



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE VENTILACIÓN EN EL
LABORATORIO DE INGENIERÍA MECÁNICA USAC**

Juan Francisco Navas Rossill

Asesorado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

Guatemala, marzo de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE VENTILACIÓN EN EL
LABORATORIO DE INGENIERÍA MECÁNICA USAC**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

JUAN FRANCISCO NAVAS ROSSILL
ASESORADO POR EL ING. EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, MARZO DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

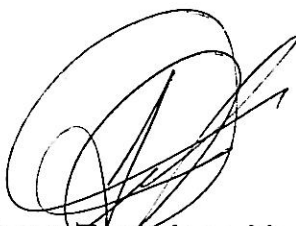
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Julio César Campos Paiz
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE VENTILACIÓN EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA MECÁNICA USAC,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, el 30 de agosto de 2007.

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right.

Juan Francisco Navas Rossill

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 17 de febrero de 2009
REF.EPS.DOC.345.02.09.

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **JUAN FRANCISCO NAVAS ROSSILL** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. **37911**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE VENTILACIÓN EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA MECÁNICA USAC”**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

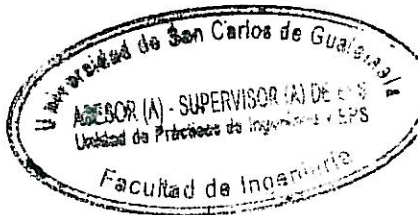
Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'E. Sarceño'.

Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica

c.c. Archivo
EESZ/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 17 de febrero de 2009
REF.EPS.DOC.345.02.09

Ing. Julio César Campos Paiz
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Presente


Estimado Ingeniero Campos Paiz:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado "**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE VENTILACIÓN EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA MECÁNICA USAC**" que fue desarrollado por el estudiante universitario, **JUAN FRANCISCO NAVAS ROSSILL** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación de la Directora de la Unidad del Ejercicio Profesional Supervisado, al trabajo de graduación OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE VENTILACIÓN EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA MECÁNICA USAC, del estudiante **Juan Francisco Navas Rossil**, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Julio César Campos Paiz
DIRECTOR



Guatemala, febrero de 2009.

/behdei

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG. 53.2009

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE VENTILACIÓN EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA MECÁNICA USAC**, presentado por el estudiante universitario **Juan Francisco Navas Rossill**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, marzo de 2009

/cc

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS

Por haberme permitido culminar este trabajo, dándome la fuerza y el entendimiento necesarios.

MI PADRE

De mi papá recuerdo que, como mejor enseñaba era con el ejemplo, exaltando virtudes como la honestidad, la paciencia, la perseverancia y la gratitud. Ruego a Dios que estas, virtudes aún en el más allá, le permitan recibir con el mismo gusto que lo hubiera hecho en vida, el título que ahora obtengo.

MI TÍAS

Lota y Paquis

Agradecimiento eterno por su amor y generosidad. D.E.P

MI MADRE Y HERMANOS

Por su amor y apoyo incondicional.

MIS SUEGROS

Por su apoyo, su cariño y sus buenos ejemplos.

MI ESPOSA E HIJAS

Fuente inagotable de estímulo, amor e inspiración. Junto a ellas los desafíos se hacen mas llevaderos y los éxitos más placenteros. Me siento inmensamente afortunado por tenerlas y les agradezco su apoyo para la realización de este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
RESUMEN	VII
OBJETIVOS	IX
INTRODUCCIÓN	XI
1. MARCO TEÓRICO	3
1.1 Descripción de los laboratorios	1
1.1.1 Actividades	2
1.1.2. Descripción de procesos	2
1.2 Conceptos generales	3
1.2.1 Métodos de inspección	4
1.2.2 Especificaciones y tolerancias	6
1.2.3. Inspección y control de calidad	7
1.2.4. Retroalimentación	8
1.3 Principios de tecnología de manejo de aire	8
1.3.1. Manejo del aire como objetivo	10
1.3.2. Procedimientos	11
1.3.2.1 Cálculo de velocidades	11
1.3.3. Instrumentación	16

2. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AIRE

(Fase investigación)

2.1	Laboratorios	19
	2.1.1. Descripción de los laboratorios	20
	2.1.2. Identificación de los contaminantes en los laboratorios	22
	2.1.3. Evaluación de los contaminantes en los laboratorios	23
2.2	Normas de funciones de los laboratorios	24
	2.2.1. Análisis comparativo	25
2.3	Clasificación de las especificaciones y sus características	28
	2.3.1 Especificaciones vitales	29
	2.3.2 Especificaciones importantes	30
	2.3.3 Especificaciones complementarias	30

3. EVALUACIÓN DEL EQUIPO DE VENTILACIÓN 33

(Fase Técnico Profesional)

3.1.	Calidad de sistema	34
3.2.	Eficiencia del sistema	36
3.3	Propuesta para la mejora de la eficiencia	37
	3.3.1. Laboratorio de metalurgia	37
	3.3.2. Laboratorio de soldaduras	45

CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	57
ANEXOS	59

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURA

1. Puntos de medida de presión en conductos circulares	17
--	----

TABLAS

I. Rango de velocidades	11
II. Velocidad de transporte de contaminantes	13
III. Valores de velocidades de aire	18

RESUMEN

El presente texto trata de explicar en pocas palabras el contenido de este trabajo, las razones del porqué se realizó, las limitantes y las propuestas que plantean algún tipo de solución a la problemática.

Inicialmente tenemos la queja generalizada de las personas que laboran o los docentes de las prácticas de Ingeniería Mecánica de la USAC, en el edificio identificado como T7; en relación a que en algunas prácticas de laboratorio se contamina el ambiente con humos, calor y olor creando un ambiente incómodo e insalubre.

La primera parte del trabajo busca identificar el problema para posteriormente dimensionarlo. En este sentido ubica como condición crítica, la fundición de metales en el laboratorio de Metalurgia, aunque a la contaminación ambiental también hace su aporte el laboratorio de soldaduras tanto Eléctrica como Oxiacetilénica.

Después de un proceso de investigación en busca de información técnica, se concluye que no existe ningún tipo de documento que facilite al análisis, por lo que se hace necesaria una investigación de más amplio contenido, es decir levantamiento de planos, entrevistas con el personal, evaluación de equipo y de manera muy especial consultar la opinión de los instructores de prácticas de las diferentes disciplinas de Ingeniería Mecánica. Al tener establecido un perfil de la problemática, se procede a su análisis para lo que se cuenta con el apoyo del Ing. Enrique Suárez (especialista en el tema), en calidad de asesor técnico.

A través de algunas premisas se establecieron los criterios para aplicar normas y especificaciones de los sistemas de ventilación.

La guía de normas se toma de ASHRAE Hand Book 1,991 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.

En conclusión, la evaluación que a través de este trabajo se hace tiene como objetivo compatibilizar el uso y aprovechamiento del edificio con todas las disciplinas que allí se practican, y muy especialmente la evacuación del aire contaminado por los diferentes procesos, dando por buena la opción de evacuar estos al ambiente circundante.

Para el manejo del aire como objetivo regirán las leyes de la Mecánica de Fluidos y sus aplicaciones a ductos.

La mejor evaluación de resultados la harán los usuarios de los servicios allí ofrecidos. Una vez identificados la mayoría de problemas se realizó una propuesta que enfoca y resuelve integralmente los mismos.

Después de instalado, todo el sistema debe ser probado para asegurar el óptimo funcionamiento del flujo requerido en cada una de las campana de extracción.

La información más valiosa para monitorear la calidad del aire es entorno a:

- Temperatura
- Humedad
- Velocidad
- Ruido

En relación a los laboratorios de soldaduras el principal problema ambiental es la emisión de contaminantes a la atmósfera. Se originan humos metálicos de Zinc, Plomo, Cadmio, Cobre, etc. y gases que pueden contener Anhídrido Carbónico, Monóxido de Carbono, Ozono, Acroleína, Fosgeno, Cloruros, Fluoruros, Óxidos alcalinos, vapores nitrosos. Las normas recomendadas tienen un enfoque primordialmente sanitario, ya que lo que se busca es mejorar el nivel de confort y salubridad de los usuarios.

Cuando se evalúan las características de los diferentes equipos y herramientas de los laboratorios que nos ocupan, observamos que para todos existe un procedimiento homologado de “como se hace correctamente”. Si **siempre** siguiéramos las instrucciones del fabricante, respetáramos la vida útil de los equipos y no violáramos las leyes específicas (ya sea como normas legales o como criterios de responsabilidad); los inconvenientes en los laboratorios serian muy eventuales.

Como ya se sabe que el sistema es ineficaz podemos suponer una serie de posibles causas:

- El caudal de los extractores es insuficiente para los requerimientos del área.
- La participación de alumnos y docentes excede los límites permisibles, aportando exceso de calor y consumiendo aire para respirar.
- Que la velocidad del aire en las campanas no sea la adecuada para arrastrar la totalidad de los contaminantes en los momentos críticos de las prácticas.

Se harán análisis de caudales de aire, a partir del criterio de renovación y se comparará con lo obtenido a partir de criterio de velocidad. Del resultado se tendrá la variable que regirá los cálculos para posteriormente escoger el equipo.

Tomando en cuenta que las propuestas realizadas se hacen considerando varios aspectos, se puede decir que algunos cambios deben hacerse obligadamente, pues el equipo es parcialmente adecuado y esta cerca de funcionar correctamente; hay otros cambios propuestos en donde el equipo no es el correcto o se encuentra en desuso, probablemente por falta de mantenimiento.

Las recomendaciones pertinentes se harán a:

Director de Escuela

Jefe de mantenimiento

Instructor de práctica

OBJETIVOS

General:

Hacer una propuesta que de cómo resultado al momento de implementarse una mejora sustancial al sistema de ventilación del laboratorio de Ingeniería Mecánica de la USAC. Se pretende que el cubículo en donde se realizan las prácticas se convierta en un lugar agradable, fresco y saludable al momento de hacer pruebas de fundición de metales, pues es en esta práctica cuando la contaminación sobrepasa todos los límites de tolerancia, convirtiendo el edificio en general en un lugar inapropiado para los usos que se le dan.

Específicos:

1. Seleccionar el equipo adecuado para el sistema de ventilación, incluyendo los tipos de extractores, tamaño y forma de los ductos, equipo complementario y diseño de instalaciones.
2. Proponer modificaciones a las instalaciones existentes tales como levantado de paredes, instalación de aislantes térmicos, etc.
3. Proponer adecuaciones al equipo mecánico existente como:
Extensores a los ductos de salida de los edificios
Baffles direccionales para algunas campanas.

INTRODUCCIÓN

Los laboratorios de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se encuentran ubicados en el edificio T7 de la ciudad universitaria zona 12.

El objetivo principal de este trabajo de graduación es hacer una o varias propuestas que den como resultado la optimización del sistema de ventilación.

Aplicando los conceptos fundamentales de Arquitectura e Ingeniería moderna, se debe entender que la ventilación es sólo una de las variables a considerar, pero que las propuestas deben ser integrales tomando en cuenta factores como el medio ambiente, la seguridad, la comodidad, el costo etcétera. Las necesidades de espacio saltan a la vista, y si en una clase magistral el tamaño del ambiente es importante, más aún lo es cuando el alumnado debe entrar en contacto físico con el equipo, como es el caso de las prácticas de laboratorio.

Los requerimientos de diseño eficiente en las instalaciones son más exigentes en cuanto reconocemos los inconvenientes de la sobrepoblación, las limitaciones de presupuesto y diversidad de actividades que se desarrollan en un solo edificio, siendo estas condiciones poco idóneas para el buen desempeño del proceso de enseñanza aprendizaje.

Los aspectos de ventilación están recargados hoy en día de la gran responsabilidad de hacer de los ambientes en general, lugares confortables, salubres y funcionales; y son estos los principales objetivos que se trataran en esta investigación. La queja generalizada del mal funcionamiento del equipo de ventilación hace crisis en laboratorio de Metalurgia, por lo que será aquí donde se enfocará especialmente la atención aunque se hace necesario hacer algunos señalamientos de las debilidades de las instalaciones, concretamente del sistema eléctrico y la falta de previsión para el manejo de contingencias.

Por último, se debe señalar que el equipo de ventilación funciona solo parcialmente, que la parte que no funciona correctamente se debe al mal diseño, o a mal mantenimiento, la realidad es que no existen especificaciones de los equipos instalados ni plan de mantenimiento alguno.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Descripción del laboratorio

Los laboratorios de las diferentes disciplinas del área de Ingeniería Mecánica se encuentran ubicados en el edificio T-7 del campus universitario de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

En este edificio se realizan una serie actividades y usos; hay oficinas del Director de la Escuela de Mecánica y de varios ingenieros docentes, salones para clases teórico-prácticas, diferentes áreas separadas solo por malla para laboratorios de procesos de manufactura, soldadura eléctrica, soldadura oxiacetilénica, motores de combustión interna, refrigeración, aire acondicionado y metalurgia que es lo que especialmente nos interesa, ya que es el que provoca la mayor contaminación dentro del edificio, haciéndolo incompatible con otras actividades.

También se encuentran bodegas de mobiliario, un cubículo para tableros de distribución eléctrica y un salón para clases teórico-prácticas de CNI (Control numérico computarizado). El edificio está siendo remodelado con una construcción en el extremo poniente, que será utilizado como área administrativa.

El resto del edificio es una estructura metálica con techo de lámina, paredes de ladrillo en el exterior, tabicaciones de tabla yeso en su interior para las áreas administrativas y docentes, divisiones de madera y malla para los laboratorios de procesos de manufactura, soldaduras, refrigeración y aire acondicionado.

El laboratorio de metalurgia está parcialmente circulado por ventanería de vidrio y paredes de ladrillo, hay que hacer notar que estas paredes no llegan al techo del edificio, por lo que intercambian aire interior con los alrededores.

1.1.1 Actividades

En este tema se va a mencionar que las actividades que aquí se realizan son muchas y de muy diversa índole para estar todas aglutinadas en un solo lugar.

Se realiza trabajo administrativo por parte de la Dirección de la Escuela, se da asesoría y orientación académica, por parte de catedráticos, se imparten clases teórico-prácticas, se hacen prácticas con maquinaria y equipo, se utiliza como bodega, etc.

1.1.2 Descripción de procesos

Dentro de la diversidad de actividades que acá se realizan son dos las que captan especialmente nuestra atención: el laboratorio de soldaduras y el de metalurgia.

Laboratorio de soldaduras:

Se hacen soldaduras de dos tipos, “eléctrica” “oxiacetilénica”, ambas generan gases tóxicos, humos, calor, olor y hollín.

Laboratorio de metalurgia:

Esta es la actividad que de manera crítica afecta la habitabilidad del edificio, pues cuando se realizan prácticas de fundición se generan una gran cantidad de humos tóxicos que invaden todas las áreas del edificio, pues el sistema de extracción es ineficiente. Para atenuar los efectos del humo es necesario abrir las ventanas, y aunque esto da una solución parcial tampoco funciona bien, pues se establece una recirculación con los alrededores por lo que la depuración del ambiente lleva mucho más tiempo de lo debido.

