



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

TRABAJO ESTRUCTURADO DE MANERA INDEPENDIENTE

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

TEMA:

**“ESTUDIO DE LAS CONDICIONES TÉRMICAS DE TRABAJO DE LOS
OPERADORES DE CALDERAS DEL HOSPITAL ALFREDO NOBOA
MONTENEGRO DE LA CIUDAD DE GUARANDA Y SU INCIDENCIA EN
EL ESTRÉS POR CALOR”**

AUTOR:

Egdo. Robalino Núñez Cesar Xavier

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Mg. Cristian Pérez

Ambato – Ecuador

2015

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de director de tesis de grado, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, con el tema: Estudio de las condiciones térmicas de trabajo de los operadores de calderas del hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda y su incidencia en el estrés por calor, elaborada por el señor Cesar Xavier Robalino Núñez egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Certifico:

- Que la presente tesis es original de su autor.
- Ha sido revisada en cada uno de sus capítulos.
- Está concluida y puede continuar con el trámite correspondiente.

Ambato, Abril del 2015.

.....
Ing. Mg. Cristian Pérez

Director de Tesis

AUTORÍA

El contenido del presente trabajo investigativo, así como sus ideas, opiniones, diseños, resultados y análisis, son exclusiva responsabilidad de su autor.

Ambato, Abril del 2015.

.....

Cesar Xavier Robalino Núñez

C.I: 1803460599

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida, salud y fortaleza para lograr alcanzar mis objetivos planteados.

A mi madre Marlene, a mi padre César, quienes constantemente me han alentado para poder culminar este proyecto, y a mis hermanos y hermanas quienes me han apoyado moralmente para seguir adelante en esta carrera educativa.

A la dueña de mi corazón Cristina quien ha estado en todo momento en las buenas y malas ayudándome a superar los obstáculos que se han ido presentando, y a mi hijito Matías que es la bendición de mi hogar.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Cristian Pérez, quien ha sido un gran apoyo incondicional para iniciar y culminar esta tesis, gracias a su invaluable guía y colaboración.

Al personal docente de la Carrera de Ingeniería Mecánica por todos los conocimientos impartidos a lo largo del trayecto de mi carrera educativa.

De igual manera a todas las personas que colaboraron moral o materialmente en la realización de esta tesis, a quienes quedo eternamente agradecido.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

CERTIFICACIÓN	II
AUTORÍA.....	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE GENERAL.....	VI
INTRODUCCIÓN	XV
CAPÍTULO I.....	- 1 -
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	- 1 -
1.1.- TEMA.....	- 1 -
1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	- 1 -
1.2.1.- CONTEXTUALIZACIÓN	- 1 -
1.2.2.- ANÁLISIS CRÍTICO.....	- 2 -
1.2.3.- PROGNOSIS.....	- 2 -
1.2.4.- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	- 2 -
1.2.5.- PREGUNTAS DIRECTRICES.....	- 3 -
1.2.6.- DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....	- 3 -
1.2.6.1.- DELIMITACIÓN TEMPORAL.....	- 3 -
1.2.6.2.- DELIMITACIÓN ESPACIAL.....	- 3 -
1.2.6.3.- DELIMITACIÓN DE CONTENIDO	- 4 -
1.3.- JUSTIFICACIÓN	- 4 -
1.4.- OBJETIVOS.....	- 4 -
1.4.1.- OBJETIVO GENERAL	- 4 -
1.4.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS	- 4 -
CAPÍTULO II	- 6 -
MARCO TEÓRICO.....	- 6 -
2.1.- ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	- 6 -
2.2.- FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA	- 7 -
2.3.- FUNDAMENTACIÓN LEGAL	- 7 -
2.4.- FUNDAMENTO TEÓRICO.....	- 7 -
2.4.1.- PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	- 7 -
2.4.2.- AMBIENTE TÉRMICO	- 8 -
2.4.3.- ESTRÉS TÉRMICO	- 9 -

2.4.4.- PRINCIPALES EFECTOS DE LAS ALTAS TEMPERATURAS SOBRE EL ORGANISMOS . -	10 -
2.4.5 FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS EFECTOS DE LA EXPOSICIÓN	11 -
2.4.6.1 ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE WBGT	12 -
2.4.6.2 CONSUMO METABÓLICO	13 -
2.4.6.3 GASTO ENERGÉTICO Y VALOR LÍMITE PERMISIBLE PARA ALTAS TEMPERATURAS	14 -
2.4.6.4 AISLAMIENTO TÉRMICO DEL VESTIDO (CLO)	16 -
2.4.6.5 GRADO DE RIESGO	19 -
2.4.6.6 FACTORES DE RIESGO	21 -
2.4.7 MÉTODO FANGER	22 -
2.4.7.1 REQUERIMIENTOS PARA EL CONFORT TÉRMICO	22 -
2.4.7.2. ÍNDICE DE VALORACIÓN MEDIO (IVM)	23 -
2.4.7.3. INFLUENCIA DE LA HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA RADIANTE.....	24 -
2.4.7.5. FACTOR DE CORRECCIÓN DEL IVM	25 -
2.4.7.6 VELOCIDAD DEL AIRE	25 -
2.4.7.7 PORCENTAJE DE PERSONAS INSATISFECHAS (PPI).....	26 -
2.5 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	27 -
2.5.- HIPÓTESIS.....	27 -
2.5.1.- SEÑALIZACIÓN DE VARIABLES.....	27 -
2.5.2.- VARIABLE INDEPENDIENTE	27 -
2.5.3.- VARIABLE DEPENDIENTE.....	27 -
2.5.4.- NEXO	27 -
CAPÍTULO III	28 -
METODOLOGÍA	28 -
3.1.- ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	28 -
3.2.- MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN	28 -
3.2.1.- BIBLIOGRÁFICA DOCUMENTAL	28 -
3.2.2.- DE CAMPO.....	28 -
3.3.- NIVELES DE INVESTIGACIÓN	29 -
3.3.1.- INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA.....	29 -
3.3.2.- INVESTIGACIÓN CORRELACIONAL	29 -
3.4.- POBLACIÓN	29 -
3.4.2.- MUESTRA	29 -

3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	30
3.5.1 Variable independiente.....	30
3.5.2. Variable dependiente.....	31
3.6. Recolección de información.....	32
3.6.1. Método de la observación científica.....	32
3.6.2. Procedimiento para recopilación de datos de la investigación	32
3.7. Procesamiento y análisis.....	32
CAPÍTULO IV.....	33
4.-ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	33
4.1- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	33
4.2. RESULTADOS	33
4.2.1 IDENTIFICACIÓN DE PELIGRO POR LA SOBRECARGA DE CALOR.....	33
4.2.2. MEDICIÓN DE ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR USANDO EL MÉTODO WBGT	35
4.2.2.1 INSTRUMENTACIÓN	36
4.2.3 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR REALIZADO A LOS OPERARIOS DE CALDERAS.....	41
4.3 DETERMINACIÓN DEL CONFORT TÉRMICO POR MEDIO DEL MÉTODO FANGER	42
4.3.1 PROPIEDADES TÉRMICAS DE LA VESTIMENTA.....	42
4.3.2 VELOCIDAD DEL AIRE RELATIVA POR ACTIVIDAD Y METABOLISMO.....	42
4.4 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	45
CAPÍTULO V	46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	46
5.1 CONCLUSIONES.....	46
5.1 RECOMENDACIONES.....	47
CAPÍTULO VI.....	48
PROPUESTA.....	48
6.1 DATOS INFORMATIVOS.....	48
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	49
6.2.1 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN	49
6.3 JUSTIFICACIÓN	50
6.4 OBJETIVOS.....	51
6.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	51
6.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	51
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	51

6.6 FUNDAMENTACIÓN	52
6.6.1 GENERALIDADES	52
6.6.2 CONCEPTO DE VENTILACIÓN	52
6.6.2.1 FUNCIONES DE LA VENTILACIÓN	52
6.6.2.2 TIPOS DE VENTILACIÓN	53
6.6.3 COMBINACIÓN DE SISTEMAS.....	53
6.6.3.1 EXTRACCIÓN DE AIRE	53
6.6.3.2 INYECCIÓN DE AIRE	53
6.6.4 SISTEMA DE VENTILACIÓN	54
6.6.4.1 TIPOS DE VENTILADORES	55
6.6.4.2 TEMPORIZADOR ON - DELAY	56
6.6.4.3 CONTACTOR	56
6.6.4.4 PULSADOR.....	57
6.6.4.5 EXTRACTOR AXIAL.....	57
6.7 DESARROLLO DE LA PROPUESTA	58
6.7.1 EL PROCESO DE DISEÑO CUENTA CON LOS SIGUIENTES PASOS.....	58
6.7.1.1 SELECCIÓN DEL VENTILADOR.....	58
6.7.1.2 DISEÑO DE ELEMENTOS MECÁNICOS	62
6.7.1.3 JUNTA DE SOLDADURA EN TE DEL ELEMENTO VIGA	64
6.7.1.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE SUJECIÓN.....	68
6.7.1.5 DISEÑO DE CONTROL ELÉCTRICO.....	73
6.7.1.6 PRUEBAS PERIÓDICAS DE COMPROBACIÓN DE UNA INSTALACIÓN	76
6.7.2 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN	77
6.7.2.1 INSTALACIÓN DEL CAJETÍN DE MANDO	78
6.7.2.2 INSTALACIÓN DE LOS EXTRACTORES	79
6.7.2.3 INSTALACIÓN DEL VENTILADOR PARA LA MEZCLA DE AIRE	79
6.7.2.4 COLOCACIÓN DE LA CANALETA	80
6.7.2.5 INSTALACIÓN DEL CABLEADO Y CONEXIÓN A LOS VENTILADORES.....	81
6.7.2.6 ENCENDIDO Y APAGADO DEL EQUIPO.....	81
6.7.2.7 TOMA DE DATOS CON EL EQUIPO A PLENO FUNCIONAMIENTO	82
6.7.3 MEDICIÓN DE LOS ÍNDICES DE TEMPERATURA WBGT CON EL SISTEMA DE VENTILACIÓN INSTALADO.....	83
6.7.4 DETERMINACIÓN DEL CONFORT TÉRMICO UTILIZANDO EL MÉTODO DE FANGER CON EL SISTEMA DE VENTILACIÓN INSTALADO.....	85

6.7.4.1 VELOCIDAD DEL AIRE	85
6.7.4.2 CALCULAMOS EL ÍNDICE DE VALORACIÓN MEDIA (IVM)	85
6.8 ADMINISTRACIÓN	87
6.8.1 ANÁLISIS ECONÓMICO	87
6.8.2 ANÁLISIS DE COSTOS.....	88
6.8.2.1 COSTOS DIRECTOS.....	88
6.8.3 FINANCIAMIENTO	91
6.8.3.1 INGRESOS AGREGADOS POR LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN	91
6.8.4 ESTADO DE RESULTADOS.....	92
6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	94
BIBLIOGRAFÍA	95
Páginas WEB.....	96

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1. Fórmulas para el cálculo del índice WBGT	- 12 -
Cuadro 2.2. Valores de las temperaturas WBGT admisibles.	- 14 -
Cuadro 2.3. Gasto energético por la posición y movimiento del cuerpo	- 15 -
Cuadro 2.4. Gasto energético por tipo de trabajo.....	- 15 -
Cuadro 2.5 Aislamiento térmico del vestido.....	- 18 -
Cuadro 2.6 Aislamiento térmico por prenda	- 19 -
Cuadro 2.8. Cálculo de temperatura radiante media por convección natural y forzada ..	- 25 -
Cuadro 2.9 velocidad del aire según la actividad.....	- 26 -
Cuadro 4.1 Número Ausentismos de operarios en un año relacionado con la exposición al calor	34
Cuadro 4.2 Determinación de la dosis de calor	35
Cuadro 4.3 Altura de las mediciones para determinación del índice WBGT.....	36
Cuadro 6.1 Selección del sistema de ventilación.....	50
Cuadro 6.2 Dosis de calor con el sistema de ventilación instalado	84
Cuadro 6.3 Velocidad del aire relativa	85
Cuadro 6.4 Índice de valoración media (IVM)	86
Cuadro 6.5 Índice de valoración media (IVM) corregido	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Valores de referencia de WBGT (ISO 7243).....	- 13 -
Tabla 2.2 Metabolismo basal en función de edad y sexo.....	- 16 -
Tabla 2.3: Valores límites permisibles de exposición al calor WBGT	- 21 -
Tabla 4.1 Mantenimiento preventivo	37
Tabla 4.2 Limpieza y revisión del equipo	38
Tabla 4.3 Cambio de filtros y limpieza de hollín.....	38
Tabla 4.4 Toma de temperaturas y control de válvulas	38
Tabla 4.5 Mantenimiento de banco de vapor y de distribución	38
Tabla 4.6 Dosis de calor en mantenimiento preventivo.....	39
Tabla 4.7 Limpieza y revisión del equipo	39
Tabla: 4.8 Cambio de filtros y limpieza de hollín.....	40
Tabla 4.9 Toma de temperaturas y control de válvulas	40
Tabla 4.10 Mantenimiento de banco de vapor y de distribución	41
Tabla 4.11 Tabla de resultados de la dosis de calor a la que están expuestos los trabajadores	41
Tabla 4.12 Aislamiento térmico según el tipo de vestido de los operarios de calderas.	42
Tabla 4.13 Velocidad del aire relativa por actividad y metabolismo.....	43
Tabla 4.14 Índice de valoración medio por trabajador	43
Tabla 4.15 Corrección del índice de valoración medio.....	44
Tabla 6.1 número de renovaciones de aire por hora	54
Tabla 6.2 Tipo de extractor bajo sobrepresiones estáticas	60
Tabla 6.3 Especificaciones técnicas extractor.....	60
Tabla 6.4 Dimensiones generales.....	61
Tabla 6.2 Costos de materiales directos	88
Tabla 6.3 Costo de elementos fabricados.....	89
Tabla 6.4 Mano de obra directa.....	89
Tabla 6.5 Costo maquinaria y equipos	90
Tabla 6.6 Gastos indirectos varios	90
Tabla 6.7 Costo total de la instalación	91
Tabla 6.8 Recuperación de dinero por tiempo aprovechado.....	92
Tabla 6.9 Tabla de amortización de la deuda.....	92
Tabla 6.10 Depreciación	92
Tabla 6.11 Proyección de estado de pérdidas y ganancias.....	93
Tabla 6.12 Calculo de flujo neto de caja.....	93

Tabal 6.13 Tasa mínima aceptable para el rendimiento del capital	93
Tabla 6.14 Cálculo valor actual neto y tasa interna de retorno	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 2.1 Aislamiento requerido para conformidad.	- 17 -
Figura 2.2. WBGT vs. Calor Metabólico	- 20 -
Figura 2.3. Valores permisibles de exposición al calor	- 20 -
Figura 2.4. Factor de corrección de humedad (Fh)	- 24 -
Figura 2.6 Cálculo del porcentaje de personas insatisfechas (PPI)	- 26 -
Figura 4.1 Medidor de temperatura WBGT	37
Figura 4.2 Porcentaje de personas insatisfechas (PPI)	44
Figura 6.1 Elementos fundamentales	55
Figura 6.2 Temporizador on - delay	56
Figura 6.3 Contactor 110V	56
Figura 6.4 Pulsador	57
Figura 6.5 Ventilador axial	57
Figura 6.6 Soporte de ventilador	62
Figura 6.7 Pieza empotrada por un extremo	62
Figura 6.8 Diagrama de cuerpo libre	63
Figura 6.9 Junta de soldadura en te del elemento viga	65
Figura 6.10 Fuerza y momento en la junta del elemento viga	66
Figura 6.11 Distancias de cada perno	69
Figura 6.13 frecuencias de pruebas prescritas normalmente según el tipo de instalación.	77
Figura 6.12 Proceso de instalación del sistema de ventilación	77

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 6.1 Cajetín	78
Foto 6.2 Extractores instalados	79
Foto 6.3 Instalación del ventilador para la mezcla de aire	80
Foto 6.4 Instalación de las canaletas	80
Foto 6.5 Instalación del cableado	81
Foto 6.7 Toma de datos	82

SIMBOLOGÍA

t_a: Temperatura seca del aire (°C)

TRM: temperatura radiante media (°C)

HR: humedad relativa (%)

IVM: Índice de valoración media

f_h: Factor de corrección de IVM en función de la humedad

f_r: Factor de corrección de IVM en función de TRM

ε: Coeficiente de emisividad (0.95)

T_g: temperatura del globo

V_a: velocidad del aire

d: diámetro del globo (4 cm)

PPI: Porcentaje de personas insatisfechas

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo consiste en el estudio de las condiciones térmicas a las que están sometidos los operarios de calderas del Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda y su incidencia en el estrés por calor, para el cual se ha propuesto un sistema de ventilación que presente parámetros de seguridad tanto estructural como funcional que brinde un confortable ambiente de trabajo.

La investigación partió de una serie de mediciones con el método WBGT que nos permite medir la cantidad de estrés térmico que soporta una persona en determinado ambiente laboral, y basado también en la Norma NTP 74 que indica el método Fanger para establecer el confort térmico libre de sobrecargas de calor. Posteriormente se obtuvo las dimensiones del local el cual va a ser objeto de estudio.

Una vez obtenidas las mediciones respectivas se procedió a calcular el índice de calor a la cual están sometidos los operarios y diseñar el sistema que nos brinde una excelente ventilación a la vez que nos permita una renovación constante del aire circulante, con lo cual se procedió a instalar un sistema que convine la correcta circulación y desalojo de aire caliente. En el diseño estructural, de sujeción y eléctrico se obtuvo esfuerzos que permitieron diseñar el soporte, el anclaje, motores y potencia requerida por el sistema implementado.

Conformado todos los diseños como: ergonómico, estructural, mecánico y eléctrico se ensambló el sistema de ventilación para luego ponerlo a prueba.

INTRODUCCIÓN

El estudio del estrés térmico está tomando fuerza en los últimos años interviniendo varias ramas de la ciencia como: Ingeniería, Medicina, arquitectura diseño, etc.; para acoplar máquinas y puestos de trabajo que garanticen la actividad de las personas en un ambiente seguro y confortable.

La aplicación de sistemas de ventilación permite una mayor movilidad, agilidad en el trabajo y diferentes actividades que se realizan con un gasto metabólico moderado esto conlleva a un sustancial aumento de la actividad disminuyendo las paras innecesarias debido al agotamiento por calor. En el presente estudio se tomó en cuenta normas como la NTP 74 y NTP 323 las cuales nos permiten identificar los índices de calor superiores a 1 lo que indica que los operarios están sometidos a altas dosis de calor para lo cual se debe diseñar un sistema que brinde confort térmico en el área de trabajo.

Todo el contenido de esta investigación llevo a determinar qué tan factible es la implementación de un sistema de ventilación-extracción de aire para reducir la temperatura dentro del área de calderas del Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda y brindando un ambiente confortable para realizar sus actividades con normalidad.

Como última parte espero que esta investigación sirva para aportar conocimientos y parámetros de diseño que ayuden a crear nuevos ambientes de trabajo que mejoren la calidad de vida de la sociedad.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.- TEMA

“ESTUDIO DE LAS CONDICIONES TÉRMICAS DE TRABAJO DE LOS OPERADORES DE CALDERAS DEL HOSPITAL ALFREDO NOBOA MONTENEGRO DE LA CIUDAD DE GUARANDA Y SU INCIDENCIA EN EL ESTRÉS POR CALOR”

1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1.- CONTEXTUALIZACIÓN

El estrés térmico por calor es la carga de calor que los trabajadores reciben y acumulan en su cuerpo y que resulta de la interacción entre las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y la ropa que llevan. El estrés térmico por calor no es un efecto patológico que el calor puede originar en los trabajadores, sino la causa de los diversos efectos patológicos que se producen cuando la carga de calor es excesiva.

En el Ecuador, la legislación vigente exige que en las empresas se realicen estudios para la identificación de los factores de riesgos presentes en las actividades que desarrollan sus trabajadores, sin embargo estas se lo realizan únicamente para cumplimiento legal y mas no con el objetivo de definir la situación real del puesto de trabajo y establecer medidas preventivas, esto es analizando de manera integral todos y cada uno de los riesgos a los que están expuestos los operarios de maquinaria que desprenda gran cantidad de calor.

Conocer la influencia del estrés térmico por calor en la salud de los operarios en el cuarto de máquinas del Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda permitirá identificar las variables que contribuyen a la aparición de estrés por calor y la prevención del mismo.

1.2.2.- ANÁLISIS CRÍTICO

El estrés térmico al que está expuesto un operario de calderas es la carga de calor que acumula en su cuerpo debido a la interacción entre las condiciones ambientales del puesto de trabajo, la actividad física que realiza así como también las características de la ropa que lleva.