1.2 Conceptos generales

La mala calidad del aire interior ocurre cuando la ventilación no es lo suficientemente adecuada como para mantener las concentraciones de contaminantes a niveles que no produzcan problemas de salud a los ocupantes.

El sistema de climatización no solo debe controlar los contaminantes, sino que debe proveer un entorno cómodo, la percepción de quietud o estancado, olores, corrientes o variantes de temperatura y humedad incorrectas conduce a lo incómodo; y la incomodidad aunque sea sutil, puede ser el inicio de quejas sobre la calidad del aire interior. En general las quejas se producen cuando el sistema de climatización no satisface las necesidades de sus ocupantes.

De las más de 1,200 investigaciones de “Calidad del aire interior” realizadas en los últimos años por el Instituto “Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional” (NIOSH, por sus siglas en inglés), mas de la mitad fueron atribuidas a ***ventilación inadecuada.***

El sistema de ventilación de los laboratorios de Ingeniería Mecánica se encuentra en desuso, debido a la ineficacia con la que opera. En términos generales lo llamaremos sistema de ventilación, aunque en realidad este debe incluir varios aspectos como la regeneración de aire, por recalentamiento (laboratorio de aire acondicionado), por contaminación química (laboratorio de motores de combustión interna, soldaduras), por contaminación física (laboratorio de procesos de manufactura,) y otros.

Debemos considerar que este edificio además de los llamados talleres de práctica, también se utiliza para impartir algunos cursos, oficinas, bodegas, distribución eléctrica y otros.

1.2.1 Métodos de Inspección

Dentro de las distintas opciones investigativas, la que resulta ser más orientadora es **la entrevista**, pues da de viva voz la queja y descripción del problema, la interpretación individual, la dimensión y hasta una posible orientación a la solución.

Dentro de las entrevistas realizadas se incluyó al coordinador de laboratorios, quien indicó que no existen planos, catálogos, manuales o información técnica alguna del edificio o el equipo de ventilación instalado. La secretaria de la Escuela de Mecánica dice: que cuando se hacen fundiciones es inaguantable estar dentro del edificio y salen con dolor de cabeza, quienes allí permanecen.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica opinó que tenemos que hacer algo para arreglar este problema, porque afecta a todos en el edificio.

El encargado del departamento de soldaduras dijo que: cuando se cierran las ventanas, los extractores funcionan más o menos bien, pero se acumula mucho calor. Si se abren las ventanas, se crea turbulencia y el humo regresa al edificio.

Otra forma de captar información es la **experiencia propia**, a través de la observación y la reflexión de acuerdo a mi formación profesional y por haber estado trabajando como auxiliar en el curso de “Prácticas iniciales”, tuve contacto directo con los laboratorios de soldaduras, conociendo así íntimamente esta problemática.

Para realizar de manera óptima este trabajo de graduación, se solicitó **asistencia técnica** al Ing. Enrique Suárez, quien además de ser una persona gentil y colaboradora, tiene gran experiencia en el tema de ventilación, y también posee una maestría en Ingeniería Mecánica del Instituto Tecnológico de Massachussets (M.I.T.) entre otras.

El Ing. Suárez hizo una visita al lugar, de inmediato identificó una serie de problemas, tanto en el laboratorio de soldaduras como en el de metalurgia. Entre ellos se puede mencionar las incompatibilidades de actividades, flujos encontrados que crean turbulencias, mala ubicación de los extractores etcétera.

1.2.2 Especificaciones y tolerancias

A través de algunas premisas se establecieron los criterios para aplicar normas y especificaciones de los sistemas de ventilación.

La guía de normas se toma de ASHRAE Hand Book 1991 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.

Indudablemente debido a las limitaciones de espacio, económicas y la sobrepoblación estudiantil, la Facultad de Ingeniería y muy particularmente la Escuela de Ingeniería Mecánica, ha aglutinado todos sus laboratorios en un pequeño edificio identificado como T-7 dentro del Campus universitario. En este edificio se encuentran varios laboratorios, oficinas y bodegas.

De las inconveniencias generadas por la multiplicidad del aprovechamiento, una de las más críticas es la contaminación del aire por los humos de las fundiciones y soldaduras, y el calor generado a partir de las mismas, adicionalmente a que el techo es de lámina galvanizada sin ningún aislante interior.

Debemos reconocer que hay actividades totalmente incompatibles con características casi antagónicas como golpeteo en un laboratorio de procesos de manufactura con oficinas administrativas, o el ruido, vibración, y residuos de la combustión de un motor diesel o gasolina al lado de un salón de clases, el aprovechamiento del espacio de una bodega de muebles casi en deshecho vecina al laboratorio de CNI con equipo sofisticado de gran valor económico.

En conclusión, la evaluación que a través de este trabajo se hace tiene como objetivo compatibilizar el uso y aprovechamiento del edificio con

todas las disciplinas que allí se practican, y muy especialmente la evacuación del aire contaminado por los diferentes procesos, dando por buena la opción de evacuar estos al ambiente circundante aunque debemos reconocer que esta es la opción menos mala, pero dista mucho de ser la más conveniente. De acuerdo a las normas ambientales modernas, antes de lanzar cualquier aire contaminado al exterior debemos reducirlo químicamente a elementos que no sean dañinos para el hombre, o para el ambiente.

1.2.3 Inspección y control de calidad

En relación a estos temas se puede mencionar que nuestro objetivo será la renovación del aire interior en los laboratorios de soldadura y metalurgia. El aire nuevo que se suministre vendrá del exterior del edificio y no pasará por ninguna inspección de calidad, como tampoco lo hará el aire que este siendo forzado a salir. Se espera que el ambiente tratado proporcione condiciones amigables para permanecer en su interior aunque esto no incluya modificaciones térmicas, permitiendo así que sienta calor al medio día y frío por las mañanas o en época de frío natural. Como lo más importante es la salud del ser humano **nuestro objetivo será su bienestar**, a través de respirar aire técnicamente puro, por encima de su comodidad aunque esto quiera decir: soportar un poco de calor o de frío según la época del año.

1.2.4 Retroalimentación

En efecto, la mejor evaluación de resultados la harán los usuarios de los servicios allí ofrecidos. Una vez identificados la mayoría de problemas se realizó una propuesta que enfoca y resuelve integralmente los mismos. Aspirando a que el resultado térmico no rebase la zona de confort que la mayor parte de seres humanos encuentran agradables, esto es entre 22 ° y 27° C. de temperatura y de 40% a 60% de humedad relativa.

1.3 Principios de tecnología de manejo de aire

Como marco de referencia en cuanto a las normas, reglamentos y principios técnicos es necesario realizar la siguiente referencia:

La Sociedad Americana de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire acondicionado (ASHRAE por sus siglas en inglés), los Standard que esta entidad opera están en continua revisión, a través de “Standing Standard Project Comité” (SSTC); quienes han establecido un programa de publicaciones y revisiones permanentes, las instrucciones para afiliación e incluso certificación pueden obtenerse electrónicamente en www.ashrae.org o al teléfono en USA 404-6368400.

Los sistemas de ventilación y remoción de los contaminantes del aire, especialmente polvos, olores, humos y fibras tienen un nivel de complejidad menos sofisticado que cuando se manejan vapores y gases que pueden crear una atmósfera insalubre.

En el capítulo dos del manual de ASHRAE de 1989, se establecen las definiciones fundamentales del tamaño de partículas, concentraciones permisibles bajo el punto de vista de salud y los límites mínimo y máximo de varios contaminantes del aire.

Hay dos tipos de sistemas de escape de aire:

- Escape general, en el cual la totalidad del volumen es evacuado sin considerar operaciones específicas.
- Escape local, en el que los contaminantes son controlados como un recurso.

El escape local es preferible, porque ofrece mejor control de los contaminantes con un mínimo de volumen de aire, minimizando el costo de la limpieza del aire y del reemplazo del equipo.

El reemplazo del aire repone el aire contaminado que fue evacuado. Sin embargo, los sistemas no son aislados uno del otro. Un programa de ventilación industrial incluye un sistema de flujo volumétrico con un régimen de entrada igual que el de salida.

Si el suministro de aire reemplazado es insuficiente la presión del edificio será negativa respecto a la presión atmosférica local. La presión negativa permite la filtración de aire a través de rendijas de puertas y ventanas aunque estas sean mínimas.

Presiones negativas tan bajas como 0.05 pulgadas de agua pueden causar daños creando incluso riesgos a la salud. Con frecuencia la solución a esta

problemática es evacuar mas aire del interior causando incremento negativo en la presión y más infiltración.

Las plantas balanceadas que tienen igual evacuación que reemplazo, consumen menos energía.

1.3.1 Manejo del aire como objetivo

Para este propósito regirán las Normas Básicas de la “Mecánica de Fluidos” y sus aplicaciones a ductos.

Una interpretación precisa de este tema es fundamental para el diseño de un sistema económico de evacuación.

La ecuación del Régimen del Flujo volumétrico es:

$$Q = VA$$

En donde:

Q = flujo volumétrico o caudal, CFM

V = promedio de velocidades de flujo FPM

A = área de la sección perpendicular al flujo FT²

1.3.2 Procedimientos

1.3.2.1 Cálculo de velocidades

Para seleccionar un caudal (Q) adecuado a través de las campanas, el diseñador aportará al concepto de velocidad.

La velocidad será en la que el contaminante fluya a través de la campana.

La siguiente tabla muestra los rangos de velocidad para varias operaciones industriales. Estas velocidades son basadas en experiencias exitosas bajo condiciones ideales.

Tabla I. Rango de velocidades

CONDICIÓN DE DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES	EJEMPLOS	VELOCIDAD FPM
Relajado sin Velocidad a la contra	Evaporación de tanques	50-100
Relajado con baja a moderada velocidad a la contra	Llenado de barricas cargas en transportadores	200-500
Relajado con alta velocidad a la contra	Molienda de abrasivos	500-2000

- Cálculo de campanas

Después de la configuración de la campana y la determinación de velocidad, el flujo volumétrico o caudal (Q) puede ser calculado.

Para campanas con faldones el caudal es el producto del área de la campana por la velocidad requerida para evitar fugas hacia el área de respiración del operador, algunas veces se hace necesario instalar baffles direccionales.

- Consideraciones de ductos

El segundo componente local de un sistema de ventilación es el ducto a través del cual el aire contaminado es transportado desde la campana, los ductos redondos son preferibles porque ofrecen velocidad uniforme a pesar de las irregularidades del tramo en la instalación y pueden con la máxima presión estática encaminarse a la salida.

Cuando las limitaciones de diseño requieren ductos rectangulares la relación de medidas alto-ancho deberán ser tan cercanos a la unidad como sea posible.

El mínimo de velocidad requerida para transportar partículas sin sedimentación se muestra en la Tabla II.

Esta muestra de velocidades generalmente acertadas de acuerdo a la naturaleza de los contaminantes. Los valores que se muestran son típicamente más altos que los valores teóricos y experimentales por las siguientes razones:

- Daños en los ductos, pueden incrementar la resistencia reduciendo el volumen y la velocidad.
- Filtraciones en los ductos, tienden a disminuir la velocidad.
- Corrosión o erosión en los extractores, pueden reducir caudal.
- Reflujo en el sistema de salida, causado por mal manejo.

El diseño de velocidades puede ser más alto que el de la tabla, pero nunca podrá ser menor.

Ductos y acoples homogenizados se recomiendan por razones de tiempo y transporte. Véase tabla II.

Tabla II. Velocidad de transporte de contaminantes

NATURALEZA DEL CONTAMINANTE	EJEMPLO	VELOCIDAD MINIMA FPM
Vapores, gases, humo	Todos los vapores,gases, humos.	1,000-2,000
Humos	Soldadura	2,000-2,500
Polvo fino liviano	Pelusa, aserrín	2,500-3,000
Polvos secos	Polvo de hule, baquelita, espuma, afeitado de cuero	3,000-4,000
Polvo industrial	Café molido, polvo de granito, polvo de asbesto	3,500-4,000
Polvos pesados	Polvo de esmeril húmedo, arena de sandblast, polvo de hierro.	4,000-4,500
Polvos pesados húmedos	Polvo con hojuelas, polvo de cemento húmedo, bagaso de asbesto (partículas)	4,500-más

**Adaptación de: ventilación industrial
Manual de prácticas recomendadas (ACGIH 1988)**

- LIMPIADORES DE AIRE

El equipo para limpiar el aire es normalmente seleccionado conforme a normas federales o control de emisiones locales. Factores importantes a considerar para seleccionar equipo incluyen tipo de contaminantes (número de componentes, partículas vrs. gases, concentración).

En el capítulo 11 del manual ASHRAE de 1988, se enumeran los limpiadores de gases y control de polución, colectores centrífugos secos, precipitadores electrostáticos y colectores húmedos que pueden ser comprados a proveedores calificados.

- Recuperación de energía

Transferir energía del escape de aire al suministro puede ser económicamente factible dependiendo:

- De la distancia entre los dos puntos de localización.
- La temperatura del aire a la salida
- La naturaleza de los contaminantes evacuados.

- Construcción de ductos

Codos y adaptadores deberán ser hechos de material más resistente que el de los tubos. Cuando se presenta corrosión, la opción es un aislante o recubrimiento (fibra de vidrio, pinturas).

- Evaluación del sistema

Después de instalado, todo el sistema debe ser probado para asegurar el óptimo funcionamiento del flujo requerido en cada campana. Si hay diferencia de caudal con los cálculos se debe corregir antes de iniciar la operación.

La evaluación es necesaria para obtener base de datos y poderlos comparar con las normas que rigen.

Inspecciones periódicas son necesarias para edificar el diseño original. Verificar si el sistema tiene capacidad para caudal adicional. Alguna fuga o filtración es aceptable siempre que se alcancen los objetivos.

- Operación y mantenimiento

Una inspección periódica y mantenimiento son requisitos para una correcta operación. Los sistemas no se cambian con frecuencia, ni suelen dañarse después de ser instalados creando bajas de velocidad o caudal.

Bajas velocidades en los ductos pueden causar sedimentación, provocando bajas de volumen en las campanas.

Instalar campanas adicionales en un sistema preexistente puede cambiar el caudal en las campanas originales.

El programa de mantenimiento debe incluir:

- Inspección de los ductos por sedimentación y corrosión.
- Evaluación de campanas por condición física y régimen de flujo.
- Revisar ventiladores y ejes.
- Observar las recomendaciones del fabricante del equipo.

1.3.3 Instrumentación

La OMS ha fijado una tabla de valores guía sobre la calidad del aire, su grado de contaminación y daño.

Los países legislan en torno al tema: España aprueba Ley de Calidad del Aire.

El 19 de enero de 2007 el Consejo de Ministros aprueba el proyecto de ley de Calidad de Aire y Protección a la Atmósfera.

En general, la información más valiosa para monitorear la calidad del aire es entorno a:

- Temperatura
- Humedad
- Velocidad
- Ruido

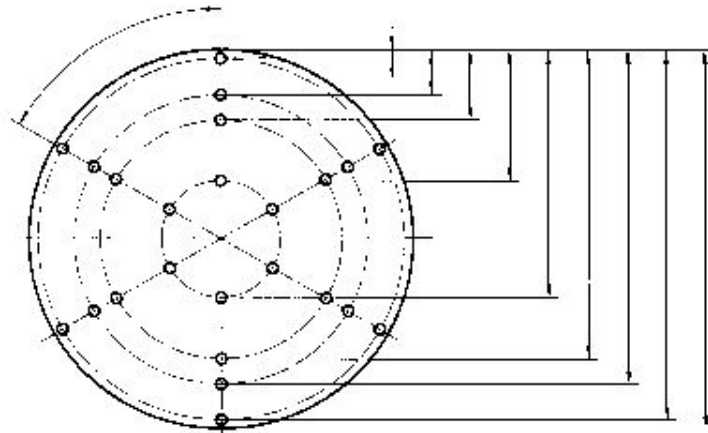
- ¿Cómo se mide la velocidad?

Hay que distinguir dos campos bien diferenciados en los que se hacen las mediciones: en el laboratorio o en el lugar de la aplicación del equipo.

En el primer caso, la medición se efectúa por medio de un tubo de PRANDTL, introduciéndolo en el conducto por el que circula el aire, al que se conecta un micro manómetro de tubo inclinado o tipo BETZ. Deben hacerse un número importante de lecturas, en unos puntos concretos del conducto. Según la norma ISO 5801:1996 (E) se fijan los puntos exactos donde debe hacerse la lectura de presiones.

El centro de la nariz de la sonda debe colocarse sucesivamente en no menos de veinticuatro posiciones espaciadas simétricamente dispuestas como se indica en la figura número 1.

Figura 1. Puntos de medida de presión en conductos circulares



Por lo que respecta al ruido, la tabla III muestra los valores de velocidades del aire recomendables para captar el aire de un espacio, impulsarlo al mismo o bien transportarlo por conductos que lo atraviesen.

Tabla III. Valores de velocidades de aire

BOCAS DE CAPTACIÓN	MTS/SEG.
Habitaciones de residencias y hoteles	1.2-2
Zonas públicas comerciales	3-4
Bocas en partes de puertas	2-3.5
Naves industriales	5-10
Sistemas de alta velocidad	2-4

- Concentración de partículas y contaminantes

Existen una serie de procedimientos por medio de los cuales se pueden recoger muestras del aire, para posteriormente analizarlas en un laboratorio de acuerdo al mapa de contaminantes que se manejan en el proceso. Las otras variables a cuidar son humedad y temperatura a través de hidrómetros y termómetros de los que el mercado ofrece en mucha variedad.

En general de la información obtenida por medio de mediciones o toma de muestras, lo más importante es organizar una base de datos que posteriormente puedan ser comparados con estándares internacionales, normas federales, códigos ISO y tratados internacionales que nos dan parámetros de referencia para verificar nuestro nivel de calidad de aire interior.

2. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AIRE (Fase investigación)

De acuerdo a lo que hasta este punto hemos avanzado en nuestra investigación, la calidad del aire debe ser ubicada considerando varios aspectos:

- Confort, que tiene que ver con la temperatura, humedad, velocidad a la que el aire interiormente se mueve, etc.
- Salubridad, más allá de las sensaciones que las personas puedan tener al permanecer dentro del área de laboratorios es primordial valorar la calidad del aire, enfocando los aspectos de peligrosidad en función de los productos utilizados, aditivos, materias primas que incluso pueden ser transformados químicamente por oxidación o reducción en productos diferentes a los que les dieron origen.

2.1. Laboratorios

Centraremos nuestra atención en los laboratorios de Soldaduras oxiacetilénica y eléctrica. Posteriormente, se enfocará de forma primordial en el laboratorio de Metalurgia, sabiendo que este hace crisis cuando la práctica se da en relación a fundición de metales.

2.1.1 Descripción de los laboratorios

- Laboratorio de soldadura oxiacetilénica:

La soldadura tan bien conocida en la terminología inglesa como brazing, es un proceso de unión térmica en el que el metal de aporte, se calienta hasta su fusión fluyendo por capilaridad entre la holgura que existe entre los materiales a soldar y uniendo sus superficies por atracción atómica mediante difusión.

Además de las dos botellas móviles que contienen el combustible y el comburente, los elementos principales que intervienen en el proceso son los manoreductores, el soplete, las válvulas antiretroceso y las mangueras.

Durante el funcionamiento de un soplete cortador una parte del oxígeno con el que se alimenta es consumido por oxidación del metal, el excedente retorna a la atmósfera. Un trabajo de oxicorte realizado en un local de dimensiones pequeñas puede enriquecer peligrosamente la atmósfera, lo que podría ocasionar accidentes muy graves por asfixia.

- Laboratorio de soldadura eléctrica

En este tipo de soldadura, la fusión del metal de las piezas a soldar se realiza por un arco voltaico que alcanza temperaturas de 4,000° C aproximadamente. La soldadura puede ser mediante fusión del propio electrodo o bien por electrodo no consumible.

En casi todos los procesos de soldadura nos encontramos fundamentalmente humos metálicos, que pueden ser: tóxicos o irritantes como el Cromo, Cadmio, Manganeso, Cinc, Mercurio, Níquel, Titanio, Vanadio, Plomo y Molibdeno; también los hay neumoconióticos poco peligrosos como el Aluminio, Hierro, Estaño y Carbón. Por último los neumoconióticos muy peligrosos como Asbestos, Sílice y Berilio.

También encontramos dentro de los gases vapores nitrosos, siendo el NO₂ es el que en mayor concentración nos encontramos.

Las operaciones realizadas al arco con electrodos revestidos son las que dan una mayor concentración de estos vapores y por consiguiente, el más peligroso es el corte al arco con electrodo de Tungsteno.

El mayor peligro de los óxidos de Nitrógeno consiste en que su presencia pasa inadvertida, hasta que sobreviene la intoxicación.

- Laboratorio de metalurgia

Este es el motivo central del presente estudio, particularmente cuando se hacen las prácticas de fundición, estas generan una gran agresión al ambiente, pues lo cargan de humo, calor y aunque el material a fundir suele ser chatarra de aluminio evaluamos la toxicidad de la misma y la incomodidad del área y los ambientes circunvecinos.

Dentro de los materiales no ferrosos que se pueden hallar en los residuos destacan el Aluminio, Cobre y Bronce, sin embargo, el principal no ferroso que se recupera de los residuos domésticos es el aluminio.

El aluminio es el tercer elemento más abundante en la corteza terrestre (después del Oxígeno y Sílice) y el metal más abundante en la tierra (8% en peso).

2.1.2 Identificación de contaminantes en los laboratorios reciclaje de aluminio:

Todos los productos de aluminio pueden reciclarse luego de su uso.

El reciclaje es esencial en la industria de **Aluminio**, siendo económica, **técnica y ambientalmente viable**. De lo anteriormente asegurado por CEMPRE, empresa de Uruguay altamente tecnificada y dedicada al reciclaje, se puede concluir que en nuestro laboratorio las prácticas de fundición de chatarra de aluminio, generan **humos molestos pero no tóxicos**.

El principal problema ambiental derivado de las tareas de soldadura y corte de metales es la emisión de contaminantes a la atmósfera. Se originan humos metálicos de Zinc, Plomo, Cadmio, Cobre, etc. y gases que pueden contener Anhídrido Carbónico, Monóxido de Carbono, Ozono, Acroleína, Fosgeno, Cloruros, Fluoruros, Óxidos alcalinos, vapores nitrosos.

A veces incluso se producen escapes de gases empleados en los procesos (Acetileno, Argón, CO₂).

2.1.3 Evaluación de los contaminantes en los laboratorios

La mayoría de fundiciones generan residuos que varían grandemente en su composición, pero que constituyen sólo un pequeño porcentaje del total de residuos. Estos residuos incluyen materiales de soldadura, aceites residuales, cilindros de aglomerantes vacíos y cal.

Una parte de los contaminantes expulsados por estas industrias son:

- Dióxido de azufre
- Óxidos de nitrógeno
- Monóxido de carbono
- Hidrocarburos reactivos
- Metales pesados
- Compuestos orgánicos

En la atmósfera estos contaminantes se pueden encontrar en cualquiera de las tres formas: gaseosas, líquidas y sólidas, sin embargo las formas físicas generalmente consideradas para contaminación ambiental son:

- Partículas, que son pequeñas masas discretas de materia sólida o líquida, como son el polvo, los humos, la neblina y la ceniza flotante.
- Gases bajo la forma de moléculas ampliamente separadas entre sí que poseen un movimiento muy rápido y no tienen ni una forma ni un volumen definitivos.

Estos contaminantes primarios a menudo se combinan en la atmósfera para producir, en muchos casos, contaminantes secundarios que son muy nocivos para la salud ambiental. Los contaminantes primarios producen los siguientes efectos:

- Irritación de ojos
- Dificultades respiratorias
- Problemas cardíacos
- Dolores de cabeza

Por estas razones, es la importancia de establecer legislación que efectivamente controle las emisiones industriales contaminantes del ambiente. Las normas ISO 14,000 proveen la implantación o la planificación para establecer el monitoreo y mejora del sistema de “Gerencia Ambiental”.

2.2 Normas de funcionamiento de los laboratorios

Las normas recomendadas tienen un enfoque primordialmente sanitario, ya que lo que se busca es mejorar el nivel de confort y salubridad de los usuarios. Se entiende por riesgo mecánico el conjunto de factores que pueden dar lugar a una lesión por acción de los elementos de máquinas, herramientas, piezas a trabajar, o materiales proyectados, sólidos, fluidos o gases.

El concepto de máquina comprende a todos aquellos conjuntos de elementos o instalaciones que transforman energía con vista a una función productiva principal o auxiliar. Es común a las máquinas poseer en algún

punto o zona concentración de energía, ya sea cinética, neumática, térmica, etc.

El usuario de un equipo, deberá adoptar las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, las máquinas y herramientas se conserven durante todo el tiempo de utilización en condiciones de seguridad. Dicho mantenimiento se realizará teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, o en su defecto, las características de estos equipos y sus condiciones de utilización.

2.2.1 Análisis comparativo

Este análisis se llevará acabo con base a una serie de normas y recomendaciones que prevalecen esencialmente en los laboratorios relacionados a temas de salud, estos están normados, reglamentados e incluso legislados de acuerdo a un marco de referencia nutrido por la aportación de países desarrollados, industrias específicas y por códigos de calidad reconocidos internacionalmente.

- Riesgo eléctrico: un shock eléctrico puede causar desde una sensación de cosquilleo hasta un desagradable estímulo doloroso resultado de una pérdida total del control muscular y llegar a la muerte.

Los mecanismos de muerte por electricidad son: fibrilación ventricular, tetanización, parálisis bulbar, cardiocirculatorio y respiratorio.

Los riesgos de incendio por causas eléctricas frecuentes suelen ocurrir por:

- Sobrecalentamiento de cables, probablemente por sobreesfuerzo al equipo.
 - Sobrecalentamiento por fallas en termostatos o fallas en equipo de disparo.
 - Fugas debidas a fallas en el aislamiento.
 - Auto ignición debido a sobrecalentamiento de materiales inflamables ubicados cerca o dentro de equipos bajo tensión, cuando en operación normal puede llegar a estar calientes.
 - Ignición de materiales inflamables por chispas o arco.
- Riesgo químico: en un laboratorio se utilizan constantemente productos químicos, algunos de los cuales son peligrosos. Una deficiente manipulación puede provocar consecuencias no deseadas, como quemaduras, intoxicaciones agudas y crónicas, incendios, explosiones, etc.

Identificar los productos químicos que utilizamos es una acción prioritaria e imprescindible para realizar un trabajo seguro con ellos. La dosis por inhalación de un agente químico depende de la concentración ambiental y del tiempo de exposición.

Los agentes químicos son absorbidos por el organismo, a través de una o varias vías de entrada que, por orden de importancia, son las vías inhalatoria (respiración), dérmica, digestiva y parental (heridas). Todas ellas requieren atención.

- Riesgo mecánico: denominaremos herramientas de mano a todos aquellos útiles simples, para cuyo funcionamiento actúa única y exclusivamente el esfuerzo físico del hombre, exceptuando las accionadas por energía eléctrica o por medios neumáticos.

Un resguardo es el componente de una máquina utilizada como barrera material para garantizar la protección. Un dispositivo de protección es aquel que impide que se inicie o se mantenga una fase peligrosa de la máquina, mientras se detecta o sea posible la presencia humana en la zona peligrosa.

Los accidentes mas frecuentes son:

- Atrapamientos
 - Proyección de partículas a los ojos
 - Cortes y pinchazos
 - Golpes y caídas de herramientas
 - Explosión o incendio (chispas en ambientes explosivos o inflamables)
 - Esguinces por sobreesfuerzos o gestos violentos
 - Quemadura por alta temperatura o sustancias químicas
-
- Equipos de protección
 - Guantes apropiados al riesgo
 - Gafas apropiadas al riesgo
 - Mascarillas apropiadas al riesgo

- Protección para soldadura: mandiles de cuero, polainas, guantes de soldador, botas de cuero, gafas o pantallas de protección facial adecuadas al tipo de soldadura.

2.3 Clasificación de las especificaciones y sus características

Cuando se evalúan las características de los diferentes equipos y herramientas de los laboratorios que nos ocupan, observamos que todos tienen un procedimiento homologado de “como se hace correctamente”. Si **siempre** siguiéramos las instrucciones del fabricante, respetáramos la vida útil de los equipos y no violáramos las leyes específicas (ya sea como normas legales o como criterios de responsabilidad); los percances en los laboratorios serían muy eventuales. De acuerdo a las circunstancias siempre habrá un punto de vista que no es un absoluto y tendrá criterios que lo respalden.

En los laboratorios de soldaduras y metalurgia se asoman una serie de problemas derivados de la naturaleza de los mismos, del tipo de materias primas, de la cantidad de tiempo de exposición, de la cantidad de personas presentes en la práctica, de la calidad en los sistemas de prevención y de la habilidad de los docentes cuando se ven obligados a tomar decisiones por contingencias. Ante esta suma de circunstancias vemos que la prioridad es establecer criterios de más o menos tolerancia según sea la gravedad de los riesgos.

2.3.1 Especificaciones vitales

Como su nombre lo indican estas especificaciones tienen que ver con la vida o con elementos que la ponen en riesgo.

Casi cualquier proceso se puede hacer de forma tan insalubre que puede representar un riesgo para la vida, por lo que deberemos velar porque estas circunstancias no se presenten.

Los riesgos que más típicamente se materializan en problemas de esta categoría son, en los laboratorios de soldaduras:

- Intoxicación por humos
- Intoxicación por fuga de químicos
- Quemaduras por arco o flama
- Agresiones al ojo por radiación ultravioleta

En el laboratorio de metalurgia:

- Intoxicación por humos
- Quemaduras por flama o arco eléctrico

De lo anterior, se desprende que cualquier criterio que tienda a preservar la vida o a atenuar los riesgos a la misma, tendrán preponderancia sobre cualquier otro. Ni el docente, ni los alumnos deberán someterse a ningún proceso que ponga en riesgo su integridad o la de los suyos como en el caso de mujeres embarazadas. Estas normas regirán los principios con los que se administran los laboratorios, prevención de accidentes, aforo de los recintos y manejo de crisis.