Cuando se trabaja en condiciones de estrés térmico por calor durante mucho tiempo seguido, el operario de calderas se siente incómodo, apático, con disminución de la atención, aumentando la probabilidad de que existan accidentes laborales.

El estudio de las actividades que conllevan al estrés por calor, los factores de riesgo y el control de los mismos evitaran los posibles accidentes laborales en los operadores de calderas del Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda.

1.2.3.- PROGNOSIS

Al no realizar el estudio del estrés térmico por calor que genere medidas de prevención al sistema de trabajo, los trastornos sistémicos en los operadores de calderas del Hospital Alfredo Noboa Montenegro Guaranda seguirán causando molestias económicas y técnicas.

1.2.4.- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿La exposición a temperaturas elevadas es la principal causa que conlleva a la aparición de estrés por calor en los operadores de calderas del Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda?

1.2.5.- PREGUNTAS DIRECTRICES

- ¿Cuáles son los posibles trastornos sistémicos por calor en los operarios de calderas del Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda?

- ¿Cuál será el procedimiento adecuado para determinar las condiciones térmicas por calor de los operadores de calderas del Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda?

- ¿Qué método podrá determinar el confort térmico en el cuarto de calderas del Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda?

- ¿Cuáles son los niveles de metabolismo a los que se encuentran sometidos los operadores de calderas del Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda?

1.2.6.- DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.2.6.1.- DELIMITACIÓN TEMPORAL

La presente investigación se la realizará entre los meses de Agosto y Diciembre del 2014

1.2.6.2.- DELIMITACIÓN ESPACIAL

Esta investigación tendrá estudios en el cuarto de calderas del Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda, las mediciones de estrés térmico se lo realizara con equipos alquilados, la elaboración del informe se lo realizará en la ciudad de Ambato, provincia del Tungurahua, Ecuador.

1.2.6.3.- DELIMITACIÓN DE CONTENIDO

En el área de ergonomía el estudio estará enfocado al cálculo de la dosis por estrés térmico.

En el campo de Salud ocupacional el estudio abarcará los trastornos sistémicos.

1.3.- JUSTIFICACIÓN

Debido a que existe un alto número de lesiones en operarios de calderas en el Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda causadas por el calor se necesita el análisis de los diferentes factores relacionados y por qué no se cuenta con un plan de remediación y prevención de estrés por calor que determinaría el incumplimiento legal, multas e interrupción en las actividades normales, este trabajo intenta el control de esta situación.

El Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda consiente de las necesidades de gestión de seguridad se compromete a brindar las facilidades para este trabajo. Los operarios serán beneficiados directamente con los resultados de este estudio e indirectamente los pacientes de dicho hospital.

1.4.- OBJETIVOS

1.4.1.- OBJETIVO GENERAL

- Estudiar las condiciones térmicas de trabajo de los operadores de calderas del Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda y su incidencia en el estrés térmico para mejorar las condiciones laborales.

1.4.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los posibles trastornos sistémicos por calor en los operarios de calderas del Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda.

- Determinar las condiciones térmicas por calor de los operadores de calderas utilizando la norma: NTP 323/UNE EN 28996:1995 para comparar con los límites recomendados.

- Determinar el confort térmico en el cuarto de calderas del Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda utilizando el método de Fanger.

- Determinar los niveles de metabolismo a los que se encuentran sometidos los operadores de calderas del Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda para prevenir los efectos adversos relacionados con sobrecarga térmica.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.- ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda se ve en la necesidad de cumplir con las exigencias para desarrollar Sistemas, guías, e instructivos aplicativos que disminuyan el estrés por calor que los operarios de calderas sufren al desarrollar sus actividades normales por lo que este trabajo será prioritario.

Realizando una investigación minuciosa del material bibliográfico existente a todo lo que se refiere a estrés térmico y trastornos sistémicos por calor se encuentra que:

En el trabajo de investigación realizado por el **Ministerio de Trabajo y Seguridad Social de Colombia** el tema “**Reglamento Técnico Colombiano para Exposición a Sobrecarga Térmica**”. Realizado por el departamento de Sistemas de Riesgos Profesionales; se estudia el ámbito nacional los criterios, métodos, técnicas y procedimientos para la identificación, evaluación y las soluciones con métodos generales de control de la exposición ocupacional a altas temperaturas en los sitios de trabajo, donde se puedan presentar condiciones de trabajo que afectan la salud o la eficiencia de los trabajadores y prevenir los efectos adversos relacionados con sobrecarga térmica.

No se tiene referencias del desarrollo de un análisis de temperatura de trabajo a operadores de calderos y menos aún en el Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la

ciudad de Guaranda por lo que el presente estudio será referente para actividades similares.

2.2.- FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

Este estudio nos va a permitir tener paradigmas Críticos y Propositivos obteniendo así un estudio positivo para enfocarnos en el problema y solucionarlo de la mejor manera para implementar el sistema de prevención adecuado considerando varios factores.

2.3.- FUNDAMENTACIÓN LEGAL

La presente investigación va a cumplir con los siguientes requerimientos:

- Resolución 957 de Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo Art. 1, prevención de riesgos laborales.
- Decreto ejecutivo 2393 capítulo III artículo 53 en cuanto a que se debe procurar mantener, mediante mecanismos naturales o artificiales, condiciones atmosféricas que aseguren un ambiente cómodo para los trabajadores.
- Decreto ejecutivo 2393 capítulo III artículo 54 donde se debe evitar ambientes donde se superen los valores máximos de calor y procurar confort térmico de los trabajadores.

2.4.- FUNDAMENTO TEÓRICO

2.4.1.- PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

Una prevención activa está basada en evaluar los posibles riesgos e implementar planes de prevención, tiene un alto grado de complejidad pues es necesario analizar las probabilidades y las consecuencias de una gran cantidad de acontecimientos no deseados.

Sobre todo se debe poner especial énfasis en las actuaciones preventivas sobre las reparadoras, es decir remediar cualquier anomalía antes que se produzcan alteraciones en la salud de los operarios.

El compromiso de la junta directiva del Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda es cumplir reglamentos de prevención de riesgos laborales, los cuales deben incluir el cumplimiento de la legislación vigente promocionando una cultura de prevención, antes que remediación.

El cumplimiento de los operarios en la prevención, se debe lograr con el esfuerzo en informar, formar y participar.

Se debe realizar seguimiento permanente para hacer cumplir los reglamentos en si la política de prevención, al medir los resultados para averiguar si se lograron reducir los daños a la salud y el control de riesgos.

2.4.2.- AMBIENTE TÉRMICO

El ambiente de trabajo en el que se desempeñe un operario de calderas son las óptimas cuando su temperatura interna se mantiene en los límites fisiológicos normales, las condiciones de trabajo obligan al operario a realizar ajustes fisiológicos para lograr el equilibrio de temperatura conservándose en un rango normal. Estos ajustes causan molestias aunque se supone que estos ajustes fisiológicos previenen la sobrecarga de calor al sujeto y no provocan daños fisiológicos.

La influencia de un ambiente con temperaturas elevadas provoca el aumento de calor en su organismo como resultado de su actividad física y de las características del ambiente que le rodea.

Cuando el calor generado por el organismo no puede ser desalojado, se acumula en el interior del cuerpo y la temperatura de éste tiende a aumentar, originando problemas de índole sistemático.

2.4.3.- ESTRÉS TÉRMICO

El cuerpo humano está en un rango de temperatura que varía entre los 36 °C y 38 °C. Cuando la temperatura corporal varía fuera de este rango el cuerpo pone en marcha varios mecanismos para eliminar el exceso de calor. Pero si el cuerpo sigue recibiendo calor y no lo puede eliminar con la suficiente rapidez, la temperatura del cuerpo aumenta y el operario sufre de estrés térmico.

La agresión térmica en un organismo puede ser la causa de estrés térmico lo cual produce graves trastornos si no se toman medidas correctivas a tiempo, por eso es necesario limitar la exposición a altas temperaturas o introducir mecanismos que mitiguen y hagan más soportable y seguro el trabajo de los operadores de calderas.

LOGROÑO (2010) Instituto Riojano de Salud Laboral enuncia que: “El tiempo de exposición (duración de trabajo) si es largo, aun cuando el estrés térmico no sea muy elevado, el trabajador puede acumular una cantidad de calor peligrosa”. La falta de aclimatación es uno de los mayores riesgos que corre un trabajador de sufrir estrés térmico, ya que puede tener daños fisiológicos en las mismas condiciones de calor que no son dañinas para sus compañeros que han tenido una correcta aclimatación.

Los valores referenciales sobre las condiciones térmicas para establecimientos que tengan instalaciones adecuadas para un correcto desempeño de los trabajadores están reguladas por el decreto 486/1997, de 14 de Abril, en el cuál se establece disposiciones de seguridad y salud en los lugares de trabajo, en el anexo 3 punto 3.3 cita: En lugares de trabajo cerrados deberá cumplirse lo siguiente:

- 1) La temperatura de lugares que se realicen trabajos ligeros y además sean cerrados la temperatura debe estar comprendida entre los 14 y 25° centígrados.

- 2) El porcentaje de humedad relativa debe estar comprendida entre el 30 y 70%.

- 3) Los trabajadores no deben estar expuestos a corrientes de aire cuya velocidad no exceda los 0.25 m/s en ambientes no calurosos, pero este límite no se aplica en corrientes de aire utilizadas para evitar estrés en exposiciones intensas de calor.

Las personas mantienen un equilibrio térmico en sus cuerpos gracias a mecanismos reguladores internos que permiten regular su temperatura basal la temperatura normal se mantiene en 37 °C con unas pequeñas variaciones de 0.5 °C también depende de cada persona esta variación. Las variaciones de temperatura pueden provocar alteraciones de tipo fisiológico, que mientras no superen los 39 °C y no disminuyan de los 34 °C no implica trastornos graves en la salud de las personas.

2.4.4.- PRINCIPALES EFECTOS DE LAS ALTAS TEMPERATURAS SOBRE EL ORGANISMOS

Cuando los trabajadores laboran en condiciones de estrés térmico aparecen consecuencias indeseables por la acumulación de calor en el cuerpo, el primer síntoma es una sensación de “tener calor”. Rápidamente el organismo trata de disipar el exceso de calor con el mecanismo de termorregulación fisiológica los primeros síntomas son sudar, aumenta el flujo de sangre hacia la piel, si la cantidad de trabajo es constante y en condiciones de calor alto el trabajador comienza a sentirse incómodos, apáticos con la capacidad de percepción, de atención y memoria disminuida. En estas condiciones aumenta significativamente la probabilidad de que ocurra un accidente de trabajo.

La temperatura normal media de un ser humano es de 37 °C y no se debe exceder la carga de calor en trabajadores, especialmente los que tienen cargas de trabajo alto sin periodos regulares de descanso. El calor cedido por el organismo al medio ambiente es relativamente inferior al recibido o producido por el metabolismo basal más trabajo es cuando comienza a funcionar mecanismos para disipar el calor.

- **Vasodilatación sanguínea:** aumento del intercambio de calor al aumentar el flujo de sangre por las arterias con el fin de evacuar el calor.
- **Activación:** apertura de las glándulas sudoríparas: aumento del intercambio de calor por cambio de estado de sudor de líquido a vapor.
- **Aumento de la circulación sanguínea periférica:** Puede llegar a 2,6 lt/m² aumentando los latidos y el consumo de oxígeno.
- **Cambio electrolítico de sudor:** la pérdida de NaCl puede llegar a 15 gr/lt.

2.4.5 FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS EFECTOS DE LA EXPOSICIÓN

Los principales factores que influyen para que los efectos causados por la exposición de calor sean más pronunciados, son factores externos como el aire el cual permite el intercambio calórico entre al operario y el ambiente laboral al facilitar la transmisión por convección. También una variable que facilita o dificulta el intercambio de calor del operario al ambiente es la humedad relativa, al permitir o no la evaporación del sudor del operario para equilibrar su temperatura.

El gasto físico que provoca el realizar un trabajo, al igual que las posturas que realiza un operario y el movimiento de su cuerpo, es la causa directa que origina un gasto energético en el operario y el tiempo de exposición que se entiende como el régimen de trabajo a altas temperaturas incidiendo directamente en el valor límite permitido, también debe tomarse en cuenta la susceptibilidad individual de cada persona el cual está directamente relacionado a condiciones y antecedentes personales.

2.4.6 ÍNDICE WBGT (TEMPERATURA DE GLOBO Y BULBO HÚMEDO)

El índice WBGT es un índice basado en la combinación de las cargas de calor ambiental y cargas de calor metabólico. (NTP 322)

Las cargas de calor ambiental son representadas por indicadores de temperatura de bulbo húmedo, temperatura de globo y temperatura de bulbo seco estos indicadores se toman en cuenta cuando el trabajo se realiza en ambientes abiertos bajo la influencia de la luz solar.

El calor metabólico es la suma de actividades físicas que desarrolla una persona con respecto al trabajo y actividades del metabolismo basal.

2.4.6.1 ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE WBGT

Este indicador consiste en la ponderación fraccionada de las temperaturas húmedas de globo y a veces temperaturas secas:

Cuadro 2.1. Fórmulas para el cálculo del índice WBGT

DESCRIPCIÓN	FÓRMULA
En exteriores (con exposición solar)	$WBGT = 0.7*TBH + 0.2*TG + 0.1 TBS (°C)$
En interiores (sin exposición solar – a la sombra)	$WBGT = 0.7*TBH + 0.2*TG (°C)$
Con temperatura variable se deben tomar tres mediciones tobillos, abdomen, cabeza.	$\frac{WBGT(\text{cabeza})+2*WBGT(\text{ABDOMEN})+WBGT(\text{TOBILLOS})}{4}$

(FUENTE: NORMA NTP 322)

Tabla 2.1. Valores de referencia de WBGT (ISO 7243)

Metabolismo	Metabolismo, M		Valores máximos WBGT			
	Metabolismo W/m ²	Para una persona de 1.80 m ²	personas aclimatadas (°C)		Personas no aclimatadas (°C)	
0(descanso)	M < 65	M < 117	33		32	
1	65 < M < 130	117 < M < 234	30		29	
2	130 < M < 200	234 < M < 360	28		26	
3	200 < M < 260	360 < M < 468	Mov. aire no sensible 25	Mov. aire sensible 26	Mov. aire no sensible 22	Mov. aire sensible 23
4	M > 260	M > 468	23	25	18	20

(Fuente: Mondelo, Pedro. Ergonomía 2. Confort y Estrés Térmico. Alfaomega –UPC. México. 2001. Pág. 109).

- **TBS (Temperatura de bulbo seco o de referencia °C):** Es la temperatura que se obtiene con un termómetro de mercurio sin restringir la circulación de aire, pero el cual se halla apantallado de la radiación, esta medición se puede obtener con un termómetro convencional y se utiliza como comparación y tiene importancia cuando se la realiza en exteriores con carga solar.
- **TBH (TEMPERATURA HÚMEDA °C):** Con esta temperatura se trata de evaluar la velocidad a la que un trabajador está perdiendo agua a causa de la exposición al calor.
- **TG (TEMPERATURA DEL GLOBO °C):** Es la temperatura a la que está expuesta una persona por radiación teniendo como fuente de calor una zona cercana a la que este realiza sus actividades.

2.4.6.2 CONSUMO METABÓLICO

MONDELO (1999) en su libro Ergonomía 2 Confort y estrés térmico menciona:” El metabolismo es la suma de todas las reacciones químicas que se producen en el organismo gracias a la combustión de los alimentos con el oxígeno y que prácticamente toda esta energía metabólica se convierte en calor dentro del cuerpo”. (pág. 54)

El consumo metabólico se puede medir por la cantidad de oxígeno que una persona consume y luego se lo puede comparar en tablas que ofrecen información sobre el consumo de energía durante el trabajo.

Estas tablas relacionan el tipo de trabajo dándole un valor de consumo metabólico a cada uno de ellos, también se puede determinar el consumo metabólico tomando en cuenta el metabolismo basal de cada persona el cual como norma general se considera 1 Kcal/min para la población laboral, también debe tomarse en cuenta el tipo de trabajo, la posición y movimiento del cuerpo.

2.4.6.3 GASTO ENERGÉTICO Y VALOR LÍMITE PERMISIBLE PARA ALTAS TEMPERATURAS

Cuadro 2.2. Valores de las temperaturas WBGT admisibles.

RÉGIMEN TRABAJO-DESCANSO	CARGA SE TRABAJO Kcal/hr		
	LIGERO 200 Kcal/hora o menos	MODERADO 200 Kcal/hora 300 Kcal/hora	PESADO Más de 200 Kcal/hora
Trabajo continuo	30.0 °C	26.7 °C	25.0 °C
75% trabajo – 25% descanso(cada/hora)	30.6 °C	28.0 °C	25.9 °C
50% trabajo – 50% descanso(cada/hora)	31.4 °C	29.4 °C	27.9 °C
25% trabajo – 75% descanso(cada/hora)	32.2 °C	31.1 °C	30.0 °C

(Fuente: Mondelo, Pedro. Ergonomía 2. Confort y Estrés Térmico. Alfa omega –UPC. México. 2001. Pág. 109).

Cuadro 2.3. Gasto energético por la posición y movimiento del cuerpo

Posición del cuerpo	Metabolismo (W/m ²)
Sentado	10
Arrodillado	20
Agachado	20
De pie	25
De pie inclinado	30

(Fuente: Mondelo, Pedro. Ergonomía 2. Confort y Estrés Térmico. Alfaomega –UPC. México. 2001. Pág. 62).

Cuadro 2.4. Gasto energético por tipo de trabajo.

Tipo de trabajo	Metabolismo (W/m ²)	
	Valor medio	Intervalo
Trabajo con las manos		
Ligero	15	< 20
Medio	30	20 – 35
Intenso	40	> 35
Trabajo con un brazo		
Ligero	35	< 45
Medio	55	45 – 65
Intenso	75	> 65
Trabajo con dos brazos		
Ligero	65	< 75
Medio	85	75 - 95
Intenso	105	> 95
Trabajo con el tronco		
Ligero	125	< 155
Medio	190	155 - 230
Intenso	280	230 – 330
Muy intenso	390	> 330

(Fuente: Mondelo, Pedro. Ergonomía 2. Confort y Estrés Térmico. Alfaomega –UPC. México. 2001. Pág. 61).

Tabla 2.2 Metabolismo basal en función de edad y sexo

Varones		Mujeres	
Años de edad	Wattios/m ²	Años de edad	Wattios/m ²
6	61,480	6	58,719
7	60,842	6,5	58,719
8	60,065	7	56,979
8,5	59,392	7,5	55,494
9	58,626	8	54,520
9,5	57,327	8,5	53,940
10	56,260	9 – 10	53,244
10,5	55,344	11	52,502
11	54,729	11,5	51,968
12	54,230	12	51,365
13 - 15	53,766	12,5	50,533
16	53,035	13	49,764
16,5	52,548	13,5	48,836
17	51,968	14	48,082
17,5	51,075	14,5	47,258
18	50,170	15	46,516
18,5	49,532	15,5	45,704
19	49,091	16	45,066
19,5	48,720	16,5	44,428
20 – 21	48,059	17	43,871
22 - 23	47,351	17,5	43,384
24 - 27	46,678	18 - 19	42,618
28 - 29	46,180	20 - 24	41,969
30 - 34	45,634	24 - 44	41,412
35 – 39	44,869	45 - 49	40,530
40 – 44	44,080	50 – 54	39,394
45 – 49	43,349	55 – 59	38,489
50 – 54	42,607	60 – 64	37,828
55 – 59	41,876	65 – 69	37,468
60 – 64	41,157		
65 – 69	40,368		

(Fuente: FARRER. Manual de Ergonomía II. Fundación MAPFRE, Madrid, España: Editorial MAPFRE S.A. Madrid)

2.4.6.4 AISLAMIENTO TÉRMICO DEL VESTIDO (CLO)

La importancia de usar vestimenta apropiada por parte de los trabajadores garantiza un adecuado aislamiento térmico evitando golpes de calor por radiación externa, pero existe el riesgo que no se evacue el calor al exterior provocando estrés térmico al trabajador.

La unidad de medida para cuantificar el aislamiento térmico es “clo” lo cual define una vestimenta adecuada y confortable para una persona durante 8 horas, sin influencia de radiación solar con una humedad relativa del 50% y una temperatura de 20 °C.