2.3.2 Especificaciones importantes

Esto es, una serie de normas de aplicación de criterios que no atentan contra la vida de las personas, no así su salud, pues las malas prácticas pueden dar a mediano o largo plazo resultados fatales.

Estas normas regirán los procedimientos de procesos, suministros de materias primas, manejo de deshechos, etc.

Cuando no existe un protocolo de operación homologado estas normas son las que deben apuntar en esa dirección, es decir la búsqueda de información respecto a leyes, códigos, reglamentos, que nos orienten para centrar las bases de un proceso normado, respetuoso y seguro.

2.3.3 Especificaciones complementarias

En este campo, caen una serie de reglas que tienen que ver con su aprovechamiento eficiente, cómodo, funcional y económico. Estable los principios de flujo en los procesos, el tiempo y la forma de cómo se deben impartir las prácticas. En el aspecto funcional debemos enfatizar que el objetivo de la práctica es la enseñanza, y esta debe ser de un nivel de calidad mínima en donde el alumno claramente experimente un proceso cognoscitivo después de cada una de ellas.

El aspecto económico aparece como en todos los casos matizando, limitando o restringiendo cualquier proceso, si este es oneroso o desproporcionado; adicionalmente en este aspecto debemos tener un

cuidado muy especial a los rubros de sobrepoblación estudiantil, señalización, aforos, auditoría energética.

3. EVALUACIÓN DEL EQUIPO DE VENTILACIÓN

Lo que se analizará en este inciso es la forma de cómo esta funcionando el equipo en este momento Vrs. como debería funcionar después de hacer los cambios que se proponen. El análisis se hará tanto para el laboratorio de soldaduras como para el de metalurgia.

- Laboratorio de soldaduras:

Como se menciona al inicio el sistema de ventilación en este laboratorio, funciona razonablemente bien, sin embargo, cuando en función de la temperatura interior se abren las ventanas buscando la entrada de aire fresco, esta si se da, pero arrastra al interior del edificio aire contaminado que ya se había expulsado.

Esto sucede debido a que la boca de salida de los extractores se encuentra prácticamente a la altura de las ventanas del edificio, cuando se establece un flujo en la salida del extractor, este choca con el aire que ingresa creando una turbulencia, por lo tanto se le resta eficiencia al flujo del extractor y se contamina el ingreso de aire fresco al edificio.

- Laboratorio de metalurgia:

En definitiva, el sistema de ventilación de este laboratorio no está funcionando. Lo que las personas que trabajan en el edificio recuerdan, es que el sistema funciona mal y que debe mejorar significativamente para hacerlo compatible con las otras actividades que se desarrollan dentro del

mismo edificio. Como ya se sabe que el sistema es ineficaz se puede suponer una serie de posibles causas:

El caudal de los extractores es insuficiente para los requerimientos del área. La participación de alumnos y docentes excede los límites permisibles, aportando exceso de calor y consumiendo aire para respirar.

Que la velocidad del aire en las campanas no sea la adecuada para arrastrar la totalidad de los contaminantes en los momentos críticos de las prácticas.

3.1 Calidad del sistema

Un laboratorio es un lugar equipado con diversos instrumentos, donde se realizan experimentos o investigaciones variadas, según la rama de la ciencia a la que se dedique. Su importancia, sea en investigaciones o a escala industrial y en cualquiera de sus especialidades, radica en el hecho de que las condiciones ambientales estén controladas y normalizadas, de modo que:

Se puede asegurar que no se producen influencias extrañas (a las conocidas o previstas) que alteren el resultado del experimento; control.

Se garantiza que el experimento o medición es repetible, es decir, cualquier otro laboratorio podría repetir el proceso y obtener el mismo resultado:

Normalización.

Normas de uso: adicionalmente a las recomendaciones habituales para el uso de cualquier laboratorio tenemos recomendaciones específicas para el manejo de la ventilación.

Normas Generales:

Al finalizar cada práctica, todo el equipo deberá quedar limpio y en su lugar preparado para ser usado nuevamente.

Disponer apropiadamente de la basura, escorias, cenizas, arenas, etc.

Cuidar siempre que las llaves de tanques y combustibles estén cerradas sino están en uso.

Usar siempre las mascarillas, caretas, guantes, botas, batas, cascos, anteojos y equipo de protección adecuados a cada tipo de practica.

Esta totalmente prohibido fumar, comer o beber en el laboratorio.

Normas específicas:

El equipo de ventilación debe estar funcionando antes que inicie la práctica.

No sobrepasar el nivel de aforo para cantidad de personas dentro del ambiente.

Dentro de las primeras prácticas de cada ciclo, deberá explicar a los alumnos los posibles riesgos inherentes a cada tema, la forma de manejar contingencias y el manejo de los dispositivos de seguridad y primeros auxilios.

3.2 Eficiencia en el sistema

“Eficiencia es la usabilidad y satisfacción con la que un producto o proceso permite alcanzar objetivos específicos a usuarios específicos en un contexto de uso específico”.

El concepto de ventilación mecánica controlada (VMC) se fundamenta en la extracción forzada y permanente del aire viciado del interior, a través de un extractor con capacidad de un caudal determinado y controlado, asegurando al mismo tiempo la entrada de un caudal igual del aire del exterior haciendo cumplir el principio de barrido.

Las personas respiran 26,000 veces por día, es decir, equivalente a 15,000 litros de aire. Mientras nuestro cuerpo necesita de 2 litros de agua al día, puede estar 60 días sin comer y solo 5 minutos sin respirar.

A causa de la contaminación del aire, cada europeo pierde una media de un año de vida. Nuestro interés se centra en que el aire que respiran las personas dentro de los laboratorios, sea de una calidad tal que no represente ninguna peligrosidad de corto, mediano o largo plazo. Para este propósito este proyecto considera la renovación total del aire en la zona crítica que es el laboratorio de metalurgia, no es inusual que diseños de este tipo sobrepasen los volúmenes requeridos, sin embargo esto solo nos reportaría alguna

ineficiencia energética pero aseguraríamos la renovación del aire interior. Si el caso fuera al contrario, y no renováramos la totalidad del aire estaríamos obligados a hacer una reevaluación de las condiciones críticas para luego, comparar estos resultados con críticos permisibles.

3.3 Propuesta para la mejora de la eficiencia

Enfocaremos nuestra atención en los laboratorios de metalurgia y soldaduras. Haremos las recomendaciones para mejorarlos cuando esto sea factible o un diseño totalmente nuevo si el caso lo requiere.

En este diseño se podrá aprovechar parte del equipo anterior a manera de reciclaje después de haber hecho una evaluación y mantenimiento al equipo antiguo.

3.3.1 Laboratorio de metalurgia

En este laboratorio existen dos campanas de extracción de las siguientes medidas:

Campana No.1: $1.79 \text{ Mts.} \times 0.63 \text{ mts.} = 1.28 \text{ mts}^2. = 13.77 \text{ Pie}^2.$

Campana No.2: $(1.33 \text{ mts.} + 0.45 \text{ mts.} + 1.33 \text{ metros}) \times 0.48 \text{ mts.} = 1.50 \text{ mts}^2. \text{ Equivalente a } 16.14 \text{ Pie}^2.$

Volumen del recinto:

$(6.83 \text{ mts.} \times 6.80 \text{ mts.}) \times (3.17 \text{ mts.} + 1.77/2 \text{ mts.}) = 188.3 \text{ mts}^3.$

Equivalente a $6,643.22 \text{ Pie}^3.$

- Criterios de renovación de aire para ambientes de fundición:
 - De acuerdo a Soler-Palau: 20-30 renovaciones por hora.
Equivalente a: de 2 a 3 minutos por recambio.
 - De acuerdo a Grainger: de 8-30 renovaciones por hora.
Equivalente a: de 2 a 8 minutos por recambio.

Según Grainger: empresa global respetuosa de ASHRAE y ganadora de muchos premios de calidad. “Nombrada una de las cien empresas mas confiables en U.S.A.”. Forbes (marzo 2007).

Soler-Palau: empresa global de origen español con más de 50 años de experiencia y líder a nivel mundial en la fabricación de ventiladores y extractores.

- Criterios de velocidad en el área de las campanas: haremos análisis de caudales de aire, a partir del criterio de renovación y lo compararemos con lo obtenido a partir de criterio de velocidad.
- Criterio de renovación: para esta actividad de fundición, “Grainger y Soler-Palau” coinciden el rango de 20 a 30 renovaciones por hora.

Para nuestro caso, debido a la exigencia de calidad, escogeremos la parte alta del intervalo, esto es 30 renovaciones por hora.

Volumen del recinto= 6,644 Pie³

Volumen x renovación= Caudal

$$6,644 \text{ Pie}^3 \times 30/\text{hora} = 199,320 \text{ Pie}^3/\text{hora}$$

Equivalente a 3,322 CFM

De acuerdo al principio de 30 renovaciones por hora el caudal a evacuar es de 3,326 Pie³/Min. (CFM).

- Criterio de velocidad:

Campana No.1: 1.28 Mts². equivalente a 13.77 Pie²

Campana No.2: 1.50 Mts². equivalente a 16.147 Pie² +
29.91 Pie²

Caudal (Q)= área (A) x velocidad (V)

$$Q = 29.91 \text{ Pie}^2 \times 150 \text{ Pie}/\text{Min.}$$

$$Q = 4,486 \text{ Pie}^3/\text{Min.} = 4,486 \text{ CFM}$$

Comparando:

De criterio de renovación 3,322 CFM

De criterio de velocidad 4,486 CFM

Observamos que el requerimiento mayor se establece a partir del criterio de velocidad de 150 Pie/Min. en el área de las campanas, con el compromiso de evacuar 4,486 CFM.

Adicionalmente, se debe estimar la carga viva.

Tenemos dos opciones:

Planear que el aire fresco que ingresa al recinto, sea primero utilizado para respirar por parte de las personas presentes, y que, posteriormente el mismo aire sea utilizado para arrastrar los humos.

La otra opción es planear que el otro aire para subsistencia humana, sea distinto del aire para evacuar contaminantes. En este caso el suministro de aire no necesita tener una secuencia obligada de uso.

Tomaremos la segunda opción, es decir sumar los dos volúmenes requeridos, pues de lo contrario deberíamos ahondar profundamente en el tema de turbulencia.

El criterio es que una persona necesita para respirar naturalmente en caso de actividad normal 20 CFM. Por lo tanto, para un máximo de 30 personas en el laboratorio tendríamos un caudal de:

$$Q = 20 \text{ CFM} \times 30 \text{ personas} = 600 \text{ CFM}$$

Si el flujo de aire que alimenta el ambiente se suministra por las partes bajas, se propicia su adecuado aprovechamiento, pues cubriría la necesidad de oxígeno para las personas y posteriormente como medio de arrastre de humos y calor.

En cambio si el suministro de aire se hace por el techo que es donde físicamente esta la otra posibilidad, este viajaría directamente del

techo a las campanas dejando la diferencia de caudal para el consumo humano con mayor riesgo de que este arrastrara contaminantes para ser respirados. Por lo tanto, la recomendación será suministrar aire por las partes bajas, pues este en su tránsito a las campanas encontraría a las personas mayoritariamente sentadas prestas a consumir aire fresco.

- Extractores y ductos:

Como las áreas de las dos campanas son parecidas, se deberán instalar dos extractores iguales, es decir, cada extractor deberá movilizar:

$$Q/2 = 4,486 \text{ CFM} / 2 = 2,243 \text{ CFM c/u como mínimo.}$$

A este caudal debemos agregar la carga viva, equivalente a 600 CFM
Si esta la dividimos dentro del número de extractores:

$$Q_{\text{viva}}/2 = 600 \text{ CFM} / 2 = 300 \text{ CFM / extractor}$$

La carga total QT para cada extractor será:

$$Q_T = Q_{\text{Sistema}} + Q_{\text{viva}}$$

$$Q_T = 2,243 \text{ CFM} + 300 \text{ CFM} = 2,543 \text{ CFM}$$

Suponemos fricción por cada 100 pies (caída de presión = sp) = 0.1

De acuerdo a la tabla de “The Trane Company” avalado por ASHRAE capítulo 32 de 1993, la escala de pérdida de presión esta referida a cada 100 pies de ducto.

En el inciso de recomendaciones se hará una propuesta extendiendo el largo de los ductos, sin embargo no se excederán los 100 pies de largo o sus pérdidas equivalentes.

Del ductulador para tubo redondo (copia de este en anexos).

$$Q = 2,543 \text{ CFM}$$

$$sp = 0.1$$

Se obtiene diámetro de 20 pulgadas.

Ver tabla en anexos para seleccionar extractor.

El extractor que mejor satisface nuestro requerimiento es CRV 20 de Soler-Palau.

Por sus características de montaje en techo y rangos de caudal y presión apropiados.

Nos ubicamos en la tabla con 3,146 CFM y 0.5 pulgadas de agua de presión estática.

El resultado es un extractor CRV 20 con motor de $\frac{3}{4}$ de HP (caballos de potencia) girando a 830 RPM (revoluciones por minuto).

Ver anexo: especificaciones de los extractores.

Todo el volumen de aire que debe ser evacuado, por otro lado debe ser suministrado al sistema. Analizando las posibilidades, esencialmente tenemos dos opciones:

Que el volumen de aire succionado por los extractores, a la vez será suministrado del exterior a través de una persiana de sobre presión, este es un accesorio de uso frecuente en la instalación de los equipos de ventilación.

Esta podría ubicarse debajo del sillar de la ventana del lado norte del cubículo, protegida por un cedazo.

Dentro del ambiente se generaría una presión relativa, mínimamente negativa.

Que el volumen de aire succionado por los extractores sea suministrado por un Blower (soplador). Este podría ubicarse en el techo del edificio haciendo la función inversa de una chimenea.

Dentro del ambiente se generaría una presión relativa, mínimamente positiva.

Para la solución propuesta tomaremos la primera opción; es decir, la persiana de sobre presión. El recorrido del aire desde su ingreso hasta su salida tiene en su trayecto natural, a la respiración de las personas dentro del ambiente, sin necesidad de hacer modificación alguna al flujo.

- Cálculo de la persiana de sobre presión:

Para elegir la persiana adecuada, lo haremos por medio de un criterio de velocidad mínima del aire en su interior

Si sabemos que de los dos extractores vamos a tener un caudal de 2,543 CFM x 2 = 5,086 CFM.

Y el área de la persiana es B x B (PER 500 = 627 mts. x 627 mts)
Equivalente a 2 Pie x 2 Pie

Obtendremos:

$$Q = VA$$

De donde: $V = Q / A$

$$V = 5,086 \text{ CFM} / 205 \text{ Pie} \times 182 \text{ Pie} = 1,363 \text{ Pie} / \text{Min.}$$

PER – 500 de 8 aletas

Mide exteriormente 2.25 Pie de base y 1.82 Pie de altura y la velocidad de trabajo para R / viento será de 1,363 R / Min. por lo que podemos asegurar que el equipo funcionaria adecuadamente aunque se podría asegurar un ruido por la velocidad del viento. Las características principales de las persianas, se incluyen es copia de lo mas importante del manual de las mismas en la sección “Anexos”.

3.3.2 Laboratorio de soldaduras

En este ambiente, por ser prácticamente abierto a los costados, se establecen flujos naturales basados en dos premisas:

- Que el volumen de aire suministrado de forma natural, es suficiente para cubrir los requerimientos mínimos de renovación.
- Que la cantidad y la calidad de aire son apropiados para el proceso y para la habitabilidad simultánea.

Analizaremos por separado el sistema de extracción para cada uno de los tipos de soldadura.

- Soldadura eléctrica:

En esta área se ubican 8 campanas de extracción interconectadas entre sí por ductos de sección cuadrada, estas son evacuadas por tres extractores colocados de forma un tanto caprichosa, aunque de acuerdo a la opinión de los instructores, este sistema funciona razonablemente bien cuando no se abren las ventanas exteriores del edificio; ya que cuando estas están abiertas, se crea un nivel de turbulencia que hace que los humos regresen al local del que se quieren expulsar.

Fila norte = 4 campanas

Área de cada campana = 1.18 mts. x 1.19 mts. = 1.40 mts².

Área = 5.6 mts². equivalente a 18.37 Pie²

Fila sur = 4 campanas

Área de cada campana = 1.18 mts. x 1.17 mts. = 1.38 Mts².

Área = 5.52 mts². equivalente a 18.10 Pie²

Área total = 18.37 Pie² + 18.10 Pie² = 36.47 Pie²

De acuerdo a Solar-Palau, la velocidad de captación para un sistema de soldadura debe ser de 0.5 Mt / Seg. a 1 Mt / Seg.

Equivalente a 98 Pie / Min. a 198 Pie / Min.

Este caso en particular, no se trata de un taller de soldadura, sino que de un área didáctica, en donde puede haber una cantidad grande de personas observando el proceso, requeriremos la velocidad máxima del intervalo, es decir:

$$V = 200 \text{ Pie / min.}$$

De lo anterior se establece que:

$$\text{Caudal (Q)} = \text{área (A)} \times \text{velocidad (V)}$$

$$(Q) = 120 \text{ Pie}^2 \times 200 \text{ Pie / Min.} = 24,000 \text{ Pie}^3 / \text{Min.}$$

Este caudal debe ser evacuado por tres extractores ubicados allí, de acuerdo al modelo existente, sin embargo deben hacerse algunos cambios para mejorar el proceso. Este punto se discutirá en el área de recomendaciones.

- Selección de los extractores

De lo anterior, se establece que el caudal debe ser dividido en tres, si asumimos que cada uno de ellos será igual al otro.

$$Q = 24,000 \text{ Pie}^3 / \text{Min.} / 3 = 8,000 \text{ Pie}^3 / \text{Min c/u.}$$

Habiendo determinado las características de los extractores que harían eficiente el sistema, se queda archivada esta información por si se hace necesario un cambio por mantenimiento; no se proponen cambios en los extractores pues los actuales funcionan bien.

- Soldadura oxiacetilénica:

En esta área se ubica una sola campana que lleva el flujo a 5 gargantas interconectadas entre si, y estas a la vez son evacuadas por 2 extractores ubicados en los extremos.

Al igual que el sistema de ventilación del área de soldadura eléctrica, esta funciona relativamente bien cuando las ventanas circundantes están cerradas, lo que hace que aumente la temperatura interior.

$$\text{Área de la campana} = 1.05 \text{ mt.} \times 5.24 \text{ mts.} = 5.50 \text{ mts}^2.$$

$$\text{Área equivalente a } 59.17 \text{ Pie}^2$$

Se establece la misma velocidad de evacuación que en las campanas de succión de soldadura eléctrica, es decir:

$$V = 200 \text{ Pie} / \text{Min.}$$

$$\text{Caudal (Q)} = \text{área (A)} \times \text{velocidad (V)}$$

$$(Q) = 59.17 \text{ Pie}^2 \times 200 \text{ Pie} / \text{Min.} = 11,834 \text{ Pie}^3 / \text{Min.}$$

Por ser dos extractores, repartiremos el caudal en dos, asumiremos que son de la misma capacidad.

$$Q = 11,834 \text{ Pie}^3 / \text{Min}$$

En dos extractores

$$Q / 2 = 11,834 \text{ Pie}^3 / \text{Min.} / 2 = 5,917 \text{ Pie}^3 / \text{Min. c/u.}$$

No se hará propuesta de extractores pues los que están instalados funcionan bien. Si por mantenimiento debiera cambiarse alguno de ellos, tendríamos que buscar uno que maneje un caudal del orden de 6,000 $\text{Pie}^3 / \text{Min}$.

CONCLUSIONES

1. Este trabajo consiste primordialmente en evaluar una queja generalizada en cuanto a la contaminación ambiental, provocada por el mal funcionamiento de los sistemas de ventilación y extracción de los laboratorios de soldaduras (eléctrica y oxiacetilénica) y metalurgia. Esta evaluación se ha hecho y se puede asegurar que las quejas son fundamentadas y que se deben hacer cambios en el corto plazo para evitar consecuencias indeseables.
2. En una segunda etapa, este trabajo nos debe llevar a proponer soluciones bajo el punto de vista de Ingeniería Mecánica, para mejorar u optimizar el sistema de ventilación de los laboratorios ya mencionados. Para el desarrollo de este trabajo, se han supuesto una serie de premisas que restringen las propuestas de solución, encaminándolas a un plano puramente mecánico.
3. Una propuesta integral debe hacer consideraciones de muchos aspectos, logísticas, administrativas, ecológicas, financieras, estratégicas, funcionales, etc., en la medida de lo posible todos estos aspectos están siendo tomados en cuenta para estas propuestas.
4. Hay que hacer notar que la falta de información en cuanto a las características y especificaciones de las instalaciones y equipo, nos llevan a hacer recomendaciones de renovación o como mínimo de aforo para su mejor aprovechamiento. No cabe duda que la carga de trabajo

administrativo y las limitaciones de presupuesto concurren a estos casos, haciendo críticos algunos problemas como el que hoy analizamos.

5. Tomando en cuenta que las propuestas realizadas se hacen considerando varios aspectos, se puede decir que algunos ajustes deben hacerse obligadamente, pues el equipo es parcialmente adecuado y esta cerca de funcionar correctamente; hay otros cambios propuestos en donde el equipo no es el correcto o se encuentra en desuso, probablemente por falta de mantenimiento.
6. Otro aspecto que indudablemente tiene un papel en el funcionamiento del equipo y utilización de instalaciones es la sobre población, obligando a la saturación de servicios atentando contra la calidad de los mismos.
7. En nuestro medio este tipo de reflexiones son frecuentes porque en esta Universidad como en otras, al igual que en la mayoría de empresas, nuestro trabajo generalmente se verá restringido por variables similares a las que ya mencionamos. De lo anterior, se desprende que la implantación de las propuestas que acá se hacen, deberán pasar por varios evaluadores antes de ser aprobadas.
8. En el aspecto técnico, propiamente dicho, se ha tenido una buena captación de información por medio de levantado de planos, entrevistas, información técnica por parte del Ing. Enrique Suárez, etc., por lo tanto, debería cumplir con las expectativas generadas al momento de su asignación y también llenar todos los requisitos para un trabajo de graduación profesional.

RECOMENDACIONES

Estas se harán por separado para cada uno de los laboratorios.

- LABORATORIO DE METALURGIA

A Director de Escuela

1. Instalar 2 extractores del tipo CRV 20 de Soler & Palau con motor de $\frac{3}{4}$ de HP (caballos de potencia) girando a 830 RPM (revoluciones por minuto), con el propósito de evacuar todos los contaminantes y que la permanencia dentro del recinto sea salubre para alumnos y catedráticos.
2. Velar porque los extractores se conecten a las campanas por medio de ductos de 20 pulgadas, para propiciar un buen flujo, sin restricciones y de dimensiones homogéneas en todo el trayecto.
3. Instalar una persiana de sobre presión con 8 aletas identificada por el código: PER – 500 de Soler & Palau, que permita el equilibrio de ingreso y egreso del aire en proceso.

4. Forrar los techos interiormente con un aislante térmico, pues en este momento es únicamente lámina que produce mucho calor, haciendo incómoda la permanencia en el laboratorio.

Al Encargado de Mantenimiento

5. Levantar las paredes hasta hacerlas llegar al techo, aislando totalmente el cubículo. Este agregado podría hacerse con tabla yeso o algún otro elemento de relleno. De esta manera el problema estará confinado y no habrá repercusiones en los alrededores.
6. Elevar por medio de niples extensores la altura de descarga de los extractores, hasta que sobresalgan de la altura de techos, permitiendo el escape de los humos de forma más natural debido a los vientos, predominantemente norte que fluyen por encima, evitando así el reflujos hacia el interior del edificio.
7. Sobre la marcha, es decir cuando el sistema ya está funcionando, podría ser necesario colocar algunos Baffles direccionales al lado interno de la persiana de sobre presión, con el propósito de optimizar la dirección en el flujo de aire.

Al Instructor de Práctica

8. Limitar la entrada de personas hasta la cantidad que el aforo respectivo permita. El cálculo de la regeneración de aire esta hecho para un total máximo de treinta personas, que podrán respirar adecuadamente si no se da la sobrepoblación.

- **LABORATORIO DE SOLDADURAS**

A Director de Escuela

9. Forrar los techos interiormente con un aislante térmico, pues en este momento es únicamente lámina que produce mucho calor, haciendo incómoda la permanencia en el laboratorio.

10. Instalar válvulas reguladoras de flujo de tipo compuerta en los ductos de salida posteriores a las campanas, para optimizar el trabajo de succión de los extractores.
Ver planos.

11. Instalar válvulas de cheque para asegurar que no se produzcan reflujos que podrían darse por diferencia de presiones permitiendo que los gases ingresen en lugar de salir.
Ver planos.

A Encargado de Mantenimiento

12. Elevar por medio de Niples extensores la altura de descarga de los extractores, hasta que sobresalgan de la altura de los techo, permitiendo así el escape de los humos de forma más natural, debido a los vientos que generalmente vienen del norte y que de antemano sabemos que al abrir las ventanas provocaban reflujos al interior del edificio, por estar a la misma altura.

13. Colocar faldones alrededor de las campanas, de un material flexible como hule, o alguna cortina de algodón para disminuir el área por donde los gases se fugan en lugar de entrar directamente a las campanas.

ANEXOS

- Planos del edificio, cambios propuestos.
- Especificaciones de los extractores 3 hojas.
- Especificaciones de persianas de sobre presión 2 hojas.
- Ductulador
- Tabla de conversiones
- Tabla de características de los extractores

BIBLIOGRAFÍA

1. ACGIH. 1989. Industrial Ventilation – A Manual of Recommended Practice, 20th ed. Committee on Industrial Ventilation, American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Chapters 2, 3, www.wbdg.org/ccb/DOD/UFC/ufc_3_410_04n.pdf
2. Alden, J.L. and J.M. Kane. 1982. Design of Industrial Ventilation Systems, 5th. Ed. Industrial Press, Inc. New York, 21.
3. Aumento de la productividad de las oficinas a través del mejoramiento de la calidad del aire interior.
http://www.segla.net/conferencia_fanger.pdf
4. Cooking Equipment Ventilation Application and Design.
http://findarticles.com/p/articles/mi_mOBPR/is_5_24/ai_ai_n27411416/pg_1
5. Greenheck Fan Corporation – Application Guides
http://www.greenheck.com/technical/tech_detail.php?display=files/Product_guide/era112-05

6. Normas y Recomendaciones de Seguridad y Salud Laboral, Universidad de San Carlos III de Madrid.

<http://miguelbustillopena.blogspot.com/>

7. Rodríguez Viqueira, Manuel, Introducción a la Arquitectura Bioclimática, Editorial Limusa, México, 2005.

García Chávez, José Roberto, Viento y Arquitectura
Editorial Trillas, 3ª edición, México, 2005

<http://www.azc.uam.mx/cyad/procesos/website/grupos/tde/NewFiles/bioclomatica.html>