MONDELO (1999) en su libro Ergonomía 2 Confort y estrés térmico menciona: (El “clo” es la medida de aislamiento proporcionado por la ropa. Se tiene que 1 “clo” es igual a 0.16 °C por Watt y por metro cuadrado del área superficial del cuerpo). (pág. 16)

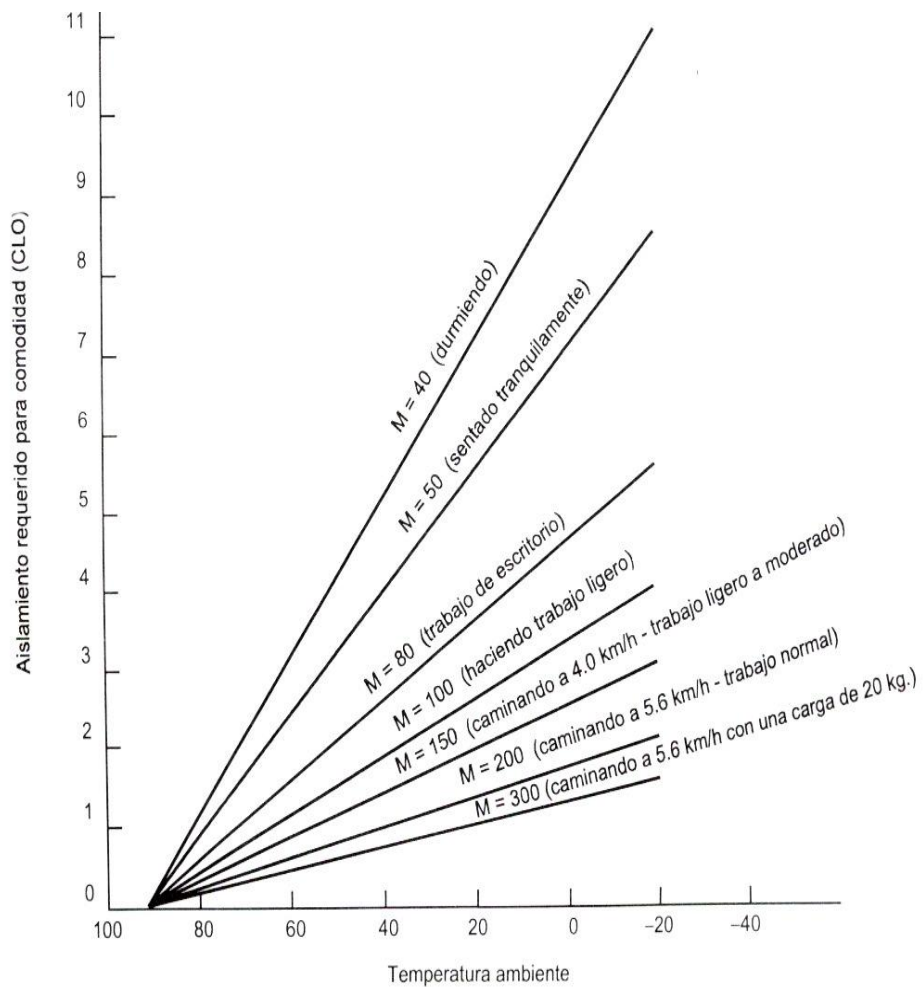


Figura. 2.1 Aislamiento requerido para conformidad.

(Fuente: Niebel, Benjamín W. Ingeniería Industrial. Métodos, Tiempos y Movimientos. Novena Edición. Alfaomega. Pág. 278.)

Cuadro 2.5 Aislamiento térmico del vestido

Tipo de Vestido	Iclo	
	(Clo)	(m ² . °C/W)
Desnudo	0.0	0.000
Pantalones cortos	0.1	0.015
Conjunto tropical: Pantalones cortos, camisa de manga corta Abierta, calcetines finos, sandalias y calzoncillos.	0.3	0.045
Conjunto ligero de verano: Pantalones largos ligeros, camisa de manga corta ligera, calcetines finos, zapatos y calzoncillos.	0.5	0.078
Ropa de trabajo ligera: Ropa interior, camisa de manga larga, pantalones de vestir, Calcetines de lana y zapatos.	0.7	0.108
Conjunto de invierno de interior: Ropa interior, camisa de manga larga, pantalones de vestir, Chaqueta o jersey de manga larga, calcetines de invierno y zapatos.	1.0	0.155
Conjunto completo de trabajo en interiores tradicional europeo: Ropa interior, camisa, traje incluyendo chaqueta, pantalones y chaleco, calcetines de lana y zapatos.	1.5	0.232

Fuente: Mondelo, Pedro. Ergonomía 2. Confort y Estrés Térmico. Alfaomega – UPC. México. 2001. (Tomada del ProgramaSpring 3.0).

Cuando el aislamiento no se encuentra en conjunto se puede utilizar la siguiente ecuación.

$$I_{cl} = 0.82 * \sum I_{cli} \tag{Ec. 2.1}$$

I_{cl} =Aislamiento térmico del vestido

$\sum I_{cli}$ = Sumatoria aislamiento térmico del vestido

Cuadro 2.6 Aislamiento térmico por prenda

TIPO DE PRENDA	Aislamiento (CLO)	TIPO DE PRENDA	Aislamiento (CLO)
Ropa interior		- Vestido de manga corta	0.29
- Sujetador + tanga	0.04	- Vestido de manga larga de verano	0.29
- Sujetador + media hasta la rodilla + tanga	0.06	- Vestido de manga larga de invierno	0.40
- Tanga hombre	0.03	Jerseys	
- Calzoncillo corto	0.04	- Ligero manga corta con cuello en V de algodón	0.20
- Calzoncillo media pierna	0.08	- Ligero manga corta con cuello en V sintético	0.25
- Camiseta de tirantes de algodón	0.06	- Ligero de manga larga sintético	0.28
- Camiseta de algodón	0.10	- De manga larga sin cuello de lana	0.36
- Camiseta manga larga de algodón	0.12	Varios	
Camisas y Blusas		- Overol	0.52
- Polo de manga corta	0.17	- Chaqueta de trabajo sintética	0.21
- Camisa de manga corta	0.19	- Chaqueta de trabajo de algodón	0.26
- Camisa de manga larga ligera	0.20	- Blusa de laboratorio	0.35
- Camisa de manga larga normal	0.25	- Smoking: de verano	0.13
- Camisa de manga larga de franela	0.34	- Smoking: de invierno	0.45
- Blusa sin cuello	0.25	- Chaleco	0.13
Pantalones		Zapatos - Calcetines	
- Pantalones cortos de algodón	0.08	- Calcetines finos	0.02
- Pantalón ligero	0.20	- Calcetines gruesos	0.05
- Pantalón normal	0.25	- Media pierna finos	0.03
- Pantalón de franela	0.28	- Media pierna gruesos	0.10
- Pantalón-peto con tirantes	0.28	- Zapatos	0.03
Faldas y Vestidos		- Zapatillas de deporte	0.02
- Falda altura rodilla de verano	0.15	- Guantes gruesos	0.08
- Falda altura rodilla de invierno	0.23		

(Fuente: Mondelo, Pedro. Ergonomía 2. Confort y Estrés Térmico. Alfaomega –UPC. México. 2001)

2.4.6.5 GRADO DE RIESGO

CHINER, (2004.) Laboratorio de Ergonomía: “Es la relación entre la carga térmica soportada en WBGT y la carga máxima que puede soportar el trabajador”

- Grado de riesgo > 1: El trabajador se encuentra sobre-expuesto a altas temperaturas.
- Grado de riesgo = 1: El trabajo se encuentra en el lumbral
- Grado de riesgo < 1: El trabajador no se encuentra sobre-expuesto a altas temperaturas.

Otro método para poder determinar si la persona se encuentra por encima del promedio y está expuesto a riesgos de estrés por calor o se encuentra por debajo de la curva gráfica y el trabajador se encuentra en condiciones óptimas.



Figura 2.2. WBGT vs. Calor Metabólico

(FUENTE: NTP 322)

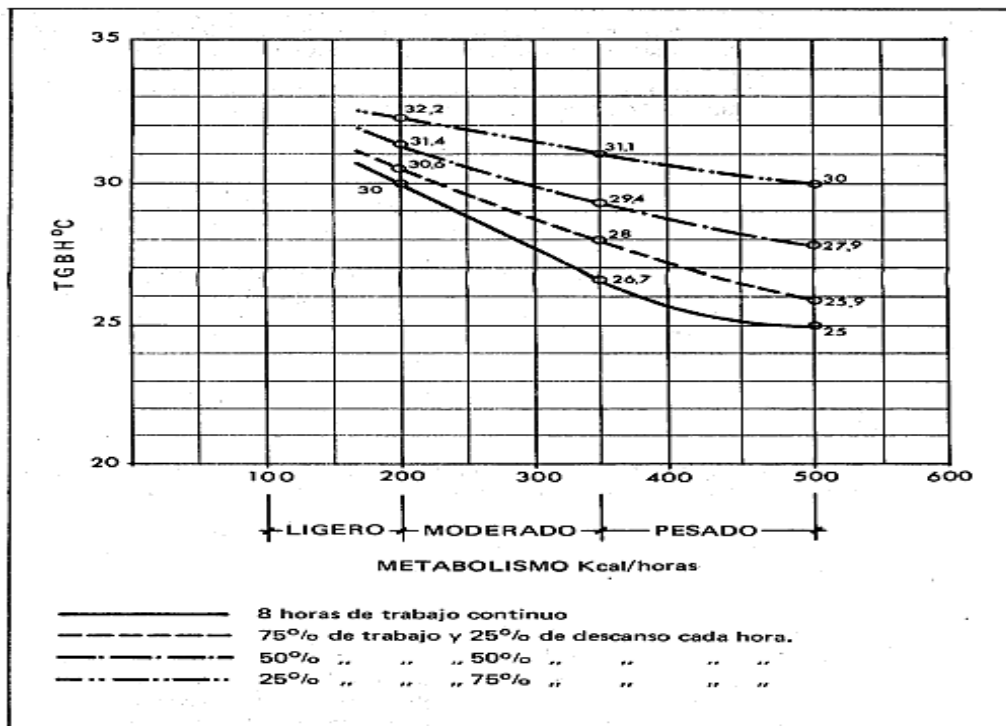


Figura 2.3. Valores permisibles de exposición al calor

(Fuente: NTP 323)

Tabla 2.3: Valores límites permisibles de exposición al calor WBGT

Régimen de trabajo – descanso	Carga de trabajo		
	Liviano	Moderado	Pesado
Trabajo continuo	30,0	26,7	25,0
75% Trabajo 25% Descanso cada hora	30,6	28,0	25,9
50% Trabajo 50% Descanso cada hora	31,4	29,4	27,9
25% Trabajo 75% Descanso cada hora	32,2	31,1	30,0

(Fuente: FARRER. Manual de Ergonomía II. Fundación MAPFRE, Madrid, España: Editorial MAPFRE S.A. Madrid.)

2.4.6.6 FACTORES DE RIESGO

Dado que todas las personas reaccionan de diferente manera tanto sus organismos como el tipo de trabajo y la falta de aclimatación son algunos factores que con llevan a que el trabajador esté más propenso a sufrir estrés por calor a continuación se enumeraran algunos de estos factores:

- Falta de aclimatación: Es la capacidad de un cuerpo de adaptarse a condiciones de calor, la persona que trabaja en condiciones de calor extremo es menos propenso a sufrir problemas de salud causados por el calor que una que no lo hace con regularidad.
- Mal estado físico: las personas que llevan una vida activa y cuidan su estado físico tienen la capacidad de lidiar con el calor y teniendo menos probabilidades de sufrir trastornos causados por el calor.
- Obesidad: El mal estado físico conlleva al aumento de grasa el cual sirve como aislante térmico evitando que la disipación de calor sea más lenta.
- Edad: Personas con edades comprendidas entre los 40 y 65 años tienen menos capacidad de lidiar con calor el ritmo cardíaco es más lento por lo que la evacuación de calor es tardía al igual que la sudoración.

- Enfermedades o tratamientos médicos: las enfermedades disminuyen la capacidad de las persona de enfrentar el calor como pueden ser fiebres o malestares generales incluso medicamentos lo cual exponen a la persona a sufrir trastornos causados por el calor.

2.4.7 MÉTODO FANGER

El método Fanger es un método que calcula el confort térmico tomando en cuenta las variables que influyen en los intercambios térmicos hombre medio ambiente, las variables son: nivel de actividad, características del vestido, temperatura seca, humedad relativa, temperatura radiante media y velocidad del aire.

2.4.7.1 REQUERIMIENTOS PARA EL CONFORT TÉRMICO

La primera condición que debe cumplirse para que una situación llegue a ser confortable es que se satisfaga la ecuación del balance térmico; en otras palabras, es necesario que los mecanismos fisiológicos de la termorregulación sean capaces de llevar al organismo aun estado de equilibrio térmico entre la ganancia de calor (de origen ambiental y metabólico) y la eliminación del mismo. NTP 18.82.

El resultado de las investigaciones de Fanger muestran que la temperatura de la piel y la cantidad de sudor que una persona produce en un ambiente donde la temperatura sea confortable no son directamente proporcionales a la cantidad de actividad que realice es decir la temperatura de la piel desciende cuando la cantidad de sudor evaporado aumenta con la actividad, esto debe tomarse en cuenta cuando las condiciones de trabajo son confortables.

Fanger tomando las diferentes variables que establecen las situaciones de equilibrio térmico al cual llamó “ecuación de confort” las cuales son tres:

- Características del vestido: tomando en cuenta aislamiento y área total del mismo.
- Características del tipo de trabajo: carga térmica, metabólica y velocidad del aire.

- Características del ambiente: temperatura seca, temperatura radiante media, presión parcial del vapor de agua en el aire y velocidad del aire.

2.4.7.2. ÍNDICE DE VALORACIÓN MEDIO (IVM)

El índice de valoración medio nos indica los grados de exposición a diferentes ambientes térmicos pasando desde lo más frío hasta lo extremadamente caluroso empleando las siguientes ecuaciones: (Fuente: Mondelo, Pedro. Ergonomía 2. Confort y Estrés Térmico. Alfaomega –UPC. México. 2001.)

$$IVM = (0.303 * e^{-0.036 * M} + 28) \{ M - 3.05 * 10^{-3} [5733 - 6.99 * M - pa] - 0.42 [M * 58.15] - 1.7 * 10^{-15} M (5867 - pa) - 0.0014 M (34 - ta) - 3.96 * 10^{-8} f_{clo} [(t_{clo} + 273)^4 - (TRM + 273)^4] - f_{clo} * hc (t_{clo} - ta) \} \quad (Ec. 2.1)$$

Dónde:

$$t_{clo} = 35.7 - 0.028(M) - 0.155 * I_{clo} [3.96 * 10^{-8} f_{clo} \{ (t_{clo} + 273)^4 - (TRM + 273)^4 \} + f_{clo} * hc (t_{clo} - ta)] \quad (Ec. 2.2)$$

$$hc = 2.38 (t_{clo} - ta)^{0.25} \text{ para } 2.38 (t_{clo} - ta)^{0.25} < 12.1 Va^{0.5} \quad (Ec. 2.3)$$

$$hc = 12.1 * Va^{0.5} \text{ para } 2.38 (t_{clo} - ta)^{0.25} > 12.1 Va^{0.5} \quad (Ec. 2.4)$$

$$f_{clo} = 1.00 + 0.2 * I_{clo} \text{ para } I_{clo} < 0.5 clo \quad (Ec. 2.5)$$

$$f_{clo} = 1.05 + 0.1 * I_{clo} \text{ para } I_{clo} > 0.5 clo \quad (Ec. 2.6)$$

El índice de valoración media se lo puede medir conociendo el nivel de actividad (W/m^2) tipo de vestido, la temperatura del aire, y la velocidad del aire, tomando en cuenta una humedad relativa diferente al 50% y que la temperatura radiante media y la temperatura seca no sean iguales.

2.4.7.3. INFLUENCIA DE LA HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA RADIANTE

Cuando la humedad relativa difiere del 50% este valor afecta el valor final del índice de valoración media (IVM) se debe utilizar las siguientes tablas las cuales nos indican valores equivalentes de factores de corrección de humedad (Fh).

Además de la diferencia de la humedad también se la aplica cuando la temperatura de globo sea diferente y la del aire, se aplican los dos factores de corrección.

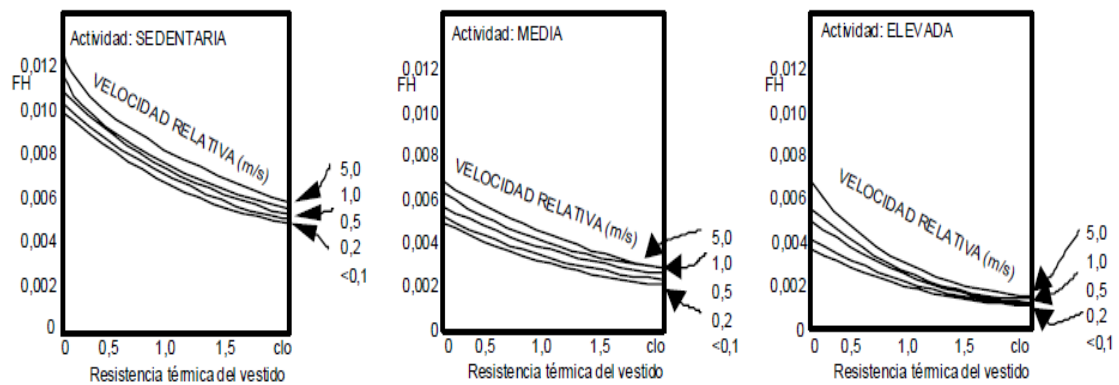


Figura .2.4. Factor de corrección de humedad (Fh)

(Fuente: MONDELO, Pedro. Ergonomía 2. Confort y Estrés Térmico. Alfaomega –UPC. México. 2001. Pág. 94)

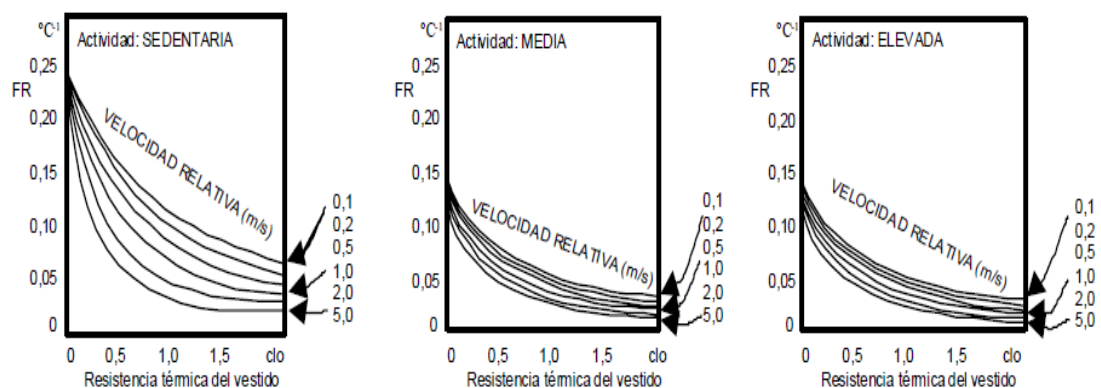


Figura .2.5 Factor de corrección de temperatura (Fr)

(Fuente: MONDELO, Pedro. Ergonomía 2. Confort y Estrés Térmico. Alfaomega –UPC. México. 2001. Pág. 94)

2.4.7.5. FACTOR DE CORRECCIÓN DEL IVM

MONDELO (1999) en su libro Ergonomía 2 Confort y estrés térmico menciona: “Cuando no se cumpla con los parámetros de humedad relativa que sea de un 50% o que la temperatura radiante media (TRM) sea igual a la temperatura del aire (t_a) debemos corregir los índices de valoración media (IVM) en función de la siguiente expresión matemática” (pág. 93):

$$IVM_{FINAL} = IVM + f_h(HR - 50) + f_r(TRM - t_a) \quad (\text{Ec. 2.7})$$

El valor de TRM está dado por:

Cuadro 2.8. Cálculo de temperatura radiante media por convección natural y forzada

Condiciones	Ecuación
($V_a < 0.15 \text{m/s}$)	$TRM = \left[(t_g + 273)^4 + \frac{0.25(10)^8}{\epsilon \left(\frac{t_g - t_a}{d} \right)^{0.25} (t_g - t_a)} \right]^{0.25} - 273 \quad (\text{Ec.2.8})$
($V_a > 0.15 \text{m/s}$)	$TRM = \left[(T_g + 273)^4 + \frac{1.1(10)^8 * V_a^{0.6}}{(\epsilon * d)^{0.4} (t_g - t_a)} \right]^{0.25} - 273 \quad (\text{Ec.2.9})$

(MONDELO, 1995. *Ergonomía 2 Confort y estrés térmico*. Barcelona, España: Ediciones de la Universidad Politécnica de Catalunya, SL)

2.4.7.6 VELOCIDAD DEL AIRE

La velocidad del aire influye sobre la calidad del trabajo al intervenir en el intercambio de calor por convección y evaporación. La medición del viento es un procedimiento que se lo realiza con un equipo llamado anemómetro de aspas el cual su utilización en ambientes cerrados no es factible pues la velocidad del viento es imperceptible para lo cual se tomara la velocidad del viento por el tipo de movimiento y el metabolismo de la persona:

$$Var = V_a + 0.0052 \quad (\text{M-58}) \quad (\text{Ec. 2.10})$$

Var = Velocidad del aire relativa

V_a = Velocidad del aire

Cuadro 2.9 velocidad del aire según la actividad

Actividad	m/s
Sentado a maquina	0.15
Trabajo con una mano	0.25
Trabajo con las dos manos	0.5

(MONDELO, 1995. *Ergonomía 2 Confort y estrés térmico*. Barcelona, España: Ediciones de la Universidad Politécnica de Catalunya, SL).

2.4.7.7 PORCENTAJE DE PERSONAS INSATISFECHAS (PPI)

Se define a personas insatisfechas a aquellas que en condiciones de microclima dan valoraciones de -2 y +2.

Conociendo el IVM resultante podemos calcular el índice de personas insatisfechas (PPI), lo que podemos observar es que en condiciones térmicas óptimas el índice de insatisfechos es del 5% pero se recomienda que no pase el índice de insatisfechos del 10%.

A partir de este valor debemos tomar medidas necesarias para que se adecuen a los rangos sugeridos por Fanger para obtener situaciones confortables de trabajo.

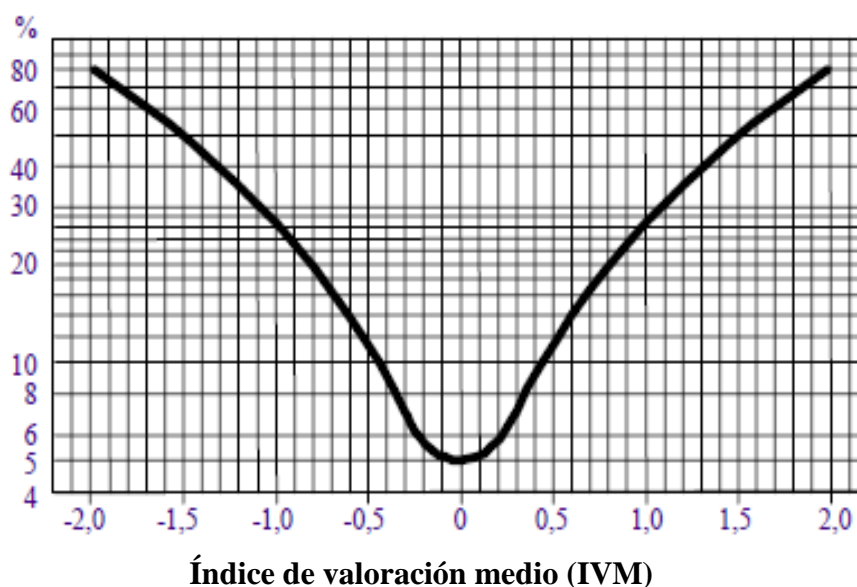
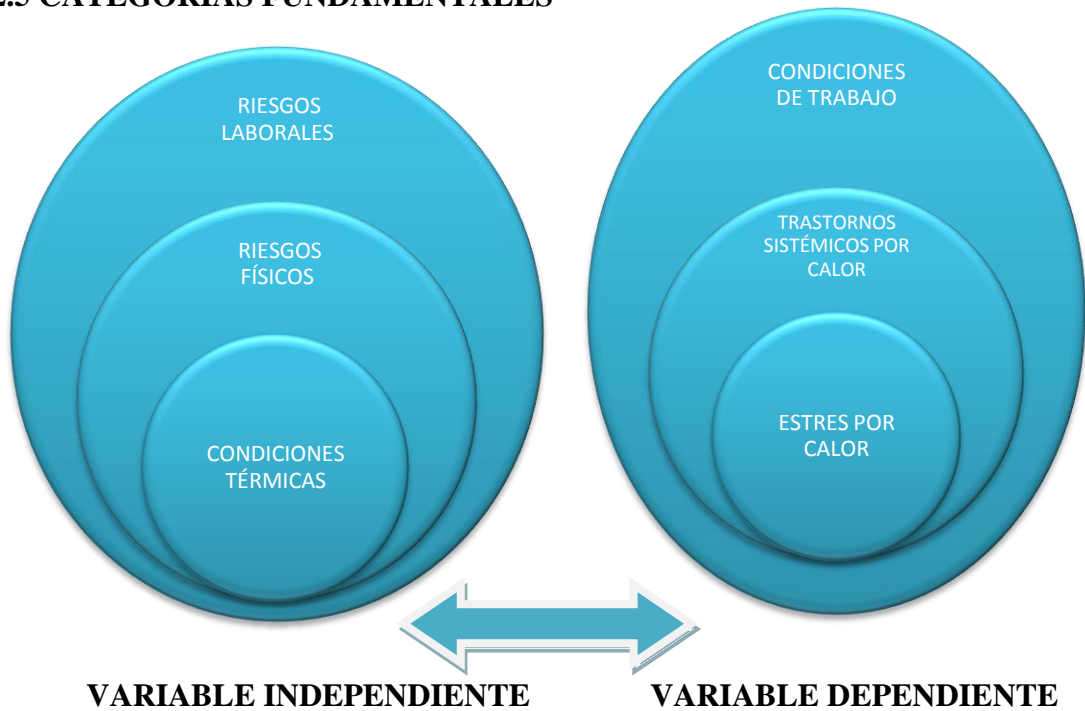


Figura 2.6 Cálculo del porcentaje de personas insatisfechas (PPI)
(NORMA: NTP 74)

2.5 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES



2.5.- HIPÓTESIS

Las condiciones térmicas a las que están expuestos los trabajadores del Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda inciden en la aparición de estrés por calor.

2.5.1.- SEÑALIZACIÓN DE VARIABLES

2.5.2.- VARIABLE INDEPENDIENTE

Condiciones térmicas.

2.5.3.- VARIABLE DEPENDIENTE

Estrés por calor

2.5.4.- NEXO

Inciden

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1.- ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación guarda un carácter cuantitativo ya que se analizarán todas las variables que intervienen en el problema, antes de proceder a comparar y cuantificar resultados.

Estas variables serán tabuladas, cuantificadas y analizadas mediante gráficas y registros, por lo tanto los resultados de estos indicadores detallarán con precisión todos los parámetros que están influyendo en el control y aseguramiento de la calidad.

3.2.- MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN

3.2.1.- BIBLIOGRÁFICA DOCUMENTAL

La investigación bibliográfica documental se utilizara en el marco teórico, recopilando datos de diversos autores sobre conceptos que mantienen concordancia con las dos variables en estudio.

3.2.2.- DE CAMPO

Se trabajara con la modalidad de campo porque se realizaran visitas a las áreas de trabajo en el cuarto de calderos del Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda con el objeto de tomar datos de información referente a las actividades, tareas, entorno de trabajo, organización del trabajo, herramientas de trabajo y procesos; en el mismo contexto e importancia se realizaran mediciones de

los niveles de temperatura interna y externa para comprobar el choque térmico y se obtendrán datos para calcular la Dosis de exposición por Temperatura.

3.3.- NIVELES DE INVESTIGACIÓN

3.3.1.- INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA

Los estudios exploratorios se efectúan, normalmente cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes.

3.3.2.- INVESTIGACIÓN CORRELACIONAL

Este trabajo utilizará este tipo de investigación porque se necesita determinar el porcentaje de trabajo y descanso con la conjunción de los parámetros utilizados.

3.4.- POBLACIÓN

La población de operarios en el cuarto de máquinas es de 5 personas del Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda

3.4.2.- MUESTRA

Para la muestra se tomará toda la población.

3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.5.1 Variable independiente

Condiciones térmicas.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Al estar expuestos los operarios de calderos a condiciones térmicas con calor excesivo, puede resultar un trabajo incómodo, o incluso generar riesgos para la salud y la seguridad del trabajador. Esta situación se agrava si no corre aire y la humedad es alta	<p>Situaciones de calor excesivo</p> <p>Metabolismo para realizar actividades</p>	<p>Índice WBGT</p> <p>Gasto metabólico</p>	<p>Cantidad de calor generada en la operación de la caldera</p> <p>Metabolismo basal (Metabolismo adecuado para realizar tarea específica)</p>	<p>Temperatura del aire</p> <p>Temperatura radiante</p> <p>Velocidad del aire</p> <p>Humedad relativa</p> <p>Ficha de datos</p> <p>Nivel de actividad</p> <p>Observación</p> <p>Ficha de datos</p> <p>cronómetro</p>

3.5.2. Variable dependiente

Estrés por calor

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
El estrés térmico por calor es la carga de calor que los trabajadores reciben y acumulan en su cuerpo y que resulta de la interacción entre las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y la ropa que llevan.	Niveles de exposición	Dosis de calor Confort térmico	Dosis calculada Dosis permisible Método Fanger	Norma NTP 323 índice WBGT WBGT 800036 Medidor de estrés térmico Gráficos comparativos

3.6. Recolección de información

3.6.1. Método de la observación científica

Utilizando este método de investigación exploraremos las etapas del proceso de trabajo recopilando los actos y condiciones inseguras en el sitio mismo de su ejecución y poder obtener información confiable que podamos utilizar para mejorar la seguridad de los operadores.

3.6.2. Procedimiento para recopilación de datos de la investigación

- 1 Determinar la población.
- 2 Elaboración de tablas para recopilar información.
- 3 Corrección de tablas descritas
- 4 Utilización de tablas para recopilar información.
- 5 Tabulación de datos
- 6 Procesamiento de la información
- 7 Verificación de los objetivos específicos

3.7. Procesamiento y análisis

Plan de Procesamiento de la Información

- Revisión crítica de la información recogida
- Repetición de la recolección, para corregir fallas de contestación y toma de medidas.
- Manejo de información
- Estudio estadístico de datos para presentación de resultados.

CAPÍTULO IV

4.-ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En la investigación se pudo constatar que los operarios de calderas del Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda deben estar en excelentes condiciones físicas ya que el trabajo que realizan es extenuante, las actividades que realizan pueden ocasionarles afecciones de salud así como también accidentes laborales.

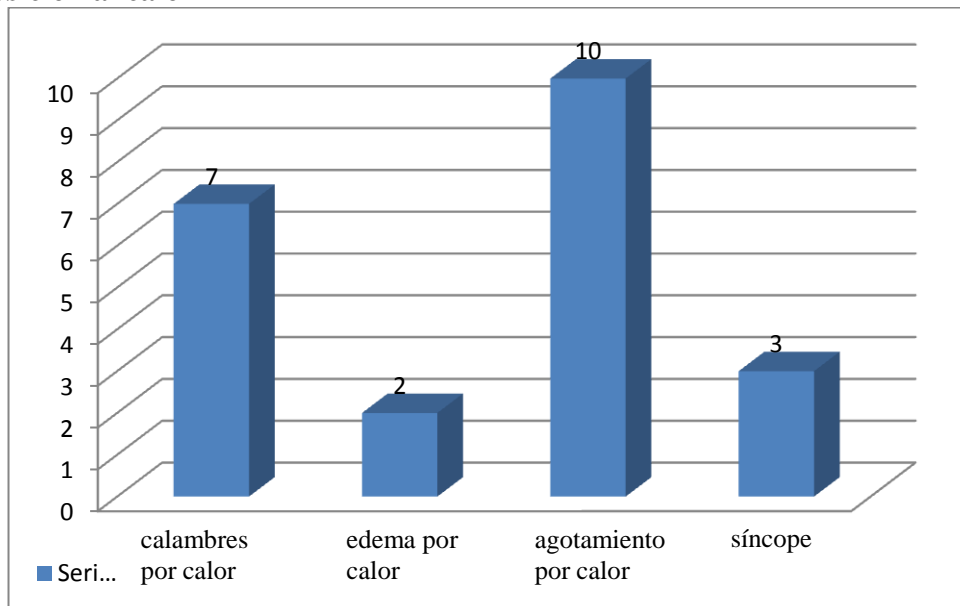
En cuanto a normas y metodologías para la evaluación de estrés térmico en calderas los estudios en esta área no se encuentra disponible orientado directamente en los riesgos de calderas y prevención de síntomas de riesgo directamente relacionados por el estrés al calor, además del gasto energético relacionado con el trabajo específico de calderas su mantenimiento y control, por lo tanto se aplicara normas de estudio del gasto energético que ayuden en la protección de los trabajadores.

4.2. RESULTADOS

4.2.1 IDENTIFICACIÓN DE PELIGRO POR LA SOBRECARGA DE CALOR

El método utilizado se basó en entrevistas a trabajadores y los diferentes malestares que han sufrido debido a la exposición al calor y ha sido causa de ausentismo en el trabajo:

Cuadro 4.1 Número Ausentismos de operarios en un año relacionado con la exposición al calor

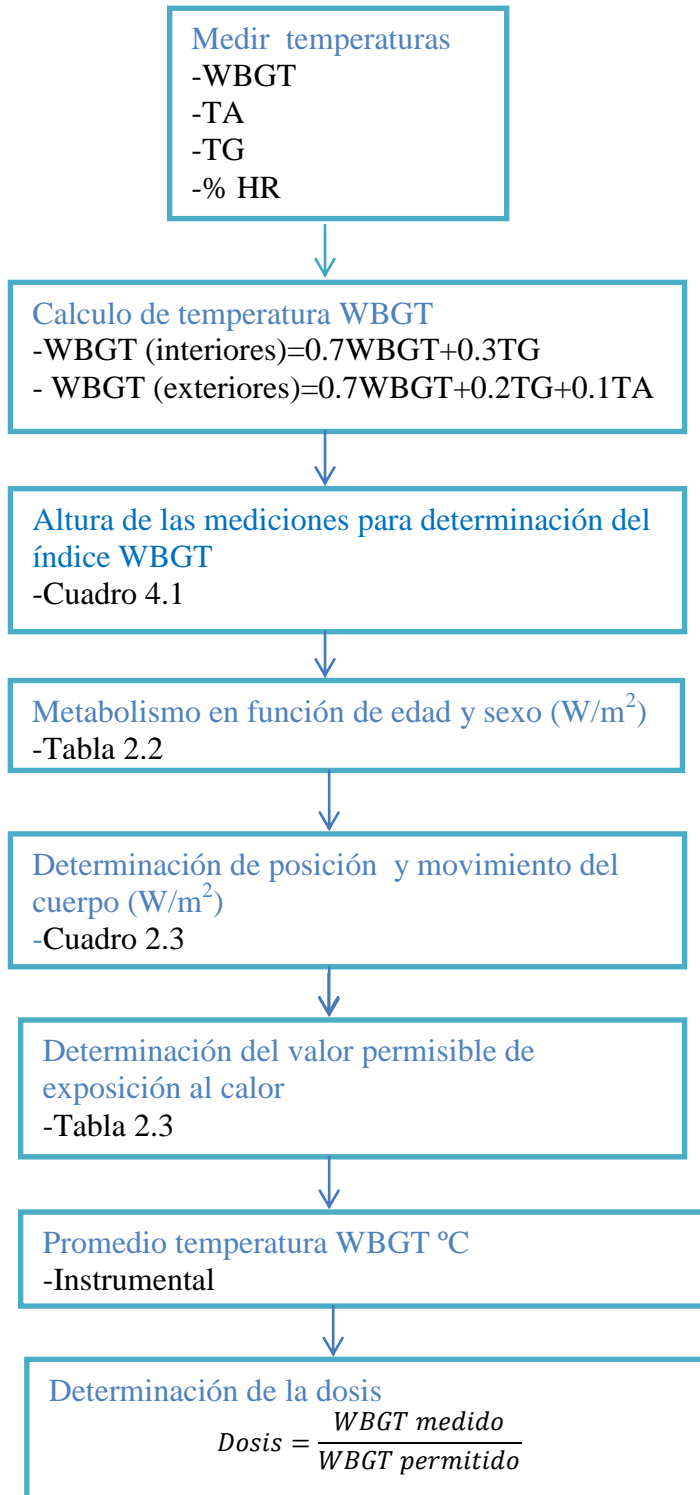


(Fuente: Egdo. César Robalino)

- **Calambres por calor.**- Los calambres por calor suelen aparecer por una actividad física prolongada, se manifiestan con espasmos dolorosos en manos y piernas los cuales se dan por una insuficiencia salina al hidratarse la persona con líquido que no esté suplementado con sal, se presenta en personas jóvenes que pueden realizar actividad física prolongada.
- **Edema por calor.**- Aparece en personas no aclimatadas expuestas a altas temperaturas se manifiesta con hinchamiento de manos y pies desaparece con la aclimatación.
- **Agotamiento por calor.**- Es típico en personas jóvenes y sanas que realizan esfuerzo físico prolongado puede considerarse como un estado incipiente de golpe de calor.
- **Síncope.**- El síncope se manifiesta por tener visión borrosa, mareo, náuseas hasta la pérdida de conocimiento temporal personas que no están aclimatadas tienen mayor riesgo de sufrir un colapso de calor.

4.2.2. MEDICIÓN DE ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR USANDO EL MÉTODO WBGT

Cuadro 4.2 Determinación de la dosis de calor



(FUENTE: NTP 322)

Para realizar las mediciones del índice WBGT se debe tomar tres lecturas cabeza, cintura, y la última a la altura de los pies en el momento que exista mayor exposición al calor, el tiempo óptimo para tomar las lecturas es cuando haya transcurrido un mínimo de 15 minutos de trabajo expuesto a la temperatura regular luego sacamos un promedio de varias lecturas para que sean más precisos los resultados de las temperaturas tomadas:

Cuadro 4.3 Altura de las mediciones para determinación del índice WBGT

Norma COVENIN 2254:1995	SENTADO	DE PIE
ALTURA 1	0.1 m	0.1 m
ALTURA 2	0.6 m	1.1 m
ALTURA 3	1.1 m	1.7 m

(Fuente: Norma Venezolana COVENIN 2254:1995)

4.2.2.1 INSTRUMENTACIÓN

La toma de datos se realizó con un medidor de temperatura que cumple las normas ISO 7726 el cual se describirá a continuación:

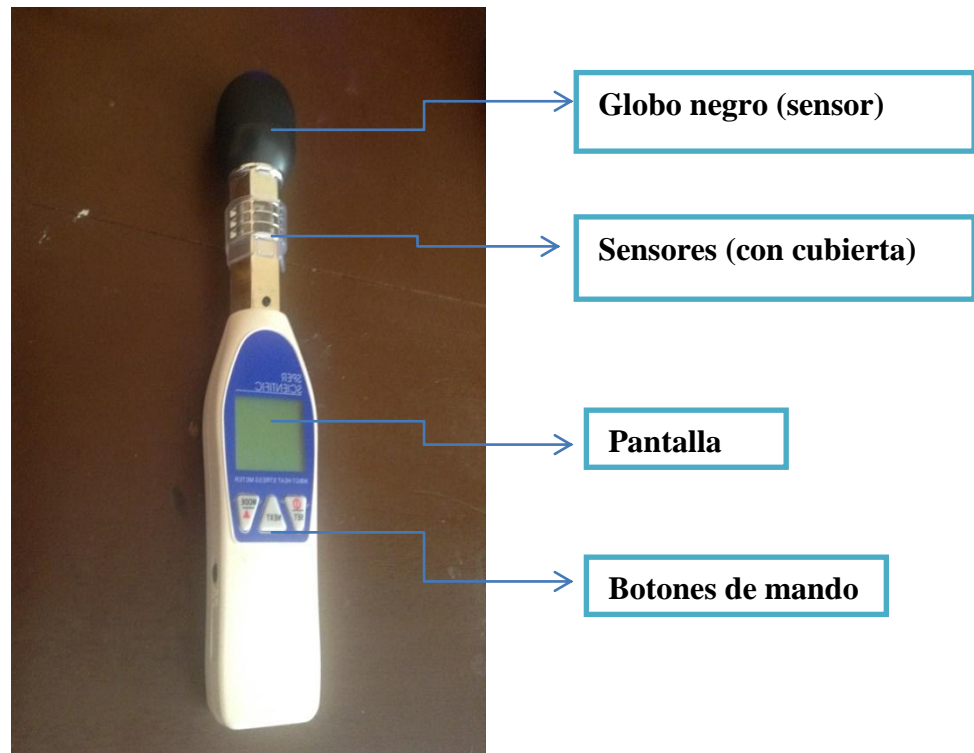


Figura 4.1 Medidor de temperatura WBGT

(Fuente: Egdo. César Robalino)

Las lecturas se realizaron tres veces cada una a cada operario y se realizó un promedio para obtener una apreciación de los resultados más acertada.