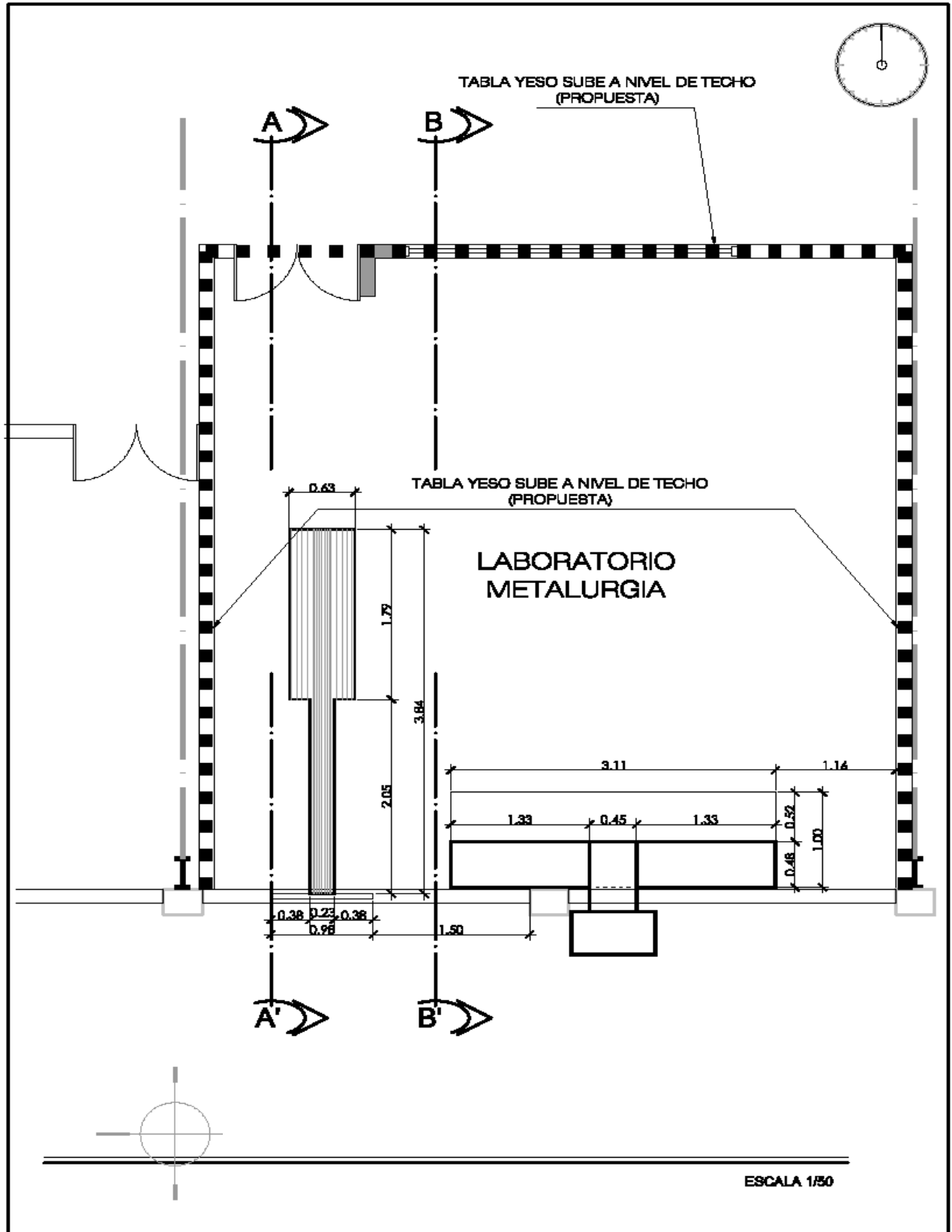
8. Ventiladores Centrífugos

<http://www.quiminet.com.mx/pr6/ventiladores%2Bcentrifugos.htm>

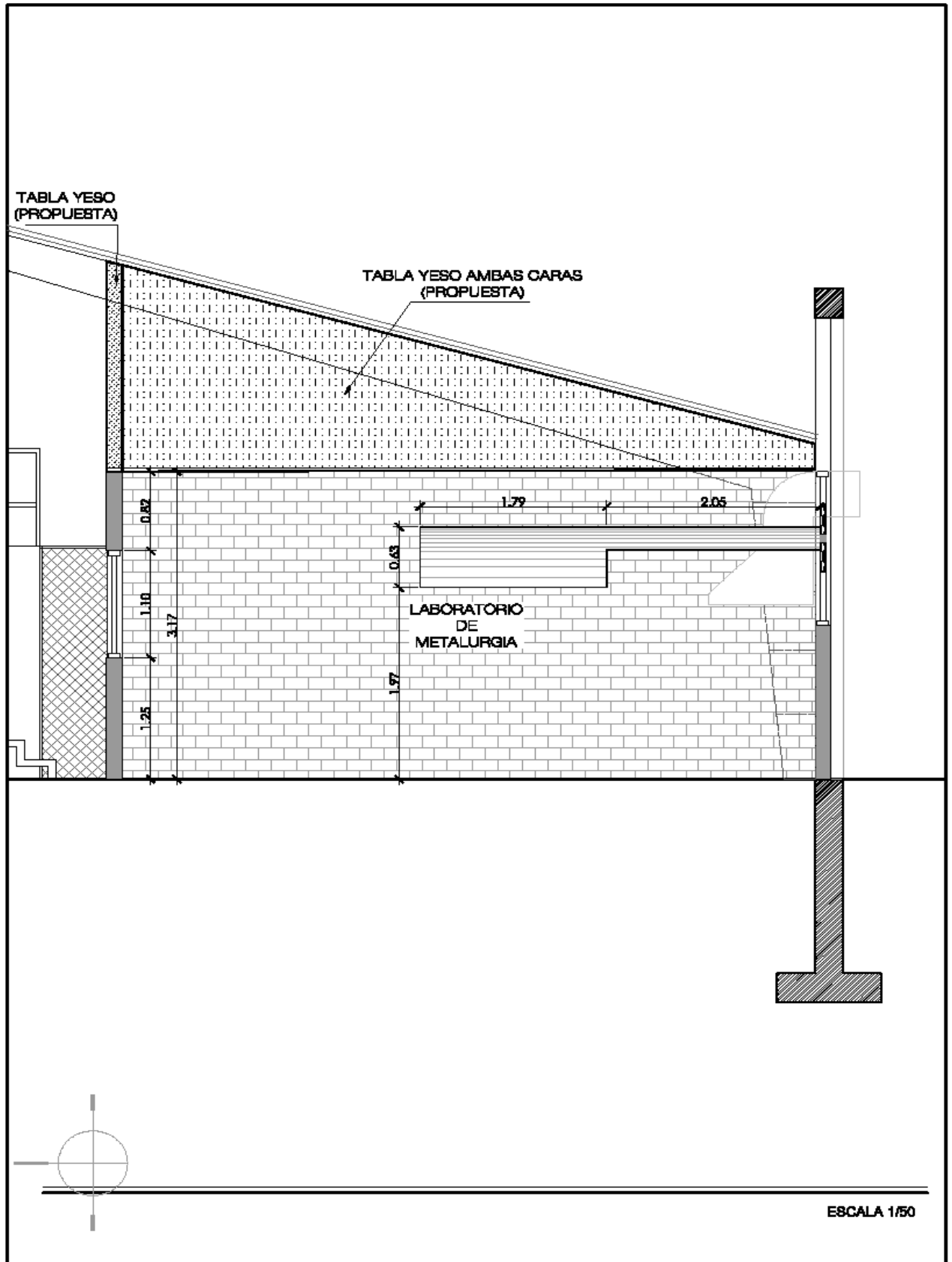
9. Wikipedia, 2008.

ANEXOS

PLANTA LABORATORIO DE METALURGIA



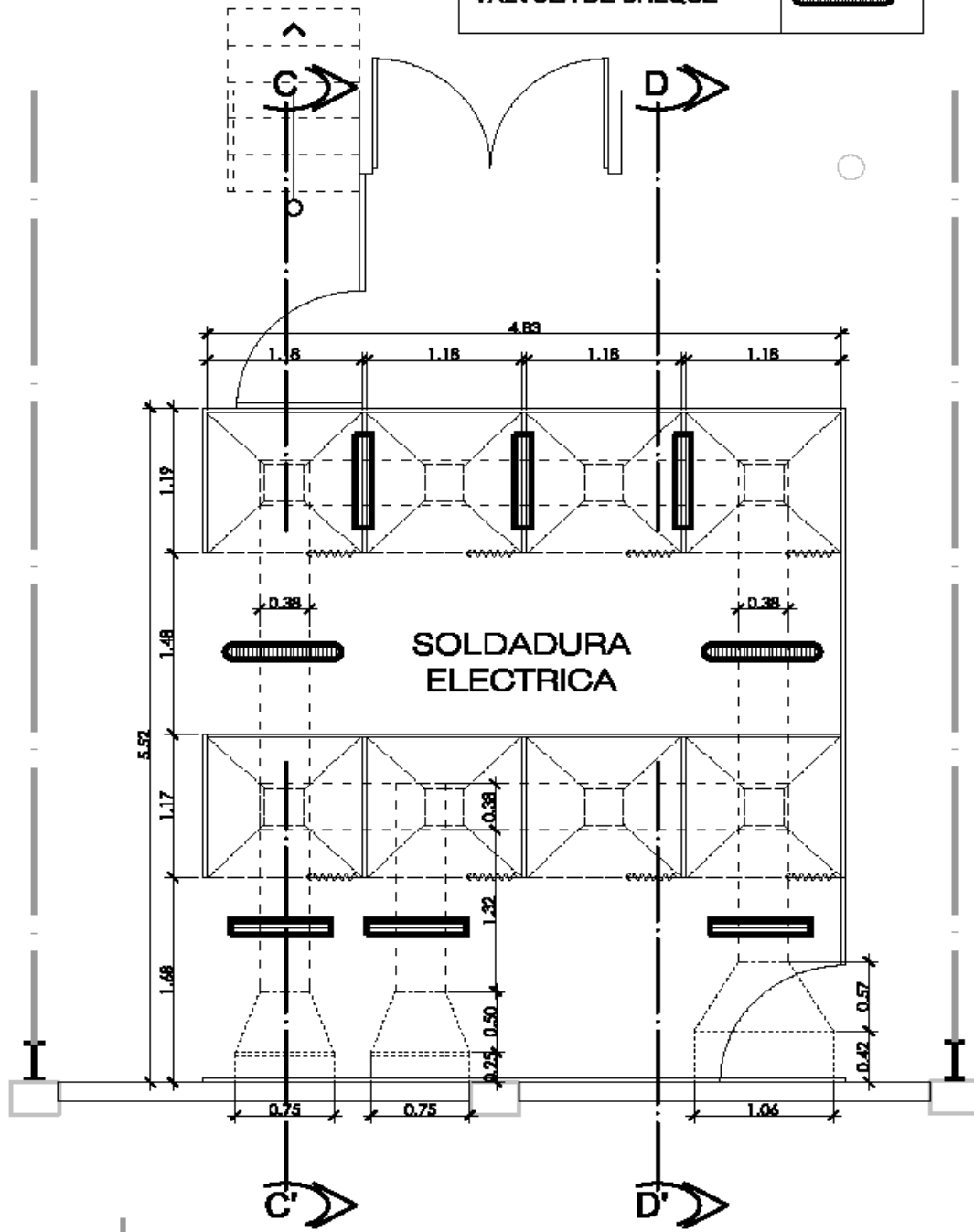
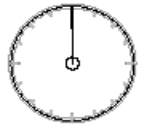
SECCIÓN A - A' LABORATORIO DE METALURGIA



VÁLVULAS PROPUESTAS

NOMENCLATURA DE PROPUESTAS

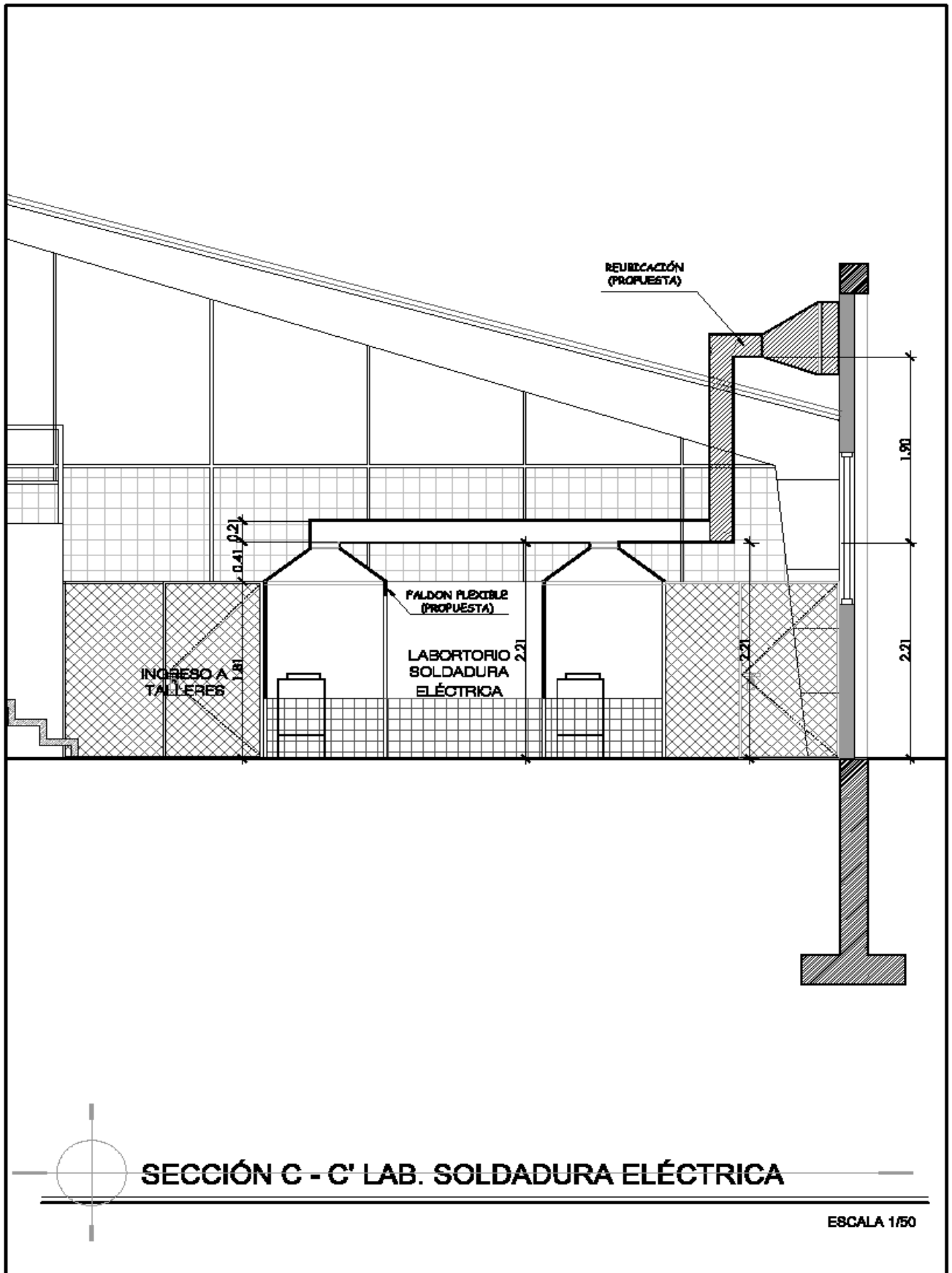
VALVULA DE COMPUERTA	
VALVULA DE CHEQUE	



PLANTA LAB. SOLDADURA ELECTRICA

ESCALA 1/50

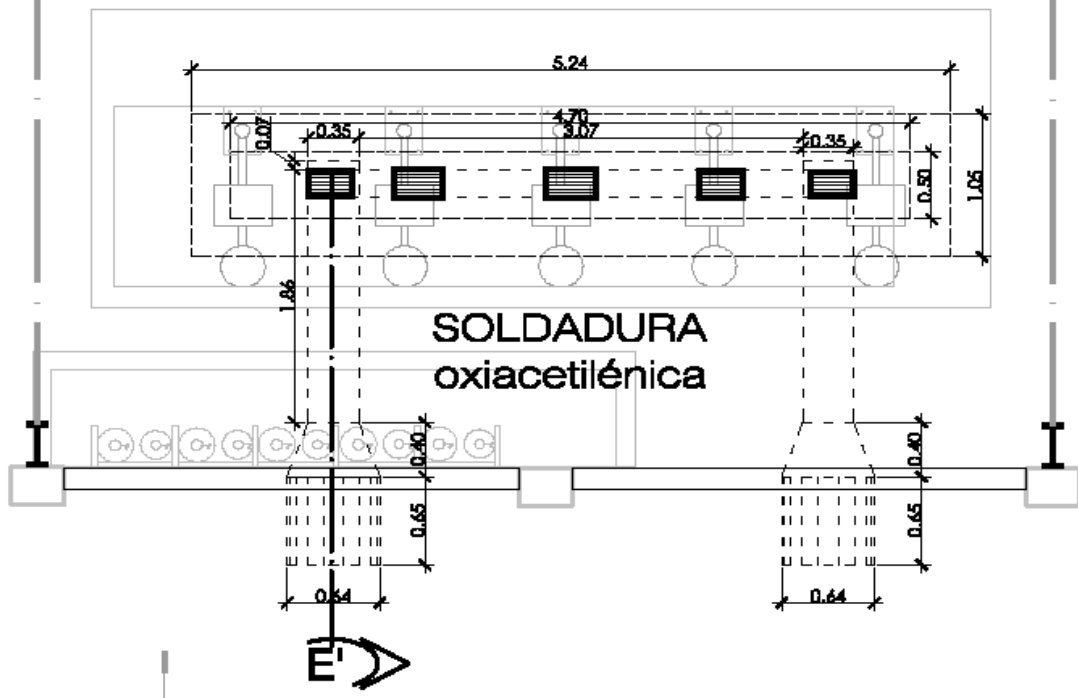
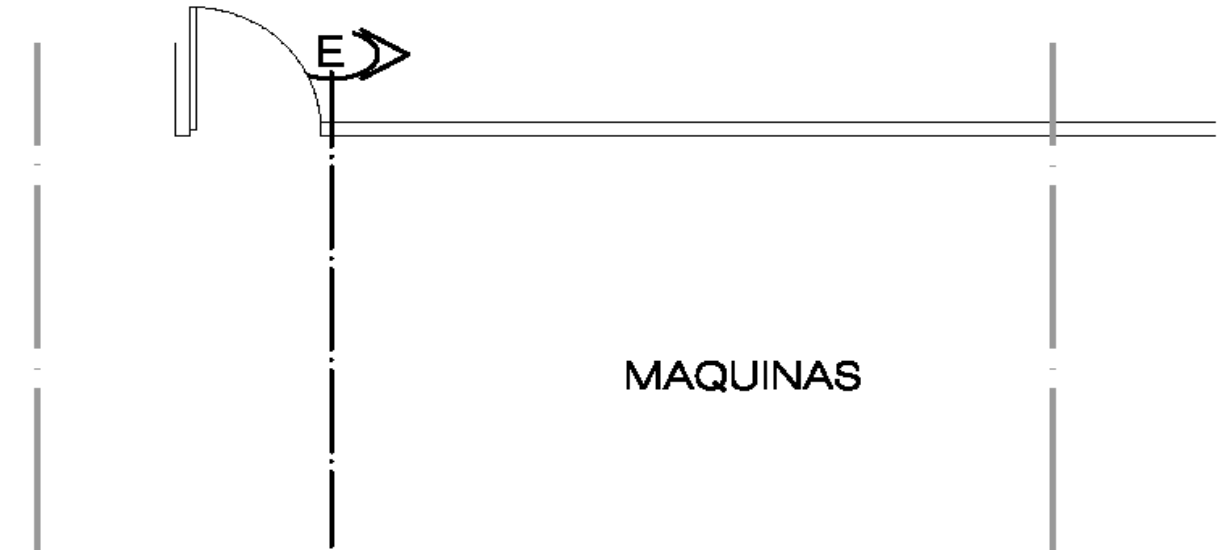
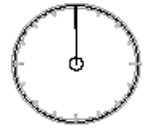
ALZADO DE EXTRACTORES