Tabla 4.1 Mantenimiento preventivo

UBICACIÓN	WBGT	TA	TG	% humedad
cabeza	26,9	29,7	29,4	37
tronco	27,4	29,7	30,3	32
pies	26,4	28,6	29,2	31,7

(Fuente: Egdo. César Robalino)

Tabla 4.2 Limpieza y revisión del equipo

UBICACIÓN	WBGT	TA	TG	% humedad
cabeza	27,4	29	31,1	35,7
tronco	28,2	30,5	32,4	32,7
pies	25,9	29	31,1	32,5

(Fuente: Egdo. César Robalino)

Tabla 4.3 Cambio de filtros y limpieza de hollín

UBICACIÓN	WBGT	TA	TG	% humedad
cabeza	27,3	31	32,6	33,1
tronco	29,2	29,9	30,7	30,2
pies	26,4	30,3	31	31,9

(Fuente: Egdo. César Robalino)

Tabla 4.4 Toma de temperaturas y control de válvulas

UBICACIÓN	WBGT	TA	TG	% humedad
Cabeza	27,2	29,9	33,6	32,8
Tronco	28,7	29,5	32,8	34,6
Pies	27,2	29,3	30,7	34,9

(Fuente: Egdo. César Robalino)

Tabla 4.5 Mantenimiento de banco de vapor y de distribución

UBICACIÓN	WBGT	TA	TG	% humedad
cabeza	27,1	30,9	30,6	34,1
tronco	29,7	31,5	30,7	33
pies	28,2	29,8	29,7	34

(Fuente: Egdo. César Robalino)

Los resultados definitivos se promediaron para obtener una sola lectura con los cuales se trabajara.

Tabla 4.6 Dosis de calor en mantenimiento preventivo

Procedimiento	Referencias	Resultado	
Metabolismo en función de edad y sexo (W/m ²)	Tabla 2.2	42,607	
Determinación de posición y movimiento del cuerpo(W/m ²)	Cuadro 2.3	30	
Determinación del tipo de trabajo (W/m ²)	Cuadro 2.4	65	
Metabolismo total para desarrollar el trabajo		W/m ²	Kcal/h.m ²
		137.6	118.3
Determinación del valor permisible de exposición al calor(°C) 75% trabajo -25% descanso	Tabla 2.3	25.9	
Promedio temperatura WBGT°C	Instrumental	26.9	
Determinación de la dosis	$Dosis = \frac{WBGT\ medido}{WBGT\ permitido}$	1.03	

(Fuente: Egdo. César Robalino)

Tabla 4.7 Limpieza y revisión del equipo

Procedimiento	Referencias	Resultado	
Metabolismo en función de edad y sexo (W/m ²)	Tabla 2.2	45,634	
Determinación de posición y movimiento del cuerpo(W/m ²)	Cuadro 2.3	25	
Determinación del tipo de trabajo (W/m ²)	Cuadro 2.4	55	
Metabolismo total para desarrollar el trabajo		W/m ²	Kcal/h.m ²
		125.6	107.99
Determinación del valor permisible de exposición al calor(°C) trabajo continuo-pesado	Tabla 2.3	25	
Promedio temperatura WBGT°C	Instrumental	27.17	
Determinación de la dosis	$Dosis = \frac{WBGT\ medido}{WBGT\ permitido}$	1.08	

(Fuente: Egdo. César Robalino)

Tabla: 4.8 Cambio de filtros y limpieza de hollín

Procedimiento	Referencias	Resultado	
Metabolismo en función de edad y sexo (W/m ²)	Tabla 2.2	44,080	
Determinación de posición y movimiento del cuerpo(W/m ²)	Cuadro 2.3	30	
Determinación del tipo de trabajo (W/m ²)	Cuadro 2.4	65	
Metabolismo total para desarrollar el trabajo		W/m ²	Kcal/h.m ²
		139.0	119.51
Determinación del valor permisible de exposición al calor(°C) trabajo continuo-pesado	Tabla 2.3	25	
Promedio temperatura WBGT°C	Instrumental	27.63	
Determinación de la dosis	$Dosis = \frac{WBGT\ medido}{WBGT\ permitido}$	1.10	

(Fuente: Egdo. César Robalino)

Tabla 4.9 Toma de temperaturas y control de válvulas

Procedimiento	Referencias	Resultado	
Metabolismo en función de edad y sexo (W/m ²)	Tabla 2.2	44,080	
Determinación de posición y movimiento del cuerpo(W/m ²)	Cuadro 2.3	25	
Determinación del tipo de trabajo (W/m ²)	Cuadro 2.4	30	
Metabolismo total para desarrollar el trabajo		W/m ²	Kcal/h.m ²
		99.08	85.19
Determinación del valor permisible de exposición al calor(°C) 75% trabajo -25% descanso	Tabla 2.3	28	
Promedio temperatura WBGT °C	Instrumental	27.7	
Determinación de la dosis	$Dosis = \frac{WBGT\ medido}{WBGT\ permitido}$	0.98	

(Fuente: Egdo. César Robalino)

Tabla 4.10 Mantenimiento de banco de vapor y de distribución

Procedimiento	Referencias	Resultado	
Metabolismo en función de edad y sexo (W/m ²)	Tabla 2.2	44,080	
Determinación de posición y movimiento del cuerpo(W/m ²)	Cuadro 2.3	25	
Determinación del tipo de trabajo (W/m ²)	Cuadro 2.4	65	
Metabolismo total para desarrollar el trabajo		W/m ²	Kcal/h.m ²
		134.08	115.28
Determinación del valor permisible de exposición al calor(°C) 75% trabajo -25% descanso	Tabla 2.3	25	
Promedio temperatura WBGT°C	Instrumental	28.33	
Determinación de la dosis	$Dosis = \frac{WBGT\ medido}{WBGT\ permitido}$	1.11	

(Fuente: Egdo. César Robalino)

4.2.3 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR REALIZADO A LOS OPERARIOS DE CALDERAS

Tabla 4.11 Tabla de resultados de la dosis de calor a la que están expuestos los trabajadores

Actividad que realiza	WBGT medido	DOSIS	RIESGO
Mantenimiento preventivo	26.9	1.03	medio
limpieza y revisión del equipo	27.17	1.08	medio
cambio de filtros y limpieza de hollín	27.6	1.10	medio
Toma de temperaturas y control de válvulas	27.7	0.98	bajo
mantenimiento de banco de vapor y de distribución	28.3	1.11	medio

(Fuente: Egdo. César Robalino)

El 80% de los trabajadores están sometidos a dosis superiores a “1” lo que se indica que los operadores están sobre expuestos a altas temperaturas por lo que se debe tomar medidas que corrijan este desbalance de temperatura, el único trabajo que no está expuesto es la toma de temperaturas y control de válvulas.

4.3 DETERMINACIÓN DEL CONFORT TÉRMICO POR MEDIO DEL MÉTODO FANGER

4.3.1 PROPIEDADES TÉRMICAS DE LA VESTIMENTA

En esta fase del estudio se determinara la unidad de aislamiento térmico de cada individuo por prenda al que se da el nombre de “clo”.

Como los operarios utilizan similar vestimenta se tomara de referencia el siguiente cuadro y se tomara el valor de clo por prenda.

Tabla 4.12 Aislamiento térmico según el tipo de vestido de los operarios de calderas.

vestimenta	Aislamiento (clo)
Camiseta de algodón	0.10
Calzoncillo corto	0.04
Calcetines finos	0.02
Pantalón normal	0.25
Zapatos	0.03
Jersey ligero de manga larga sintético	0.28
Overol	0.52
Resultado parcial	1.24
$I_{clo}=0.82*\sum(I_{cli})$	1.01

(Fuente: Egdo. César Robalino)

4.3.2 VELOCIDAD DEL AIRE RELATIVA POR ACTIVIDAD Y METABOLISMO

En el cuarto de calderas es un lugar donde su ubicación que no le permite tener brisas es imperceptible la velocidad del aire entonces se procedió a tomar la velocidad del aire con la cual los operarios realizan su actividad es decir el que produce por el movimiento de brazos piernas o cabeza.

Tabla 4.13 Velocidad del aire relativa por actividad y metabolismo

Actividad	Va	Var
Mantenimiento preventivo	0.25	0.6
limpieza y revisión del equipo	0.25	0.5
cambio de filtros y limpieza de hollín	0.25	0.6
Toma de temperaturas y control de válvulas	0.25	0.4
mantenimiento de banco de vapor y de distribución	0.25	0.5

(Fuente: Egdo. César Robalino)

Tabla 4.14 Índice de valoración medio por trabajador

Actividad	clo	M (W/m ²)	Temperatura seca(°C)	Var(m/s)	IVM
Mantenimiento preventivo	1.01	137.6	29.3	0.6	0.82
limpieza y revisión del equipo	1.01	125.6	29.5	0.5	0.71
cambio de filtros y limpieza de hollín	1.01	139.0	30.4	0.6	0.84
Toma de temperaturas y control de válvulas	1.01	99.08	29.6	0.4	0.91
mantenimiento de banco de vapor y de distribución	1.01	134.8	30.7	0.5	0.81

(Fuente: Egdo. César Robalino)

La humedad relativa es diferente al 50%, y la temperatura radiante media (TRM) es diferente a la temperatura del aire (ta) debemos corregir el índice de valoración media tomando los valores de la temperatura del aire, temperatura del globo, fh, fr, TRM, y el porcentaje de humedad.

Tabla 4.15 Corrección del índice de valoración medio

IVM	HR%	Ta	Tg	Fh	fr	TRM	IVM final
0.82	33.7	29.3	29.6	0.0014	0.0350	29.7	0.81
0.71	33.6	29.5	31.5	0.0014	0.0350	32.7	0.78
0.84	31.7	30.4	31.4	0.0014	0.0350	31.9	0.86
0.91	34.1	29.6	32.4	0.0014	0.0350	32.4	0.98
0.81	33.7	30.7	30.3	0.0014	0.0350	30.9	0.79

(Fuente: Egdo. César Robalino)

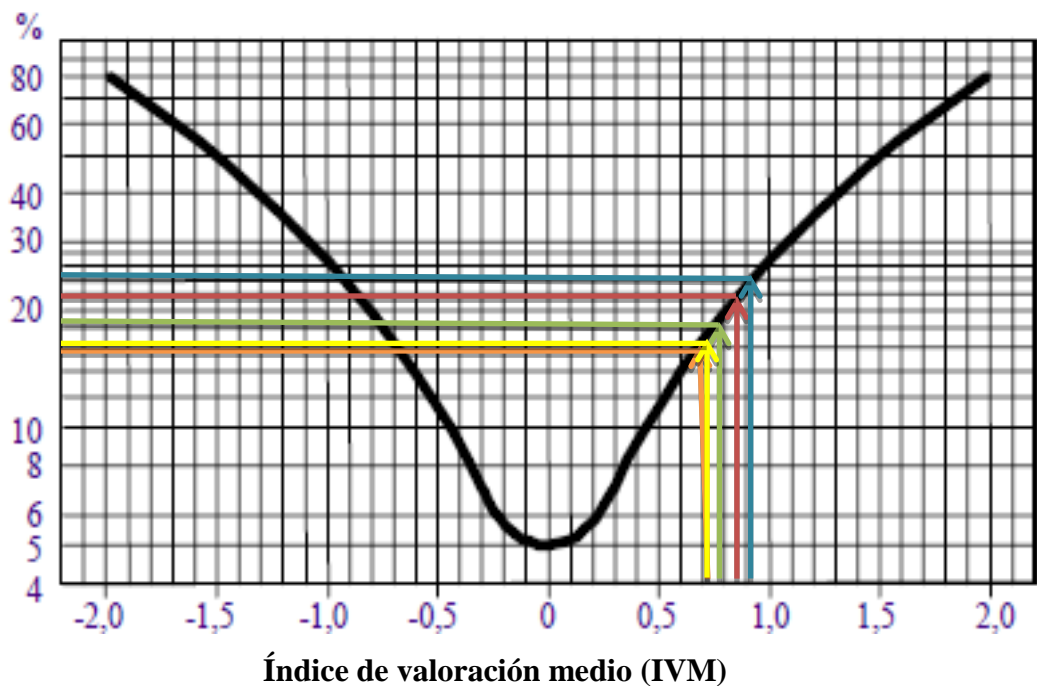


Figura 4.2 Porcentaje de personas insatisfechas (PPI)

(Fuente: Egdo. César Robalino)

- IVM = 0.81 →
- IVM = 0.78 →
- IVM = 0.86 →
- IVM = 0.98 →
- IVM = 0.79 →

Al obtener los resultados de la corrección del índice de valoración medio y compararlos con los datos de personas insatisfechas se obtiene que el porcentaje de personas insatisfechas esta entre el 16% y 25% con lo cual se debe tomar medidas urgentes para prevenir estrés térmico y posibles trastornos sistémicos por calor.

4.4 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Las condiciones térmicas a las que están expuestos los trabajadores del hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda inciden en la aparición de estrés por calor

Luego de realizar el estudio de exposición al calor se pudo comprobar que la temperatura a la cual los operarios de calderas desarrollan sus actividades está por encima de los límites permitidos, se comprobó que existe un alto grado de ausentismo según lo muestra el cuadro 4.1 por parte de los trabajadores debido a las molestias que experimentan producidas directamente por el estrés térmico.

También se pudo realizar el estudio completo de confort térmico por el método de Fanger y se demostró que existe un alto porcentaje de insatisfacción en el ambiente de trabajo por lo que se debe tomar medidas urgentes de protección, como hábitos de trabajo-descanso, protección y acondicionamiento del ambiente de trabajo.

Al aplicar el método de Fanger existe un porcentaje superior al 10% lo que demuestra que existe un alto índice de insatisfacción en el ambiente de trabajo como se muestra en la figura 4.2 por lo que se debe tomar medidas de protección, como hábitos de trabajo – descanso, protección y acondicionamiento del ambiente de trabajo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se mostrará las conclusiones y recomendaciones obtenidas a lo largo de este estudio para dar continuidad al proyecto de investigación y así poder aplicar de una manera clara cada una de las ideas, métodos y teoría científica basada en el estudio de cada uno de los diferentes aspectos relacionados con el estrés por calor.

5.1 CONCLUSIONES

- ✓ Se verifico que la circulación de aire es deficiente dentro del área de calderas originando un aumento de temperatura, en la tabla 4.13 se obtienen datos de circulación de aire basado en movimientos del operario los cuales no ayudan a la correcta disipación del calor.
- ✓ Se pudo detectar con el estudio realizado que los operarios de calderas del Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda están sometidos a estrés por calor basado en la tabla 4.11, según la Norma NTP 322 con un Grado de riesgo > 1: El trabajador se encuentra sobre-expuesto a altas.
- ✓ Del resultado de la evaluación del estrés térmico se pudo identificar que el 80% de los operarios tienen un índice WBGT superior a 25 °C.

- ✓ Las condiciones de trabajo de los operarios de calderas del Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la Ciudad de Guaranda son propicias para la aparición de trastornos sistémicos por calor como calambres y agotamiento, con lo cual se afectara la salud de los operarios en un corto tiempo la cual se describe en la Figura 4.16 con el porcentaje de personas insatisfechas.

5.1 RECOMENDACIONES

- ✓ Implementar un sistema de ventilación que ayude a la circulación de aire fresco dentro del área de calderas tomando en cuenta la cantidad de caudal de aire requerido.
- ✓ El número de renovaciones de aire así como la ubicación de los equipos de ventilación se debe realizar con el fin de disminuir el índice de valoración medio (IVM) y tabla 4.15 y aumentando el confort térmico de los operarios dentro del área de trabajo.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

TEMA:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN PARA LA SALA DE CALDERAS DEL HOSPITAL ALFREDO NOBOA MONTENEGRO DE LA CIUDAD DE GUARANDA PARA MITIGAR LOS EFECTOS DE ESTRÉS POR CALOR.”

6.1 DATOS INFORMATIVOS

La implementación de un sistema de ventilación para la sala de calderas del Hospital Alfredo Noboa Montenegro se realizó en la Provincia de Bolívar en la Ciudad de Guaranda en el área de máquinas del hospital.

El sistema de ventilación se refiere concretamente a forzar la circulación de aire fresco dentro del recinto el cual ayudara a bajar la temperatura WBGT y aumentando el confort térmico de los operarios.

Para el sistema de ventilación se diseñó todos los implementos, ubicación, potencia, cantidad de aire por hora, velocidad de aspas, protectores etc.

Para la instalación de los diferentes componentes se necesitó la guía de mano de obra calificada y todas las herramientas que se utilizaron fueron de la casa de máquinas del Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda.

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Dentro del campo estudiado no existen investigaciones que vayan enfocadas directamente al control del ambiente térmico dentro de las áreas donde funcionan las calderas, solo se han desarrollado técnicas de medida e instrumentación pero de forma general.

Existen publicaciones como la de “Guía básica de calderas industriales eficientes” publicado por la fundación de la energía de la comunidad de Madrid, con el fin de estudiar la eficiencia térmica de calderas pero no da referencia de los cuidados que deben tener los operarios normativas que deben llevar a cabo y riesgos que corren al estar expuestos a altas temperaturas.

Un estudio interesante es el de “Prevención del estrés térmico en el trabajo” realizado por la Worksafe BC que ilustra de manera clara los factores de riesgo que conducen al estrés por calor pero no realizan un claro enfoque a la parte de aclimatación, en cambio el “Manual de ventiladores Industriales” realiza un claro enfoque de caudales y el número preciso de renovaciones de aire para salas de calderas.

6.2.1 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN

La selección del sistema de ventilación nos da una clara apreciación del equipo que se utilizará tomando en cuenta sus ventajas y desventajas, el coste, fiabilidad, precio etc.

La simbología utilizada será la siguiente:

A = Alto

B = Bajo

M = Medio

La calificación que se asigne a cada uno de los sistemas dependerá cuan ventajoso sea para el propósito requerido y se ajuste a las necesidades establecidas.

Cuadro 6.1 Selección del sistema de ventilación

	Alternativa #1	Alternativa #2	Alternativa #3
Características	Sistema de ventilación extracción	Sistema de inyección de aire Split	Sistema de ventilación tangencial
Eficiencia energética	A	B	M
Eliminación de gases	A	A	B
Capacidad de remoción de aire caliente	A	A	B
Coste económico	M	A	A
Facilidad de instalación	A	B	B

(Fuente: Egdo. César Robalino)

De los resultados obtenidos se tiene una alta calificación para el sistema de ventilación extracción para lo cual se procederá a realizar los cálculos correspondientes para el diseño de dicho sistema.

6.3 JUSTIFICACIÓN

El siguiente proyecto está enfocado en brindar una guía en procedimientos de ventilación de locales cerrados que estén expuestos a altas temperaturas para lo cual se basará su implementación en normas internacionales y le servirán al estudiante de la carrera de ingeniería mecánica de la Universidad Técnica de Ambato un referente de gran ayuda para cuando inicie su vida profesional.

Al aplicar el sistema de ventilación en la sala de calderas del Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda basado en normas técnicas no solo será beneficioso para los trabajadores ya que se prevendrá el estrés térmico, sino que el estudio aumentará la credibilidad y fiabilidad con la que ya cuenta el hospital no solo al cuidar la salud de la ciudadanía en general también al precautelar un ambiente de trabajo adecuado y confortable para sus colaboradores.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar un sistema de ventilación para la sala de calderas del hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda para mitigar los efectos de estrés por calor.

6.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Diseñar todos los elementos necesarios para la instalación de del sistema de ventilación en el cuarto de calderas del Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la Ciudad de Guaranda.
- ✓ Realizar la construcción, montaje y acoplamiento de todos los diseños realizados.
- ✓ Realizar las pruebas de funcionamiento y realizar las mediciones con el sistema implementado.
- ✓ Realizar el análisis de costos del sistema de ventilación implementado.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La apertura por parte de las autoridades del Hospital Alfredo Noboa Montenegro para la realización del estudio y la implementación del sistema de ventilación fue incondicional.

La mano de obra calificada y el equipo herramental se encuentran a disposición ya que el hospital cuenta con técnicos soldadores y electricistas.

Además los equipos necesarios se encuentran a disposición y con una gran variedad de ofertas en el mercado local y a precios módicos por lo cual es factible el realizar este proyecto.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

6.6.1 GENERALIDADES

La técnica de ventilación impone diferentes exigencias a los ventiladores por lo que se necesitan diferentes tipos de ellos para diferentes fines y hay que diferenciar dos tipos básicos los cuales son de tipo axial y radial.

Los ventiladores axiales son apropiados para la extracción de aire en general gases y vapores o para la inyección de aire en recintos cerrados. También se emplean para disipar el calor de equipos que requieran de constante refrigeración.

6.6.2 CONCEPTO DE VENTILACIÓN

Este sistema se usa para diluir el aire caliente en aire frío que se toma del exterior, el sistema trabaja mejor en climas fríos que calientes; para el intercambio de aire en espacios grandes es mucho mejor utilizar varios ventiladores de alto flujo.

6.6.2.1 FUNCIONES DE LA VENTILACIÓN

La ventilación en las personas les ayuda en sus funciones vitales como el suministro de oxígeno para su respiración y a la vez controla el calor que producen y reciben del exterior, proporcionándoles condiciones de confort, afectando a la temperatura, la humedad y la velocidad del aire.

La ventilación de máquinas o de procesos industriales permite controlar al calor, la toxicidad de los ambientes o la explosividad potencial de los mismos, garantizando en muchos casos la salud de los operarios que se encuentran en dichos ambientes de trabajo.

6.6.2.2 TIPOS DE VENTILACIÓN

Se puede apreciar dos tipos de ventilación la de tipo general que se practica en un recinto renovando todo el volumen de aire del mismo con otro nuevo del exterior, y la de tipo localizada toma el aire del mismo lugar de producción evitando que se extienda por el local.

El tipo de ventilación que se utilizara será la de tipo general ya que se necesita renovar el aire completamente para evacuar el calor que es producido por las calderas más bien será un sistema mixto de ventilación extracción el cual ayudara a expulsar el aire caliente de una manera más eficiente y posibles gases tóxicos del ambiente de trabajo.

6.6.3 COMBINACIÓN DE SISTEMAS

Una combinación de sistemas se utiliza cuando se necesite un alto número de renovaciones la combinación no es más que la extracción e impulsión de aire en una misma dirección.

6.6.3.1 EXTRACCIÓN DE AIRE

Cuando se extrae aire de un local se crea un vacío el cual provoca la entrada de aire fresco en el lugar por las aberturas como puertas o ventanas la extracción de aire se utiliza en lugares donde existen concentraciones de calor, gases, vapores y malos olores.

6.6.3.2 INYECCIÓN DE AIRE

En la inyección de aire el ventilador crea una leve sobrepresión obligando al aire a salir por las aberturas.

Tabla 6.1 número de renovaciones de aire por hora

	Renovaciones por hora
Iglesias	1 - 4
Habitaciones de viviendas	3 - 5
Oficinas y despachos	5 - 8
Salas de conferencias, aulas y escuelas	4 - 10
Restaurantes, casinos y comedores	5 - 10
Comercios en general	6 - 10
Cuartos de baño y guardarropas	8 - 10
Salas de acumuladores	8 - 15
Supermercados	8 - 15
Cafés y bares	10 - 12
Salas de espectáculos y baile	10 - 15
Clínicas, hospitales y laboratorios	6 - 10
Clínicas de cirugía y quirófanos	10 - 20
Sanitarios públicos	15 - 20
Salas de enfermos infecciosos	20 - 40
Sótanos y almacenaje	6 - 12
Sótanos de estacionamiento	10 - 15
Cuartos de basura	10 - 20
Cocinas, reposterías y pastelerías	10 - 20
Panaderías	20 - 30
Talleres, fábricas y almacenes	6 - 12
Manufacturas, textiles y del papel	10 - 20
Salas de copias y fotografía	12 - 20
Fábricas de productos insalubres	12 - 25
Tintorerías, lavanderías y salas de máquinas	15 - 20
Centrales eléctricas	15 - 30
Salas de calderas	20 - 30
Fundiciones	20 - 30
Quemadores de basura y residuos	20 - 40
Talleres de pintura	25 - 50
Hornos de cocción	30 - 60

Fuente: www.siemensandina.com/indus5/htm

Según la tabla 6.1 el número de renovaciones para salas de calderas debe ser de 20 a 30 renovaciones por hora.

6.6.4 SISTEMA DE VENTILACIÓN

Si debemos ventilar un ambiente de tipo industrial en el cual el proceso de trabajo genere un determinado tipo de contaminante como puede ser calor, humedad, humo

o residuos perjudiciales y no es factible el utilizar un sistema de captación localizada, debemos recurrir al empleo de ventilación para lograr unos índices de confort adecuados.

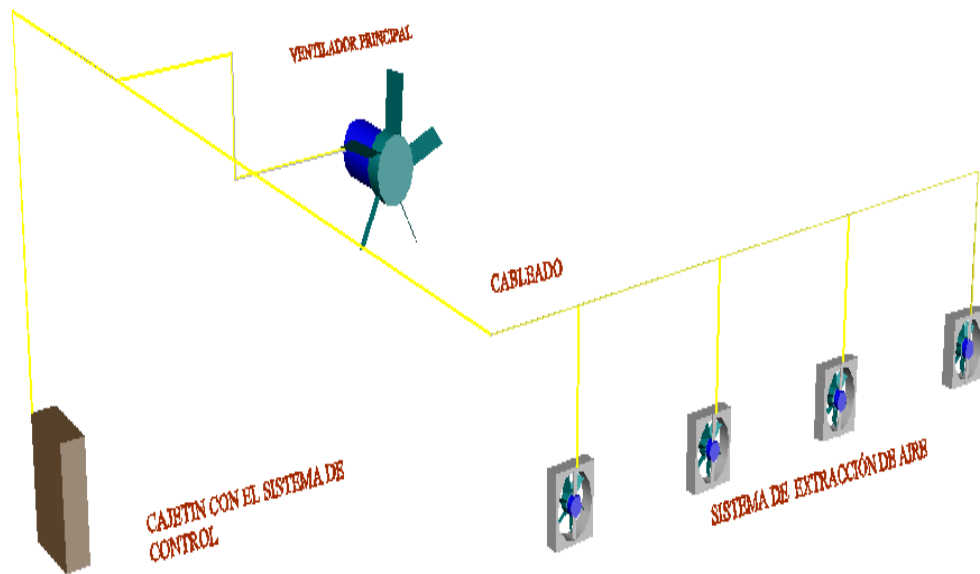


Figura 6.1 Elementos fundamentales
(Fuente: Egdo. César Robalino)

6.6.4.1 TIPOS DE VENTILADORES

Los ventiladores según el tipo de clasifican en:

- Centrífgos.- En los ventiladores centrífugos el aire se establece en forma radial en lugares de alta resistencia y alta presión pero el flujo del aire es bajo.
- Axiales.- Se los denomina así porque se los puede colocar en ventanas o en paredes tienen baja presión pero manejan altos flujos de aire.

6.6.4.2 TEMPORIZADOR ON - DELAY

Los temporizadores se utilizan en maniobras de contactores en las que se exigen tiempos de retorno reducidos, buena precisión de repetición, elevada frecuencia de maniobra y una durabilidad extrema del aparato el tiempo de repetición varía entre 0.05 segundos hasta 100 horas y ajustarse de una manera fácil.

Figura 6.2 Temporizador on - delay

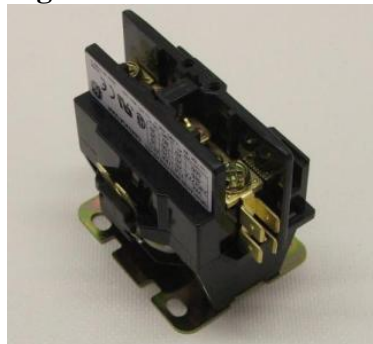


(Fuente: electrónica Provelec – proveedor)

6.6.4.3 CONTACTOR

Los contactores se utilizan para tareas de regulación de mando. Se emplean para el control directo de motores, válvulas, acoplamientos y calefacciones se utiliza principalmente por la sencillez de su concepción en su diseño y el alto grado de seguridad que ofrecen.

Figura 6.3 Contactor 110V



(Fuente: Electrónica Provelec – proveedor)

6.6.4.4 PULSADOR

Un pulsador es un operador eléctrico que, cuando se oprime, permite el paso de la corriente eléctrica al cual se le conoce como pulsador normalmente abierto y, cuando se deja de oprimir, lo interrumpe, o también los de pulsación escalada que permiten el paso de corriente mientras uno esté abierto y el otro cerrado.

Figura 6.4 Pulsador



(Fuente: Electrónica Provelec – proveedor)

6.6.4.5 EXTRACTOR AXIAL

Son apropiados tanto para la extracción de gases como para la inyección de aire están diseñados para tener una larga vida útil se acoplan perfectamente a ventanas o paredes según sea su utilización como puede ser en salas de cine, discotecas, gallineras, o para equipos que necesiten constante refrigeración.

Figura 6.5 Ventilador axial



(Fuente: Mega frío – proveedor)

6.7 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

6.7.1 EL PROCESO DE DISEÑO CUENTA CON LOS SIGUIENTES PASOS

- 1.- Selección del ventilador
- 2.- Cálculo de estructuras
- 3.- Diseño del sistema de sujeción
- 4.-Diseño de control eléctrico

6.7.1.1 SELECCIÓN DEL VENTILADOR

Calculo de caudal

El caudal a calcular va en dependencia al volumen del local que se quiera realizar la ventilación y al número de cambios de aire dependiendo de la actividad que se realice. El caudal va expresado en la siguiente ecuación.

$$Q = \frac{Vx(R/h)}{3600} \quad (\text{Ec.6.1})$$

La ecuación se tomó del manual de ventiladores y esta expresada en el anexo C3.

Dónde:

Q= Caudal de aire requerido en m³/seg.

V= Volumen del local a ventilar en m³

R/h = Número de renovaciones por hora

Área del Local

Necesitamos conocer el área que ocupa el local a ventilar para lo cual tomamos las medidas en el plano del anexo D1.

Largo = 10 m

Ancho =10 m

Alto = 4.22 m

Volumen del local = 10 m x 10 m x 4.22 m

Volumen del local = 422 m³

Renovación de aire

El número de renovaciones lo tomamos de la tabla 6.1 el cual indica el número de renovaciones de aire para una sala de calderas.

Numero de renovaciones de aire para una sala de caldera = 20 – 30 renovaciones

Como se ha podido identificar por su antigüedad la maquinaria tiene varias fugas de gases contaminantes a la vez que varias personas ajenas al área de máquinas imprudencialmente fuman dentro del área de calderas se tomará 20 renovaciones.

$$Q = \frac{Vx(R/h)}{3600}$$

$$Q = \frac{422 \text{ m}^3 \times 20}{3600}$$

$$Q = 2.34 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}$$

Para realizar las 20 renovaciones de aire dentro del área de trabajo se impondrá un régimen de 10 minutos de trabajo y 5 minutos de parada del sistema y en situaciones de trabajo constante se mantendrá funcionando el equipo a tiempo completo.

Luego que hemos encontrado el caudal nos dirigimos a las tablas siguientes para escoger el tipo de ventilador que vamos a utilizar.

Otro parámetro que hay que tomar en cuenta es la sobrepresión estática (la que vence las resistencias del sistema donde se encuentra el ventilador).

- 1) Sin persianas ni filtros. Sobrepresión estática: 0 N/m²
- 2) Con persianas pero sin filtros. Sobrepresión estática: 10 a 30 N/m²
- 3) Con persianas y filtros. Sobrepresión estática: 50 a 100 N/m².

Tabla 6.2 Tipo de extractor bajo sobrepresiones estáticas

Caudal de aire Q (m/s) impulsado bajo diferentes sobrepresiones estáticas*							
Ventilador tipo	Sobrepresión N/m ²						
	0	30	50	100	150	200	300
2CC2 254	0.38	0.25	0.16				
2CC2 314	0.70	0.60	0.53				
2CC2 354	1.01	0.90	0.87	0.50			
2CC2 404	1.45	1.30	1.18	0.90			
2CC2 504	2.93	2.75	2.70	2.40	2.17	1.80	
2CC2 634	5.33	5.20	5.10	4.76	4.50	4.10	2.45
2CC1 714	8.37	8.20	8.10	7.80	7.80	7.00	6.00
2CC2 506	1.92	1.75					
2CC2 636	3.55	3.32	3.10	2.50	1.65		
2CC2 716	5.27	5.25	4.98	4.48	3.84	3.10	

* Aire impulsado por los ventiladores Siemens.

(Fuente: Manual de ventiladores Siemens)

Al ser un sistema de ventilación - extracción sin interrupciones tendrá una sobre presión de 0 N/m² lo cual no afecta la circulación de aire.

Tabla 6.3 Especificaciones técnicas extractor

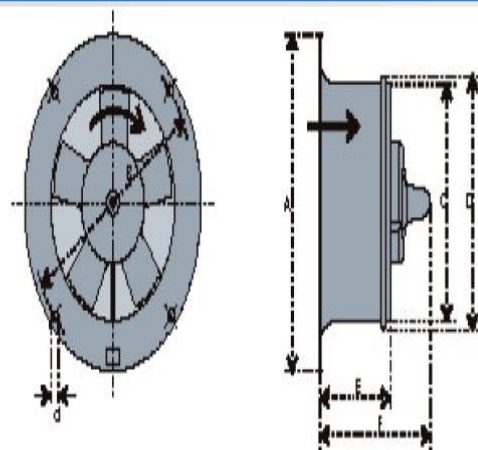
Datos Técnicos							
Tipo	Diámetro mm.	Caudal m ³ /s	Potencia kW	Intensidad (A)	Nivel Ruido (dB) (A)	Peso Kg.	No. Depósito
Con motor monofásico, 110 V., 4 polos, 1800 RPM							
				110V			
2CC2 254-5YC3	250	0.38	0.050	0.8	62	5.0	01181
2CC2 314-5YC3	316	0.70	0.088	1.5	62	6.0	01182
2CC2 354-5YC3	350	1.01	0.110	1.9	68	7.0	01183
2CC2 404-5YC3	400	1.45	0.220	3.2	74	8.0	01184
2CC2 504-5YA3	500	2.93	0.700	8.3	78	23.5	01185
Con motor trifásico, 220/440 V., 4 polos, 1800 RPM							
				220V	440V		
2CC2 404-5YP6	400	1.45	0.20	1.14	0.57	74	01186
2CC2 504-5YB6	500	2.93	0.66	3.00	1.50	78	01187
2CC2 634-5YB6	630	5.33	1.60	6.40	3.20	87	01188
2CC1 714-5YB6*	710	8.37	3.58	14.00	7.00	91	01189
Con motor trifásico, 220/440 V., 6 polos, 1200 RPM							
2CC2 506-5YB6	500	1.91	0.19	1.22	0.61	68	01190

(Fuente: Manual de ventiladores Siemens)

Con el valor obtenido en la tabla 6.2 procedemos a escoger un ventilador de 110 V con una intensidad de 1.5 A.

Tabla 6.4 Dimensiones generales

Monofásicos							
Tipo	A	B	C	D	E	F	d
2CC2 254-5YC3	360	340	252	262	145	215	10
2CC2 314-5YC3	430	410	318	328	145	238	10
2CC2 354-5YC3	465	445	356	366	145	236	10
2CC2 404-5YC3	515	490	402	412	145	234	10
2CC2 404-5YB6	515	490	402	412	145	205	10



(Fuente: Manual de ventiladores Siemens)

El ventilador escogido nos da una autonomía de 0.70 m³/seg. Así que vamos a utilizar 4 ventiladores para cumplir con los 2.34 m³/seg. Que necesitamos para realizar los cambios necesarios.

Adicionalmente se realizara el cálculo de un ventilador central que ayude en la mezcla de aire frio-caliente.

Datos:

Diámetro = 0.4 m

Velocidad = 1.2 m/s

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} \tag{Ec. 6.2}$$

$$A = \frac{\pi * (0.4 \text{ m})^2}{4}$$

$$A = 0.12 \text{ m}^2$$

$$Q = V * A \quad (\text{Ec. 6.3})$$

$$Q = 1.2 \frac{m}{s} * 0.12m^2$$
$$Q = 0.14 m^3/s$$

6.7.1.2 DISEÑO DE ELEMENTOS MECÁNICOS

Al soporte del ventilador le tomaremos como una viga simple empotrada que soporta esfuerzos de flexión como se puede mirar en la figura 6.6 para lo cual se utilizara las siguientes formulas.

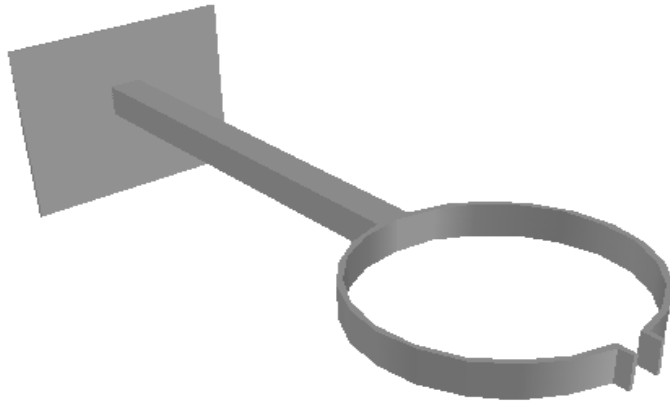


Figura 6.6 Soporte de ventilador

(Fuente: Egdo. César Robalino)

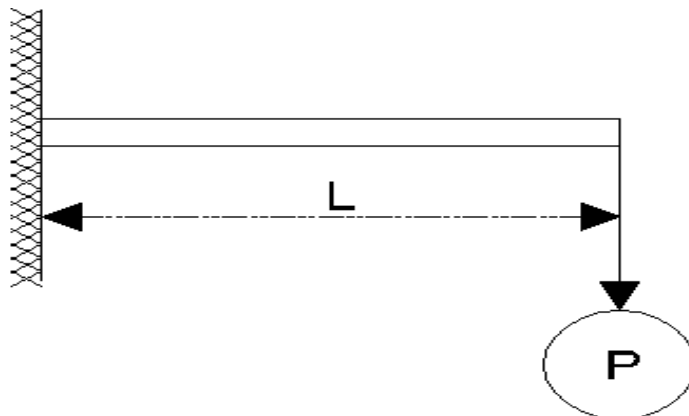


Figura 6.7 Pieza empotrada por un extremo

(Fuente: Egdo. César Robalino)

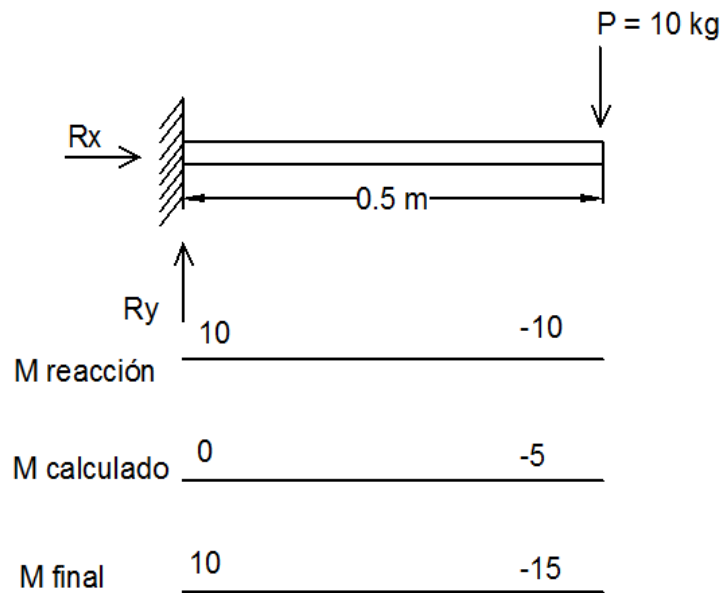


Figura 6.8 Diagrama de cuerpo libre
(Fuente: Egdo. César Robalino)

Para calcular los esfuerzos de flexión que ha de soportar el brazo de la estructura se utilizara la formula siguiente:

$$\Sigma Fy = 0$$

$$Ry - P = 0 \tag{Ec. 6.4}$$

$$Ry = 10 \text{ Kg}$$

$$Mv = -15 \text{ Kg-m}$$

Con el momento calculamos el módulo de resistencia para escoger el perfil adecuado.

φ_b : Coeficiente de flexión para vigas empotradas de un lado

Mv: Momento en V

fy: límite de fluencia del acero

I_{xreq} : Inercia requerida

$$I_{xreq} = \frac{Mv}{\varphi_b * fy} \tag{Ec. 6.5}$$

Dónde:

$$Mv = -15 \text{ Kg-m}$$

$$\varphi_b = 0.9$$

$$f_y = 36 \text{ ksi}$$

$$36 \text{ ksi} = 25310500 \text{ Kg/m}^2$$

$$Ix_{req} = \frac{Mv}{\varphi_b * f_y} \quad (\text{Ec. 6.6})$$

$$Ix_{req} = \frac{-15 \text{ Kg-m}}{0.9 * 25310500 \text{ Kg/m}^2}$$

$$Ix_{req} = 6.58 * 10^{-7} \text{ m}^3 \left[\frac{(100 \text{ cm})^3}{1 \text{ m}^3} \right]$$

$$Ix_{req} = 0.658 \text{ cm}^3$$

Con este valor nos vamos a tablas y escogemos el valor más cercano que es 0.69 cm^3 con un espesor de 2 mm y 20 mm de lado con la norma ASTM A 500 Gr.

Para efectos de soldadura se escogerá en perfil cuadrado de 30 mm de lado y 2 mm de espesor con el cual se calculara la resistencia de la junta soldada.