VÁLVULAS PROPUESTAS

NOMENCLATURA DE PROPUESTAS

VALVULA DE COMPUERTA



PLANTA LAB. SOLDADURA OXIACETILÉNICA

ESCALA 1/50

MODELOS DE EXTRACTORES

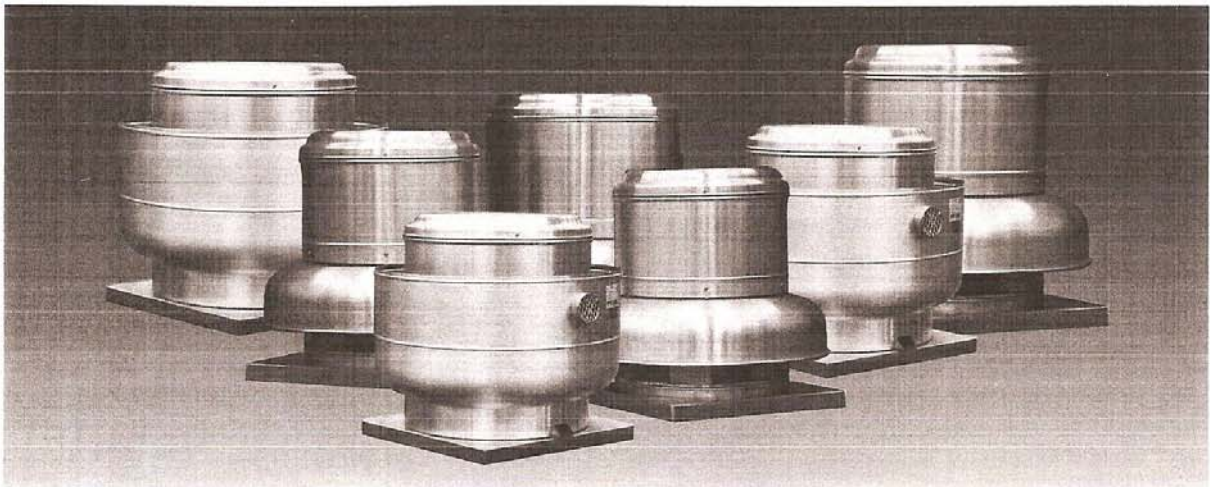


CR

Centrifugal roof exhausters
* Vertical discharge: Roof mounted and Wall mounted
* Horizontal discharge

Extractores Centrifugos de Tejado
* Descarga Vertical: Montaje en techo y pared
* Descarga Horizontal

General Information



CR range of products is a family of High Efficiency fans inside the centrifugal fans type; it is specially designed for ceiling mounting in applications of clean air exhaust in commercial sites and industrial facilities. CR line have 3 kinds of applications:

CRH Roof mounting for clean air exhaust, horizontal discharge

CRV Roof mounting specially for kitchen exhaust systems or specific exhaust installations.

CR model offers an operation providing an air flow volume ranging from 818 m³/hr (481 CFM) to 29,300 m³/hr (17,235 CFM); with a maximum pressure of 38.1 mm wg (1.5" wg).

Its design allows guiding of air inside the fan structure, without any kind of turbulence thanks to the internal aerodynamics of the fan components. Also, manufacturing method of this line, with rejected aluminum allows offering an esthetics finish highly accepted in the market of ventilation and highly resistant to environmental corrosive agents.

Construction details for these exhaust fans include high rigidity, because of the manufacturing material and internal support design; without any obstruction of the air flow.

CR exhaust fans housing is designed to prevent rain from going into the fan and are provided with a protective mesh to impede foreign objects to go through.

Backward straight blade propellers, are totally made with special aluminum alloy, properties of this kind of material are the required ones to offer mechanical stress resistance. Dynamically balanced.

All the components utilized for the final assembly of the fan are very carefully selected and tested in order to offer a safe and efficient system.

Model CRH-D, CRV-D and CRW-D

Direct drive model is available in 4 sizes: 10, 12, 15 y 18.

Model CRH-T, CRV-T and CRW-T

Pulleys and belt drive option is available in 11 sizes: 10,12,15,18,20,22,24,26,28,30 and 33.

CRH range in all sizes has been developed and analyzed in Soler & Palau laboratories.

Our advanced manufacturing processes, as well as Quality procedures applied in our facilities, assure the quality of all our products and give you the confidence that the product you have obtained meets the highest international quality standards in every stage of its design and production.

Applications for this type of exhaust fans are very extensive, mainly those requested by the projects specification sector, where they're destined for multinational companies with strict demands for utilization characteristics. They also can be installed in applications such as: hotels, restaurants, factories, commercial sites, warehouses, etc.

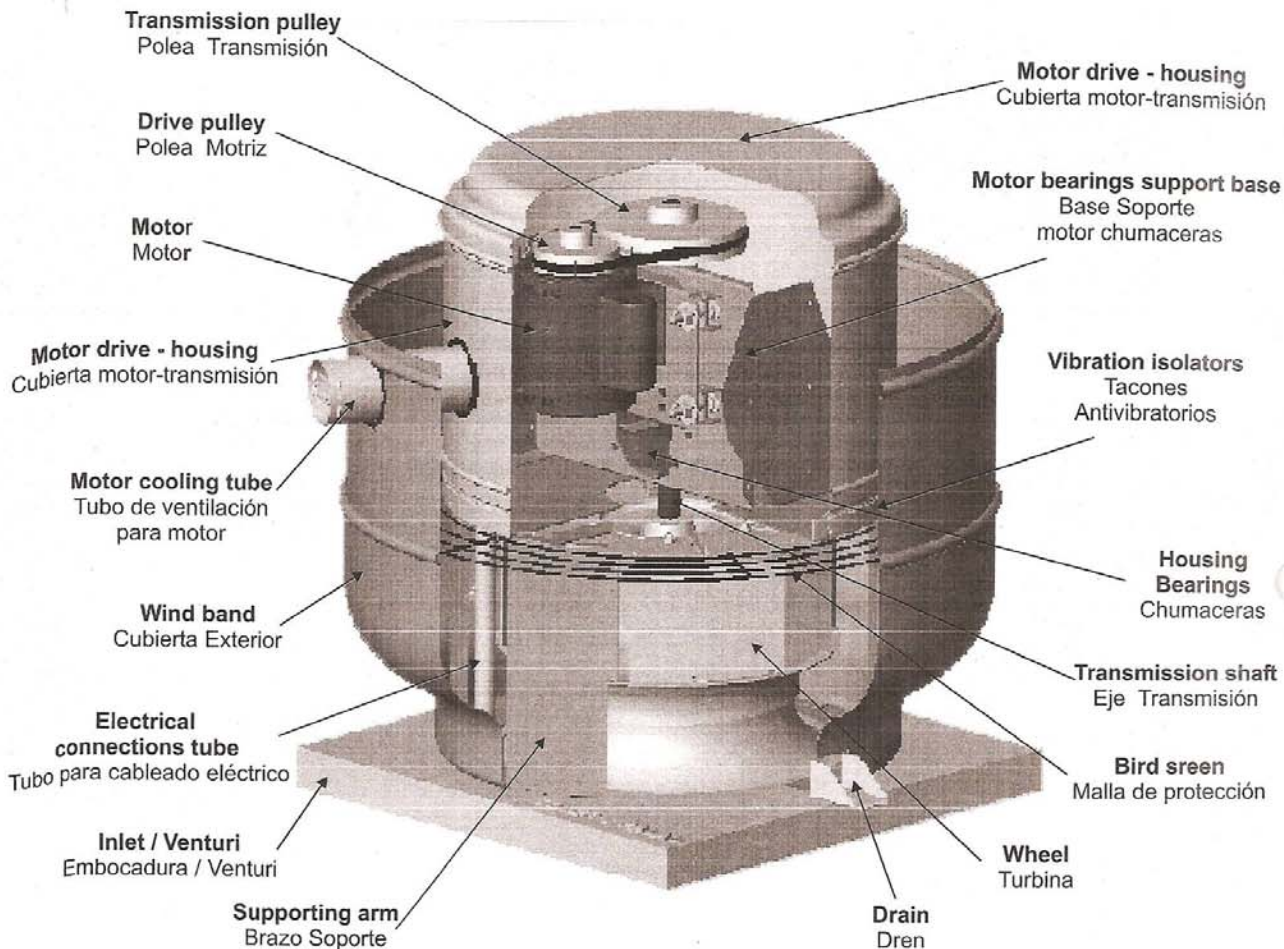
ELEMENTOS DE LOS EXTRACTORES

CRV

Centrifugal roof exhausters vertical discharge
Extractores Centrifugos de Tejado
descarga vertical



Product exploded view Despiece de Producto



Housing assembly is designed to provide protection against weather and to protect the motor and its internal components, also having easy opening for inspection and maintenance.

Three phase motors used are fabricated under NEMA (MG-1, 1998) specifications, also meeting IEEE; Std 112 (R-1996) utilized for efficiency determination.

Recognized trademark ball bearings, integrated in cast iron floor mounting bearing blocks, selected for long durability at the highest rated RPM.

Supporting base motor bearings is fabricated with high resistance galvanized steel.

Base motor assembly to the fan frame is supported by means of antivibration blocks in order to reduce sound level and possible vibration of drive which could be transferred to the structure of the system.

Venturi-propeller assembly is designed to provide great efficiency and sound level reduction.

Outlet-base is made of high resistance and large gage aluminum, which provides rigidity to the assembly. With welded corners for higher robustness.

In models 26-28-30 and 33 venturi inlet is made with highly rust resistant galvanized metal sheet.

CRV

Centrifugal roof exhausters vertical discharge
Extractores Centrifugos de Tejado
descarga vertical



Product exploded view Despiece de Producto

Forced ventilation during operation for motor cooling, with cooling blades which carry the air inside transmission housing through perforations made on the supporting plate between propeller and transmission base.

Protective mesh to avoid entrance of foreign objects.

Connection tube to facilitate electrical installation of the unit.

Top cover fabricated with high resistance aluminum.

* La cubierta externa en aluminio esta diseñada para proteger al motor y partes internas, con facilidad de apertura para su inspección y mantenimiento.

* El conjunto motor-transmisión se encuentra localizado en una sección independiente al flujo del aire. Integrando un conjunto para adecuada ventilación del motor.

* Los motores trifásicos empleados son fabricados bajo especificaciones NEMA (MG-1,1998) además de cumplir con el estándar de la IEEE; Std 112 (R-1996) empleado para la determinación de la eficiencia.

* Los rodamientos a bolas son de reconocida marca, integrados en chumaceras de fundición de metal para piso, seleccionadas para larga durabilidad a las más altas RPM de catálogo. La base soporte motor-chumaceras está fabricada en acero galvanizado de alta resistencia.

* El ensamble de base motor a la estructura del ventilador se encuentra soportada por medio de tacones antivibratorios para reducir el nivel sonoro y la posible vibración de la transmisión que se pudiera trasladar a la estructura del conjunto.

* El conjunto venturi-turbina está diseñado para proporcionar gran eficiencia y reducir el nivel sonoro.

* La base-embocadura se fabrica con aluminio de alta resistencia y grueso calibre que le permite dar rigidez al conjunto. Con esquinas soldadas para mayor robustez.

* En los modelos 26-28-30 y 33 la embocadura se fabrica en lámina de metal galvanizado de alta resistencia a la corrosión.

* El interior de la cubierta transmisión está aislado térmicamente para la protección de motor y partes internas del ventilador.

* Guarda de protección tipo OSHA para impedir la entrada de objetos extraños, protegida con un recubrimiento por proceso de electroforesis de alta resistencia a la corrosión.

* Tubo de conexión para facilitar la instalación eléctrica de la unidad.

* Cubierta superior fabricada en aluminio de alta resistencia.

* Dren integrado a conjunto Venturi-cubierta.

Nomenclature Nomenclatura

CRV - D/T - 10

1 2 3
C: Centrifugal Centrifugo
R: Series letter Siglas de la serie
V: Vertical Discharge Descarga Vertical

4 5
Model Modelo:
10, 12, 15, 18, 20,
22, 24, 26, 28, 30 y 33
D: Direct Directo
T: Transmission Transmisión

ELEMENTO PARA SUMINISTRO DE AIRE

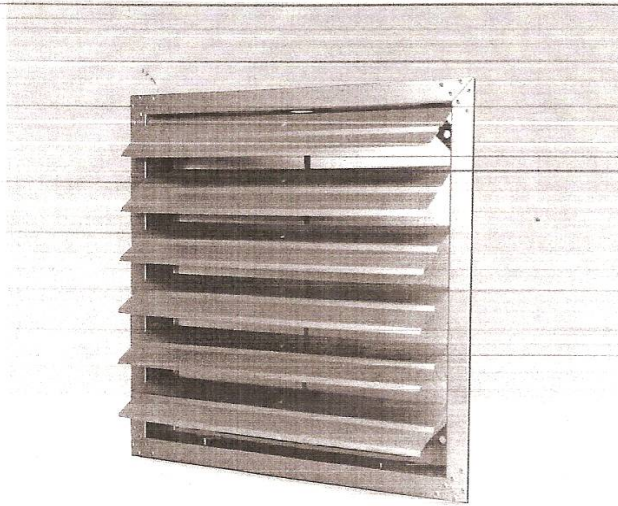


PER

PERSIANAS DE SOBREPRESION CON MECANISMO

Tamaños: 200, 250, 350, 400, 500,
630, 800, 1000, 1250 Y 1500

Modelos: PER/X-800 y PER/X-1000 para equipos HXA/P
Modelo: 1500 para equipos HZ-1500



Esta línea forma parte del grupo de accesorios que S&P pone a su disposición para los equipos de ventilación.