6.7.1.3 JUNTA DE SOLDADURA EN TE DEL ELEMENTO VIGA

El proceso que se utilizo es el de soldadura de arco metálico protegido (SMAW), se tomara la fuerza y momento que intervienen ya que esta junta se genera el mayor esfuerzo.

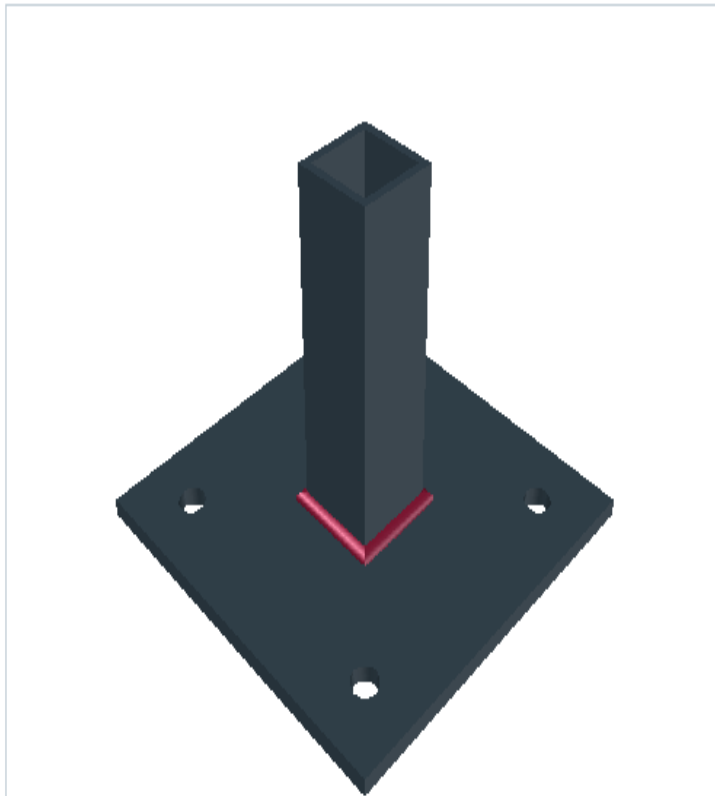


Figura 6.9 Junta de soldadura en te del elemento viga
(Fuente: Egdo. César Robalino)

Parámetros de diseño

- Soldadura con electrodo E6011
- Material base Acero A500
- Soldadura de filete de 5 mm

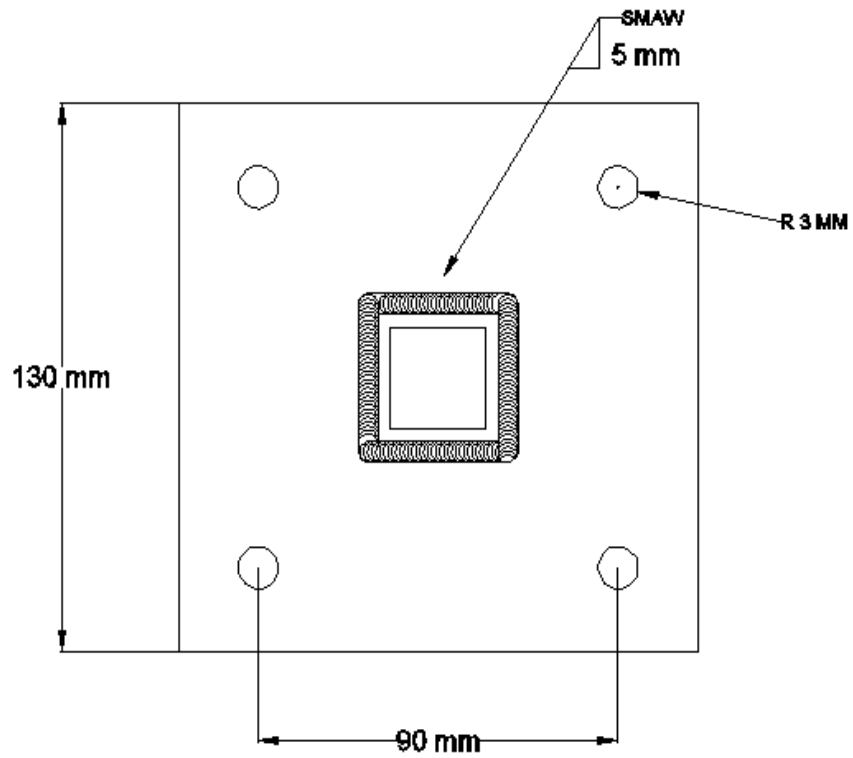


Figura 6.10 Fuerza y momento en la junta del elemento viga
(Fuente: Egdo. César Robalino)

Momento resultante

$$F = m * g \quad (\text{Ec. 6.7})$$

$$F = 10Kg * 9.8 \frac{m}{s}$$

$$F = 98N$$

$$M = F * d \quad (\text{Ec. 6.8})$$

$$M = 98N * 0.5m$$

$$M = 49 N * m$$

Área de garganta

Consideramos las propiedades a la flexión de uniones de soldadura de filete se selecciona la fórmula del área de la garganta de acuerdo a la sección a soldar del ANEXO C5.

$$A = 1.414 * h(b + d) \quad (\text{Ec.6.9})$$

$$A = 1.414 * 5(30 + 30)$$

$$A = 424.2\text{mm}^2 = 4.242 \times 10^{-4}\text{m}^2$$

Segundo momento de área unitario

Seleccionamos la fórmula del momento de inercia unitario de acuerdo a la sección a soldar ANEXO C6.

$$I_u = \frac{d^2}{6} (3b + d) \quad (\text{Ec. 6.10})$$

$$I_u = \frac{30^2}{6} (3 * 30 + 30)$$

$$I_u = 18000\text{mm}^3 = 1.8 \times 10^{-5}\text{m}^3$$

Segundo momento de área basado en la garganta de la junta

$$I = 0.707hI_u \quad (\text{Ec. 6.11})$$

$$I = 0.707(5\text{mm})(1.8 \times 10^{-5}\text{mm}^3)$$

$$I = 6.36 \times 10^{-5}\text{m}^4$$

Esfuerzo cortante debido al momento y a F.

Para el material de aporte, el esfuerzo de corte es:

$$\tau = \frac{F}{A} + \frac{M \cdot c}{I} \quad (\text{Ec. 6.12})$$

$$\tau = \frac{98N}{4.242 \times 10^{-4} m^2} + \frac{49Nm \cdot 0.015m}{6.36 \times 10^{-5} m^4}$$

$$\tau = 0.2425 \times 10^6 \frac{N}{m^2} = 0.2425 MPa$$

Las propiedades mínimas a la tensión del material de aporte para soldadura de arco ANEXO C7:

Material de aporte E6011

- $S_u = 62 \text{ Kpsi} (427 MPa)$
- $S_y = 50 \text{ Kpsi} (345 MPa)$

Esfuerzo permisible

Del ANEXO C8 se muestran los esfuerzos permitidos por el reglamento AISC para material de aporte.

$$S_{sy} = 0.4S_y \quad (\text{Ec. 6.13})$$

$$S_{sy} = 0.4(345 MPa) = 138 MPa$$

Factor de seguridad contra la fluencia estática en la unión soldada.

$$n = \frac{S_{sy}}{\tau} \quad (\text{Ec. 6.14})$$

$$n = \frac{138 MPa}{0.2425 MPa}$$

$$n = 569.07$$

6.7.1.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE SUJECCIÓN

La carga cortante de cada perno se obtiene debido al momento y la fuerza:

- Carga cortante primaria por perno siendo $N_p=4$ (Numero de pernos)

$$F' = \frac{F}{N_p} \quad (\text{Ec. 6.15})$$

$$F' = \frac{98N}{4} = 24.5N$$

- Carga cortante secundaria por perno

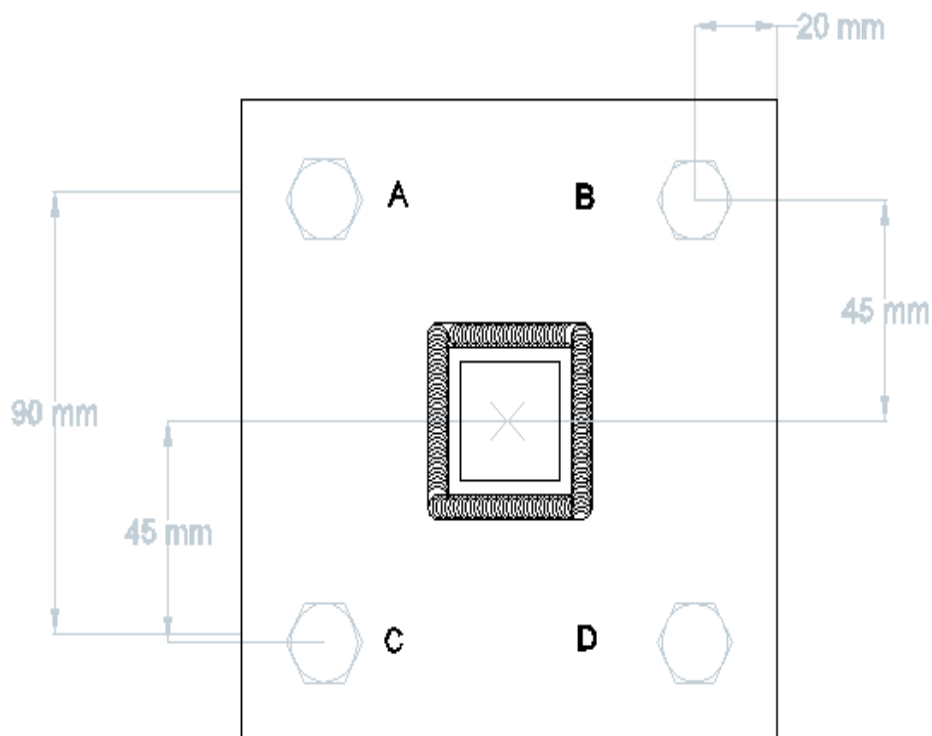


Figura 6.11 Distancias de cada perno

(Fuente: Egdo. César Robalino)

Esfuerzo cortante máximo en los pernos

- Área de esfuerzo cortante (A_s)

$$A_s = \frac{\pi d p^2}{4} \quad (\text{Ec. 6.16})$$

$$A_s = \frac{\pi(6.35\text{mm})^2}{4}$$

$$A_s = 31.67 \text{ mm}^2 = 3.17 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

- Esfuerzo de corte (τ)

$$\tau = \frac{F}{A_s} \quad (\text{Ec. 6.17})$$

$$\tau = \frac{24.5\text{N}}{3.17 \times 10^{-5} \text{ m}^2}$$

$$\tau = 0.77 \text{ MPa}$$

Esfuerzo de aplastamiento máximo

- Área de aplastamiento (A_b)

$t = 50\text{mm}$ (distancia de agarre)

$dp = 6.35 \text{ mm}$ (diámetro del perno)

$$A_b = tdp \quad (\text{Ec. 6.18})$$

$$A_b = (50\text{mm})(6.35\text{mm}) = 315.5\text{mm}^2 = 3.175 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

- Esfuerzo de aplastamiento (σ)

$$\sigma = -\frac{F}{A_b} \quad (\text{Ec. 6.19})$$

$$\sigma = -\frac{24.5\text{N}}{3.175 \times 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$\sigma = -0.077 \text{ MPa}$$

Constante de rigidez del perno (Kb)

$l = 50\text{mm}(\text{distancia de agarre})$

$$Kb = \frac{AE}{L} = \frac{\pi d^2 E}{4l} \quad (\text{Ec. 6.20})$$

$$Kb = \frac{\pi(6.35 \times 10^{-3} \text{m})^2 (207 \times 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2})}{4(50 \times 10^{-3} \text{m})}$$

$$Kb = 131.11 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Constante de rigidez de los elementos (Km)

$$Km = \frac{\pi E d}{2 \ln \left[\frac{5(l+0.5d)}{l+2.5d} \right]} \quad (\text{Ec. 6.21})$$

$$Km = \frac{\pi(207 \times 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2})(6.35 \times 10^{-3} \text{m})}{2 \ln \left[\frac{5(50 \times 10^{-3} \text{m} + 6.35 \times 10^{-3} \text{m})}{(50 \times 10^{-3} \text{m} + 2.5 \times 6.35 \times 10^{-3} \text{m})} \right]}$$

$$Km = 1421 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Constante de relación de rigidez de la unión (C)

$$C = \frac{Kb}{Kb + Km} \quad (\text{Ec. 6.22})$$

$$C = \frac{131.11 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}}}{131.11 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}} + 1421 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}}}$$

$$C = 0.08$$

En el Anexo C10 se selecciona el área de esfuerzo a tensión (A_t) en base al diámetro de $\frac{1}{4}$ ".

$$A_t = 0.0318 \text{ plg}^2 = 2.05 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

Esfuerzo de prueba en el perno (S_p)

En el Anexo C9 se selecciona la resistencia de prueba mínima en base al diámetro y material del perno.

$$S_p = \frac{33 \times 10^3 \text{ lb}}{\text{plg}^2} = 227.85 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

Carga de prueba (F_p)

$$F_p = A_t S_p \quad (\text{Ec. 6.23})$$

$$F_p = (2.05 \times 10^{-5} \text{ m}^2) \left(\frac{227.85 \times 10^6 \text{ N}}{\text{m}^2} \right)$$

$$F_p = 4670.925 \text{ N}$$

Precarga mínima y máxima:

Para tener un margen de seguridad se debe mantener la precarga entre los intervalos

$$0.6 F_p \leq F_1 \leq 0.9 F_p \quad (\text{Ec. 6.24})$$

$$F_{1(\min)} = 0.6 F_p = 0.6(4670.925 \text{ N}) = 2802.55 \text{ N}$$

$$F_{1(\max)} = 0.9 F_p = 0.9(4670.925 \text{ N}) = 4203.83 \text{ N}$$

Factor de seguridad contra la falla estática:

- $F = 24.5 \text{ N}$ (Carga resultante máxima en cada perno)

- $S_y = 36 \text{ Kpsi} = \frac{248.85 \times 10^6 \text{ N}}{\text{m}^2}$, resistencia perno Anexo C9

$$n = \frac{AtS_y - F1}{CF}$$

$$n = \frac{2.05 \times 10^{-5} \text{ m}^2 * \frac{248.85 \times 10^6 \text{ N}}{\text{m}^2} - 4203.83 \text{ N}}{0.08 * 24.5 \text{ N}}$$

$$n = 457.9$$

6.7.1.5 DISEÑO DE CONTROL ELÉCTRICO

Aunque la energía sea una sola cosa, la misma puede presentarse de formas diferentes. Si conectamos una resistencia a una red eléctrica esta se calienta lo que quiere decir que dicha resistencia consume energía y la transforma en calor que también es una forma de energía, lo mismo pasa con un motor eléctrico absorbe energía de la red y la convierte en energía mecánica.

El tipo de cable para las conexiones eléctricas es de suma importancia y es un ítem que no se puede pasar por alto ya que nuestro sistema depende de que exista una buena alimentación y una correcta instalación para que sea seguro y dure mucho tiempo en condiciones de trabajo pesado.

Al escoger el tipo de ventilador nos arroja unos datos los cuales utilizaremos para calcular la potencia del sistema instalado:

Datos:

$$V = 127 \text{ V}$$

$$\text{Potencia} = 0.088 \text{ Kw}$$

$$\text{Intensidad} = 1.5 \text{ A}$$

Factor de seguridad = 1.25

La intensidad de corriente total está dada a continuación:

IT = Intensidad de corriente total

I1, I2, I3, I4, I5 = Corrientes de los motores

$$IT = I1 + I2 + I3 + I4 + I5 \quad (\text{Ec.6.25})$$

$$IT = 1.5 + 1.5 + 1.5 + 1.5 + 1.5$$

$$IT = 7.5 \text{ Amp.}$$

$$IT = 7.5 \text{ Amp.} \times 1.25$$

$$IT = 9.375 \text{ Amp.}$$

Cálculo de la potencia total requerida (P)

a) Potencia eléctrica absorbida de la red resistencia monofásica

$$P = U * I \quad (\text{Ec. 6.26})$$

Dónde:

P = Potencia eléctrica

U = Tensión en Volt.

I = Corriente Amper

$$P = 127 \text{ Volt.} * 9.375 \text{ Amp.}$$

$$P = 1190.625 \text{ watts} = 1.19 \text{ kilowatt}$$

b) Potencia aparente (S)

La potencia aparente es la que se toma como si no hubiese desfasaje de corriente:

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} (VA) \quad (\text{Ec. 6.27})$$

Dónde:

P = Potencia eléctrica absorbida de la red resistencia monofásica

$\cos \varphi$ = Angulo de desfasaje entre la tensión y la corriente de fase

Para cargas resistivas $\cos \varphi = 1$

$$S = \frac{1.19 \text{ kwatt}}{\cos \varphi}$$

$$S = 1.19K VA$$

c) Potencia activa (P)

Cantidad de potencia aparente que realiza un trabajo.

$$P = S * \cos \varphi (W) \quad (\text{Ec. 6.28})$$

$$P = 1.19 KVA * \cos \varphi$$

$$P = 1.18K W$$

d) Potencia reactiva (Q)

Potencia aparente que no realiza trabajo.

$$Q = S * \sin \varphi (VAr) \quad (\text{Ec. 6.29})$$

$$Q = 1.19K VA * \sin \varphi$$

$$Q = 0.020K VA$$

Un motor eléctrico no solo produce trabajo mecánico y calor (perdidas) debido al consumo de la llamada potencia activa, si no que consume la llamada potencia reactiva necesaria para la magnetización que no produce trabajo la figura 6.12 muestra el vector P potencia activa y Q potencia reactiva que sumadas resultan en la potencia aparente S.

Selección del tipo de cable:

En el anexo C4 podemos seleccionar el tipo de cable dependiendo de la cantidad de corriente que vamos a utilizar.

- Capacidad de conducción de 8 - 10 amperios
- Peso total aproximado 18.40 kg/km
- Diámetro exterior aproximado 2.81 mm
- Espesor del aislamiento 0.76 mm
- # de hilos 1
- Calibre AWG 14
- Código BA 14

6.7.16 PRUEBAS PERIÓDICAS DE COMPROBACIÓN DE UNA INSTALACIÓN

En muchos países es indispensable realizar pruebas periódicas así como un control total del sistema eléctrico de edificios comerciales e industriales en la figura 6.13 se muestran las frecuencias de pruebas prescritas normalmente según el tipo de instalación.

Figura 6.13 frecuencias de pruebas prescritas normalmente según el tipo de instalación.