Estas persianas cuentan con un mecanismo de apertura, accionado por sobrepresión, este mecanismo logra una apertura simultánea para todas las palas de la persiana, ofreciendo un funcionamiento uniforme y silencioso.

Características Principales

Fabricación del marco de la persiana el lámina galvanizada con acabado en pintura electrostática en polvo color aluminio; palas de aluminio, mecanismo de apertura simultánea.

Los modelo PER/X-800 y PER/X-1000 están fabricados en materiales reforzados y su diseño es especial para manejar presiones más altas que las persianas convencionales.

El modelo 1500 está diseñado para el ventilador HZ, construido en 2 partes para facilidad de transporte. Reforzada y con altos calibres para poder ser usada en los ventiladores de tamaño 1500 mm de diámetro.

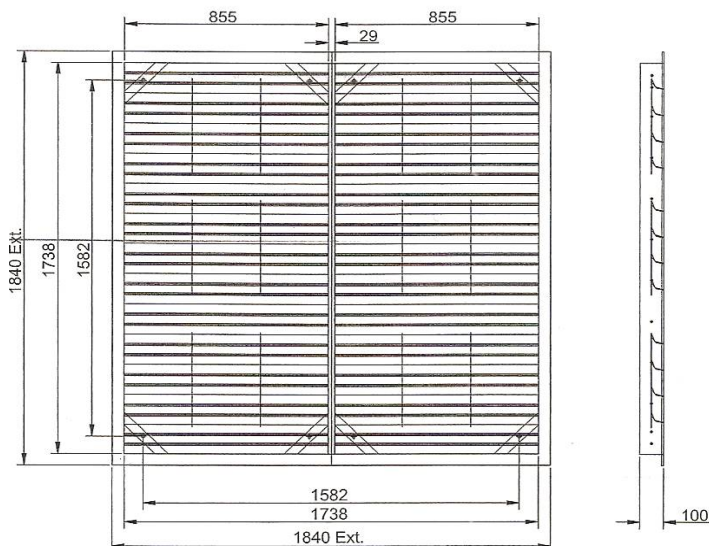
Montaje:

Se fijan directo sobre la pared exterior en 4 puntos de sujeción, las medidas coinciden directamente con el tamaño de los ventiladores.

No precisan mantenimiento salvo una limpieza periódica.

DIMENSIONES

Persiana 1500



REFERENCIA DE MODELOS

Modelo	Equipo
PER-200	HXM-200
PER-250	HXM-250
PER-350	HXM-350
PER-400	HX-400
PER-500	HX-500
PER-630	HX-630, HI-630
PER-800	HI-800
PER/X-800	HXA/P-800
PER-1000	HI-1000
PER/X-1000	HXA/P-1000
PER-1250	HI-1250
PER-1500	HZ-1500

ELEMENTO PARA SUMINISTRO DE AIRE MODELOS Y MEDIDAS



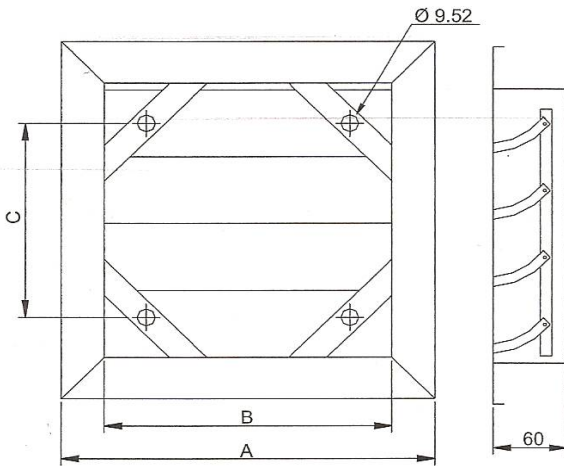
PER

PERSIANAS DE SOBREPRESION CON MECANISMO

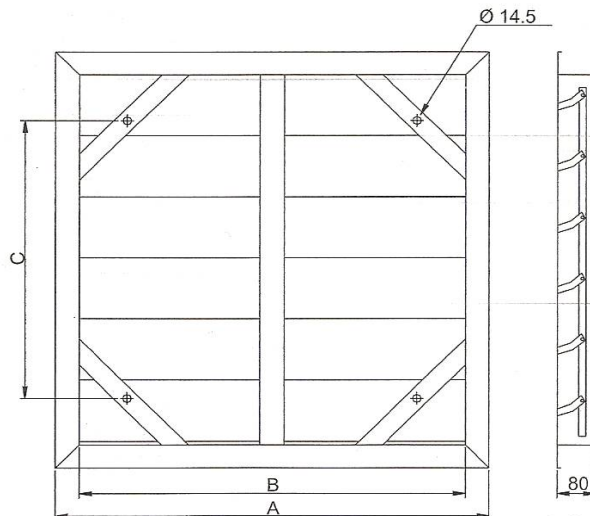
Tamaños: 200, 250, 350, 400, 500,
630, 800, 1000, 1250 Y 1500

Modelos: PER/X-800 y PER/X-1000 para equipos HXA/P
Modelo: 1500 para equipos HZ-1500

DIMENSIONES

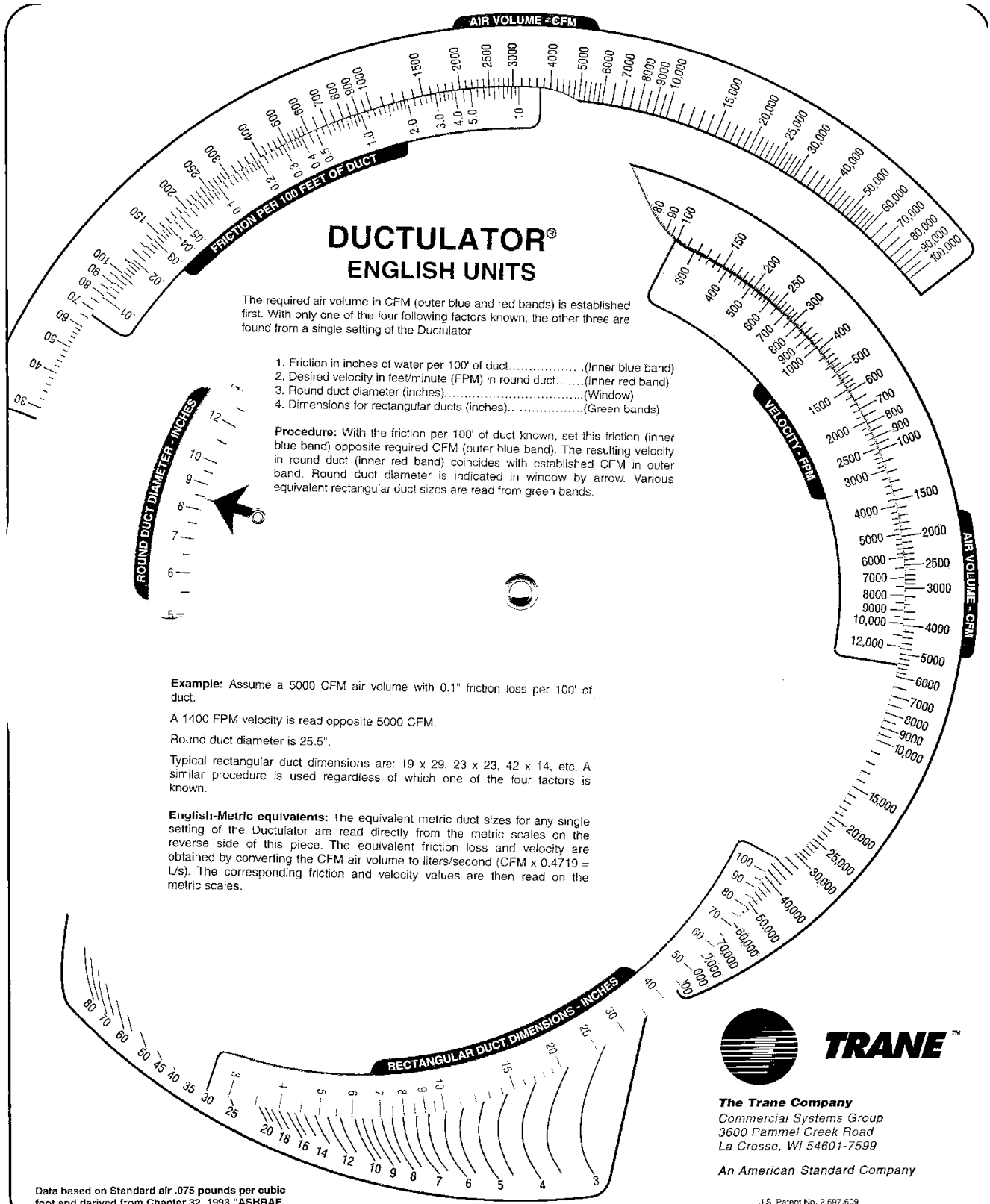


Código	A	B	C	No. de Aletas
PER-200	334	272	227	5
PER-250	395	333	273	7
PER-350	529	467	390	9
PER-400	559	497	417	6
PER-500	689	627	557	8



Código	A	B	C	No. de Aletas
PER-630	905	807	637	6/12
PER-800 / PER/X-800	1107	1007	835	8/16
PER-1000 / PER/X-1000	1273	1173	973	9/18
PER-1250	1555	1455	1252	11/122

DUCTULADOR



Data based on Standard air .075 pounds per cubic foot and derived from Chapter 32, 1993 "ASHRAE Handbook of Fundamentals"; used by permission.



The Trane Company
Commercial Systems Group
3600 Pammel Creek Road
La Crosse, WI 54601-7599

An American Standard Company

ESPECIFICACIONES DE LOS EXTRACTORES

CRV 20



MAIN FEATURES

RPM Maximum

Maximum BHP

Maximum motor frame size

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Máximas rpm: 1315 rpm

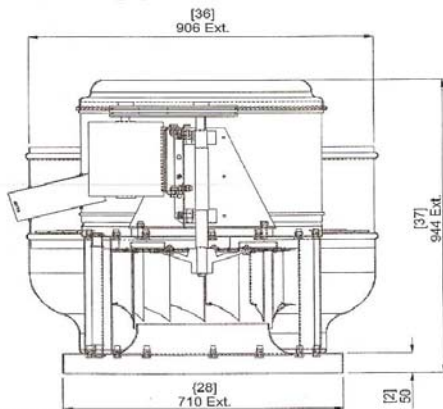
BHP Máximos: 2.23 HP

Armazón de motor máximo: 182 T

HP	RPM	Static pressure mmwg - inwg (PRESIÓN ESTÁTICA) mmcda - inwg																							
		0.000		3.175mm / .125"		6.35mm / .250"		9.525mm / .375"		12.7mm / .500"		15.875mm / .625"		19.05mm / .750"		22.225mm / .875"		25.4mm / 1.000"		31.75mm / 1.250"					
		m³/hr	CFM	m³/hr	CFM	m³/hr	CFM	m³/hr	CFM	m³/hr	CFM	m³/hr	CFM	m³/hr	CFM	m³/hr	CFM	m³/hr	CFM	m³/hr	CFM				
1/3	510	4467	2627	3700	2176	2835	1667																		
	625	5474	3219	4835	2843	4167	2450	3500	2058																
	650	5816	0.280	56.86	0.290	55.43	0.29	54.07	0.280																
1/2	685	6000	3528	5417	3185	4835	2843	4210	2475	3500	2058														
	710	6219	3657	5583	3283	5090	2993	4500	2646	3835	2255														
	740	6482	3811	5915	3476	5417	3185	4835	2843	4250	2499	3583	2107												
3/4	780	6832	4017	6250	3675	5794	3407	5460	3210	4751	2794	4100	2411												
	800	6935	0.54	63.46	0.56	62.44	0.57	61.34	0.57	60.31	0.59	59.88	0.550												
	830	7470	4120	6500	3822	6000	3528	5500	3234	5000	2940	4417	2597												
1	855	65.84	0.65	65.74	0.67	64.53	0.68	63.59	0.69	62.70	0.69	61.9	0.68	61.77	0.650										
	885	7489	4404	7000	4116	6500	3822	6070	3569	5600	3293	5090	2993	4500	2646										
	895	7839	4609	7334	4312	6930	4075	6500	3822	6000	3528	5900	3293	5000	2940	4540	2670								
1 1/2	910	68.24	0.81	68.24	0.83	67.24	0.84	66.75	0.85	65.53	0.85	64.87	0.85	64.30	0.84	64.42	0.800								
	940	7971	4687	7500	4410	7027	4132	6680	3928	6180	3634	5790	3405	5210	3063	4680	2752								
	980	8584	5047	8083	4753	7751	4558	7350	4322	6930	4075	6525	3937	6083	3577	5583	3283	5075	2984	4583	2695				
2	1000	70.23	1.06	69.99	1.10	69.43	1.12	68.85	1.13	68.30	1.13	67.81	1.13	67.05	1.13	66.56	1.12	66.46	1.090						
	1030	8759	5150	8340	4904	7915	4654	7500	4410	7167	4214	6751	3970	6334	3724	5835	3431	5345	3143						
	1060	70.88	1.13	70.45	1.15	69.99	1.17	70.15	1.20	68.85	1.20	68.24	1.20	67.70	1.20	67.14	1.18	66.95	1.16						
2	1120	9810	5768	9417	5537	9000	5292	8770	5157	8340	4904	8000	4704	7668	4509	7250	4263	6915	4066	6000	3528				
	1140	73.21	1.59	73.21	1.62	73.21	1.64	72.57	1.66	71.90	1.69	71.90	1.69	71.19	1.69	71.05	1.69	70.68	1.69	70.15	1.64				
	1165	9995	5871	9590	5639	9200	5410	8900	5233	8500	4998	8200	4822	7900	4645	7500	4410	7100	4175	6300	3704				
2	1190	73.82	1.68	73.82	1.71	73.21	1.73	72.57	1.75	72.57	1.77	72.57	1.77	71.90	1.77	71.90	1.77	71.19	1.77	71.19	1.77	70.68	1.75		
	1230	10204	6000	9600	5762	9500	5586	9100	5351	8800	5174	8400	4939	8100	4763	7800	4586	7400	4351	6000	3528				
	1230	73.82	1.79	73.82	1.82	73.21	1.84	73.21	1.85	72.57	1.88	72.57	1.90	71.90	1.90	71.90	1.90	71.19	1.90	71.19	1.90	70.61	1.87		

* Max. Static Pressure see performance curves. Ver curvas características para Presión Estática Máxima.

DIMENSIONS [in] DIMENSIONES mm



* Graphics don't include losses by transmission.
* Gráficas y tablas no incluyen pérdida por transmisión.

PERFORMANCE CURVES CURVAS CARACTERÍSTICAS