Tipo de instalación		Frecuencia de pruebas
Instalaciones que requieren la protección de los empleados	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ubicaciones en las que existe un riesgo de degradación, fuego o explosión ■ Instalaciones temporales en los lugares de trabajo ■ Ubicaciones en las que hay instalaciones de alta tensión ■ Ubicaciones de conducción restrictiva donde se utilizan dispositivos móviles 	Anual
	Otros casos	Cada 3 años
Instalaciones en edificios utilizados para reuniones públicas en las que se requiere protección frente al riesgo de incendio o pánico	Según el tipo de edificio y su capacidad para recibir al público	De uno a tres años
Residencial	Según la normativa local	

(Fuente: [www.weg.net/motoreselectricos/Guia de especificación/instalaciones](http://www.weg.net/motoreselectricos/Guia%20de%20especificaci3n/instalaciones))

6.7.2 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN

La instalación del sistema de ventilación se lo procederá a realizar siguiendo el esquema que se detallara a continuación:

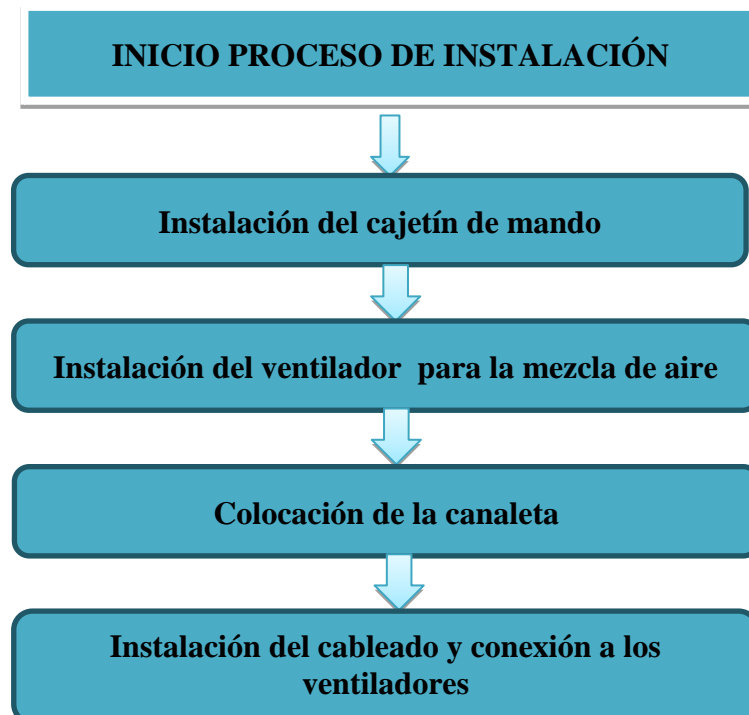


Figura 6.12 Proceso de instalación del sistema de ventilación
(Fuente: Egdo. César Robalino)

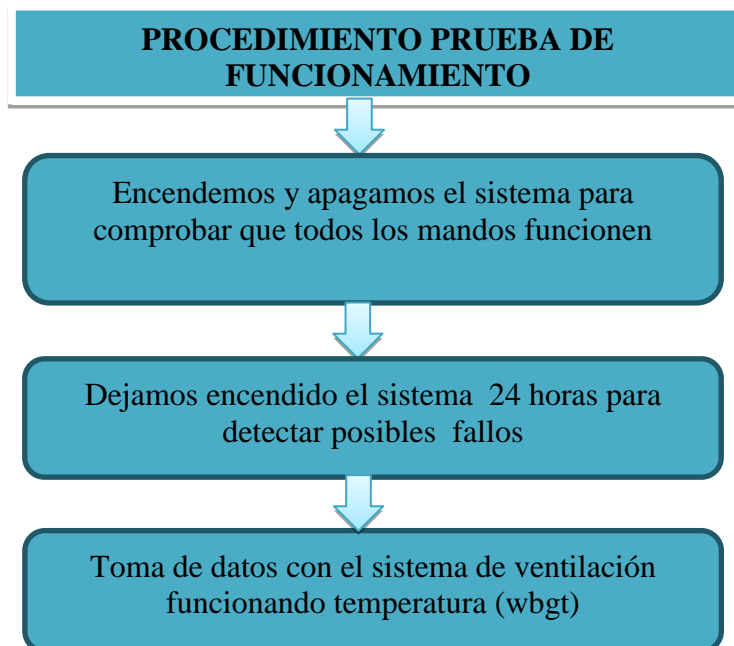


Figura 6.13 Proceso de prueba de funcionamiento
(Fuente: Egdo. César Robalino)

6.7.2.1 INSTALACIÓN DEL CAJETÍN DE MANDO

La instalación de este sistema nos permite controlar de una manera más acertada todo el sistema de ventilación se puede organizar todos los mandos y si existiera algún fallo se puede comenzar la inspección por este mando.



Foto 6.1 Cajetín
(Fuente: Egdo. César Robalino)

6.7.2.2 INSTALACIÓN DE LOS EXTRACTORES

Los extractores son de vital importancia ya que permite un alto flujo del aire de adentro hacia fuera creando una leve sobre presión que permite el ingreso de aire frío permitiendo así una renovación constante de aire fresco y frío hacia el interior.

Para que el aire tenga un flujo continuo se debe evitar que el ventilador tenga interrupciones tanto en la entrada como en la salida del aire y peor aún las aspas del ventilador entren en contacto con algún cuerpo extraño para lo cual se les colocara en su respectivo marco realizando un corte en la malla que protege la ventana se le soldara y luego se le fijara con pernos.



Foto 6.2 Extractores instalados
(Fuente: Egdo. César Robalino)

6.7.2.3 INSTALACIÓN DEL VENTILADOR PARA LA MEZCLA DE AIRE

El ventilador instalado nos ayudara con una circulación constante del aire el cual será atrapado por los extractores y enviado hacia afuera esta circulación constante nos ayudara también con la mezcla de aire frío del exterior y el aire caliente generado por las calderas.

Las aspas del ventilador instalado son de 15.5 pulgadas de punta a punta para abarcar un caudal más amplio y así tener una correcta circulación de aire.



Foto 6.3 Instalación del ventilador para la mezcla de aire
(Fuente: Egdo. César Robalino)

6.7.2.4 COLOCACIÓN DE LA CANALETA

La colocación de la canaleta se la realizo con el objetivo de tener una instalación que no interfiera con las demás instalaciones de la sala de calderas que sea estéticamente agradable a la vista y seguro.



Foto 6.4 Instalación de las canaletas
(Fuente: Egdo. César Robalino)

6.7.2.5 INSTALACIÓN DEL CABLEADO Y CONEXIÓN A LOS VENTILADORES

Con los cálculos realizados se determinó que el calibre del cable a utilizarse es el AWG 14 el cual se lo realizo luego de colocar en posición cada una de las canaletas y se procedió a realizar las respectivas conexiones en cada uno de los ventiladores.



Foto 6.5 Instalación del cableado
(Fuente: Egado. César Robalino)

6.7.2.6 ENCENDIDO Y APAGADO DEL EQUIPO

Este procedimiento se lo realiza con la finalidad de detectar posibles fallas en el sistema controlando cada uno de los elementos con un encendido y apagado en cortos lapsos de tiempo durante 24 horas seguidas.



Foto 6.6 Encendido y apagado del equipo

(Fuente: Egdo. César Robalino)

6.7.2.7 TOMA DE DATOS CON EL EQUIPO A PLENO FUNCIONAMIENTO

Luego de realizar la instalación completa del sistema de ventilación procedemos a la toma de datos con el equipo de medición WBGT.



Foto 6.7 Toma de datos

(Fuente: Egdo. César Robalino)

6.7.3 MEDICIÓN DE LOS ÍNDICES DE TEMPERATURA WBGT CON EL SISTEMA DE VENTILACIÓN INSTALADO

Bajo las mismas condiciones de trabajo se medirá la temperatura WBGT para proceder a recalcularse la dosis de calor recibida por los operarios de calderas del Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la Ciudad de Guaranda.

Cuadro 6.1 Promedio de temperaturas con el sistema de ventilación instalado

UBICACIÓN	WBGT	TA	TG	% humedad
cabeza	23.1	25.3	31.3	20.4
	23.3	25.9	30.2	21.3
	23.4	25.8	29.8	20.9
	23.3	26.2	29.2	20.2
	23.1	26.1	30.1	19.3
tronco	22.8	24.9	30.7	19.1
	24.2	26.3	29.2	29.1
	24.5	27.2	28.9	37.5
	24.7	27.2	29.0	28.8
	22.3	25.7	29.1	28.5
pies	22.8	26.1	29.3	19.3
	22.7	25.5	29.7	19.0
	23.0	25.5	28.9	19.4
	22.8	25.1	29.2	19.5
	22.7	25.8	28.8	19.4

(Fuente: Egdo. César Robalino)

Cuadro 6.2 Dosis de calor con el sistema de ventilación instalado

Tarea	Metabolismo total (Kcal/h)	Valor permisible de exposición	Promedio temperatura WBGT°C	Determinación de la dosis
Mantenimiento preventivo	213.6	25.9	22.9	0.8
Limpieza y revisión del equipo	195.08	25	23.4	0.9
Cambio de filtros y limpieza de hollín	215.9	25	23.6	0.9
Toma de temperaturas y control de válvulas	153.8	28	23.6	0.8
Mantenimiento de banco de vapor y de distribución	208.2	25	22.7	0.9

(Fuente: Egdo. César Robalino)

Se conserva el gasto metabólico porque el tipo de actividad es la misma. Lo que cambio es la implementación del sistema de ventilación para que exista una baja de temperatura con la circulación de aire frio dentro del recinto.

La ventilación implementada sirvió para que disminuya la dosis de calor que recibían los operarios de calderas del hospital Alfredo Noboa Montenegro de la Ciudad de Guaranda reduciéndolo desde 1.1 la dosis más alta hasta un 0.8 que es la dosis más baja.

6.7.4 DETERMINACIÓN DEL CONFORT TÉRMICO UTILIZANDO EL MÉTODO DE FANGER CON EL SISTEMA DE VENTILACIÓN INSTALADO

6.7.4.1 VELOCIDAD DEL AIRE

La velocidad del aire se ha calculado ya no por los movimientos de la persona sino con la velocidad del aire que nos brinda los ventiladores dentro del ambiente con lo cual procederemos a calcular la velocidad del aire relativa.

Cuadro 6.3 Velocidad del aire relativa

Actividad	Va(m/s)	Var(m/s)
Mantenimiento preventivo	1.2	2
limpieza y revisión del equipo	1.2	1.9
cambio de filtros y limpieza de hollín	1.2	2
Toma de temperaturas y control de válvulas	1.2	1.7
mantenimiento de banco de vapor y de distribución	1.2	2

(Fuente: Egdo. César Robalino)

6.7.4.2 CALCULAMOS EL ÍNDICE DE VALORACIÓN MEDIA (IVM)

El índice de valoración media se calculará con los nuevos parámetros conservando los valores que no cambian como el clo, el metabolismo y temperatura con lo cual se valorará los valores finales.

Cuadro 6.4 Índice de valoración media (IVM)

Actividad	clo	M (W/m ²)	Temperatura seca(°C)	Vr (m/s)	IVM
Mantenimiento preventivo	1.01	137.6	25.4	2	0.46
limpieza y revisión del equipo	1.01	125.6	25.9	1.9	0.5
cambio de filtros y limpieza de hollín	1.01	139.0	26.1	2	0.44
Toma de temperaturas y control de válvulas	1.01	99.08	26.1	1.7	0.39
mantenimiento de banco de vapor y de distribución	1.01	134.8	25.8	2	0.41

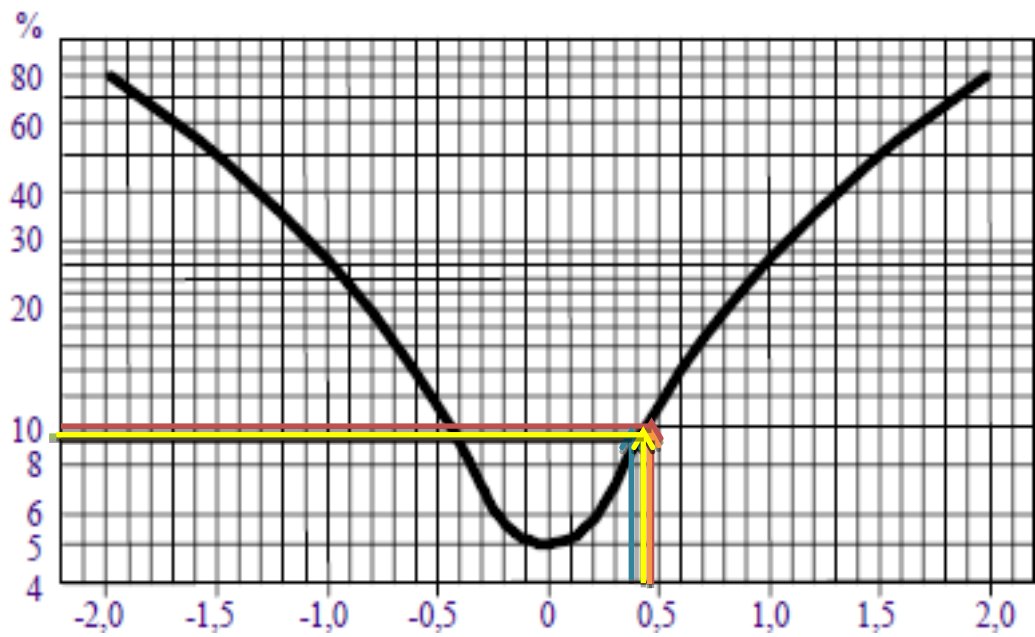
(Fuente: Egdo. César Robalino)

La corrección del índice de valoración medio se da tomando en cuenta todos los factores que intervienen en el ambiente de trabajo con el sistema de ventilación en operación.

Cuadro 6.5 Índice de valoración media (IVM) corregido

IVM	HR%	Ta	Tg	Fh	fr	TRM	IVM final
0.46	19.6	25.4	30.4	0.0014	0.0350	26.7	0.46
0.5	23.1	25.9	29.7	0.0014	0.0350	27.5	0.51
0.44	25.9	26.1	31.4	0.0014	0.0350	30	0.49
0.39	22.8	26.1	29.3	0.0014	0.0350	29.5	0.41
0.41	22.4	25.8	29.3	0.0014	0.0350	28.6	0.47

(Fuente: Egdo. César Robalino)



Índice de valoración medio (IVM)

Figura 6.5 Cuadro comparativo del porcentaje de personas insatisfechas (PPI)

- IVM = 0.46 →
- IVM = 0.51 →
- IVM = 0.49 →
- IVM = 0.41 →
- IVM = 0.47 →

Se recomienda que no sobrepase el 10% de insatisfechos lo que es lo mismo ± 0.5 en el recalcu realizado ventajosamente no se excedió de este porcentaje lo que nos ubica en una zona de confort en la cual los operarios de calderas del Hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda pueden desarrollar sus actividades con normalidad.

6.8 ADMINISTRACIÓN

6.8.1 ANÁLISIS ECONÓMICO

En esta sección se procederá a calcular la inversión que se realizó en la implementación del sistema de ventilación y su beneficio y si la implementación de

dicho sistema es beneficia económicamente al hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda. Se realizaran los siguientes pasos para calcular este proceso.

1. Análisis de costos
2. Financiamiento
3. VAN (valor actual neto) el TIR (tasa interna de rendimiento)

6.8.2 ANÁLISIS DE COSTOS

6.8.2.1 COSTOS DIRECTOS

Todos los valores en materiales y mano de obra que se genera para la realización de este proyecto.

Tabla 6.2 Costos de materiales directos

CANT.	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	u	Riel din metálica	2.08	2.08
4	u	Derivación en T 13X7 dexion	0.34	1.34
5	u	Angulo plano 13X7 blanca	0.34	1.70
1	u	Caja metálica pintado 20X20X15	19.64	19.64
24	m	Canaleta dexion 13X7 blanca	1.47	17.64
100	m	Cable solido #14 AWG	0.37	37
4	u	Extractor de aire axial 15 pulgadas 110 V siemens	125	500
	u	Ventilador	100	100
1	u	Taype temflex de vinil 13mm	0.89	0.89
2	u	Temporizador on-delay , off- delay 110 V	50	100
1	u	Contactador 110 V	27	27
1	u	Pulsador 110 V on -off	10	10

SUB – TOTAL	817.29
IVA 12%	98.07
TOTAL	915.36

(Fuente: Egdo. César Robalino)

Tabla 6.3 Costo de elementos fabricados

CANT.	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	u	Soporte de ventilador	50	50
4	u	Marco ventiladores	20	80
			SUB-TOTAL	130
			IVA 12%	15.6

(Fuente: Egdo. César Robalino)

Tabla 6.4 Mano de obra directa

Nº	ACTIVIDAD	PERSONAL	TIEMPO (HORAS)	COSTO/HORA	TOTAL
1	Soldadura de marcos para los ventiladores y colocación del soporte de ventilador	Wilson Culqui	3	4.25	12.75
2	Instalación de los ventiladores y sistema eléctrico	Miguel Laica	5	4.25	21.25
3	Colocación de canaletas	Wilson Culqui	2	3.50	7
4	Construcción de marcos para los ventiladores y soporte	Marco Núñez	7	5.20	36.40
				Total	77.40

(Fuente: Egdo. César Robalino)

Tabla 6.5 Costo maquinaria y equipos

N°	Descripción	TIEMPO (HORAS)	COSTO/HORA	TOTAL
1	soldadora	6	2	12
2	moladora	2	2.50	5
3	entenalla	2	1.25	2.50
4	Medidor de estrés térnico(WBGT)	-	-	470
	Anemómetro digital	-	-	65
			total	554.5

(Fuente: Egdo. César Robalino)

Tabla 6.6 Gastos indirectos varios

N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Asesoría técnica	100
2	Movilización	60
3	Alimentación de operarios	40
4	Imprevistos 5%	7.60

(Fuente: Egdo. César Robalino)

Luego de haber acomodado todos los rubros procederemos a sumar cada uno de ellos teniendo lo siguiente:

Tabla 6.7 Costo total de la instalación

COSTO DIRECTO (usd)	
Costos de materiales directos	915.36
Costo de elementos fabricados	145.6
Mano de obra directa	77.40

COSTO INDIRECTO (usd)	
Costo maquinaria y equipos	554.5
Gastos indirectos varios	207.60

COSTO TOTAL DE INSTALACIÓN (USD)	1900.46
---	----------------

(Fuente: Egdo. César Robalino)

6.8.3 FINANCIAMIENTO

El financiamiento se realizó en su totalidad con fondos del Hospital Alfredo Noboa Montenegro con una tasa de interés del 15%. Las autoridades del brindaron todas las facilidades para realizar el estudio de estrés térmico en las instalaciones y posterior instalación del sistema de ventilación.

6.8.3.1 INGRESOS AGREGADOS POR LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN

En promedio un operario de calderas gana 200 dolares semanales la carga normal de trabajo de un operario es de 8 horas.

Con la implementación del sistema de ventilación el confort aumenta en la zona de trabajo así los operarios disminuirán los tiempos muertos de trabajo que se pierde al tratar de reponerse del golpe de calor los cuales llegan a ser en unos 15 minutos en 2 horas de trabajo lo que en las 8 horas se recuperaría 1 hora.

Tomando en cuenta este hecho se procede a calcular la ganancia por el tiempo perdido:

Tabla 6.8 Recuperación de dinero por tiempo aprovechado

Pago por hora	4.16
Recuperación por tiempo aprovechado	4.16
Recuperación mensual	99.84
Recuperación anual por tiempo aprovechado	1198.08

(Fuente: Egdo. César Robalino)

6.8.4 ESTADO DE RESULTADOS

Tabla 6.9 Tabla de amortización de la deuda

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3
Pago de capital	451.82	451.82	451.82
Pago de interés	203.31	172.82	69.27
Dividendo total	655.13	624.64	521.09

(Fuente: Egdo. César Robalino)

Tiempo de vida del Sistema de ventilación

3 años

Valor de depreciación Anual del equipo

10%

Valor de salvamento

5%

67.27

Valor residual

3 años

476.96

Tabla 6.10 Depreciación

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3
Depreciación	158.98	158.98	158.98

(Fuente: Egdo. César Robalino)

Tabla 6.11 Proyección de estado de pérdidas y ganancias

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3
Entrada por hora recuperada	1198.08	1198.08	1198.08
Depreciaciones	158.98	158.98	158.98
Utilidad operativa	1039.1	1039.1	1039.1
Interés	203.31	172.82	69.27
Recuperación neta	1242.41	1211.92	1108.37

(Fuente: Egdo. César Robalino)

Tabla 6.12 Calculo de flujo neto de caja

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3
Utilidad operativa	1039.1	1039.1	1039.1
(+)depreciaciones	158.98	158.98	158.98
Flujo neto de caja nominal	1198.08	1198.08	1198.08

(Fuente: Egdo. César Robalino)

Ahora procederemos a calcular el valor del VAN y del TIR.

Tabal 6.13 Tasa mínima aceptable para el rendimiento del capital

Detalle	Valor
Tasa pasiva	5.43
Tasa de inflación	2.54
Riesgo país	6.36
TMAR	14.33

(Fuente: Egdo. César Robalino)

Tabla 6.14 Cálculo valor actual neto y tasa interna de retorno

INVERSIÓN	-1900.46
FNC1	1198.08
FNC2	1198.08
FNC3	1198.08
VAN	TIR
\$ 1.078,99	40,13%

(Fuente: Egdo. César Robalino)

Los resultados arrojados son positivos tanto del VAN como del TIR ya que el Hospital recuperara el dinero que se perdía por tiempo muerto en cada una de las labores aprovechándolo de mejor manera para satisfacer de manera integral las necesidades de sus pacientes.

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Con la utilización de la norma NTP 74 se pudo establecer el porcentaje de personas insatisfechas a la vez que se logró dar una solución al problema de estrés por calor de los operarios de calderas del hospital Alfredo Noboa Montenegro de la ciudad de Guaranda se recomienda tomar en cuenta las conclusiones y recomendaciones presentes para poder realizar una interpretación acertada en cada uno de los cálculos realizados.

Adicionalmente se sugiere una investigación posterior a este trabajo, en la cual se investigue la aplicabilidad de la propuesta en otro tipo de ambientes de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- **MÓNDELO**, 1995. *Ergonomía 2 Confort y estrés térmico*. Barcelona, España: Ediciones de la Universidad Politécnica de Catalunya, SL.

- 2.- **móndelo, Pedro. GREGORI TORADA Enrique. URIZ COMAS, Santiago. VILELLA CASTEJÓN, Emilio. LACAMBRA BARTOLOMÉ, Esther.** *Ergonomía 2. Confort y Estrés Térmico*. Alfaomega – UPC. México. 2001.

- 3.- **NIEBEL, Benjamín W.** *Ingeniería Industrial. Métodos, Tiempos y Movimientos*. Novena Edición. Alfaomega. México. 1996.

- 4.- **CHINER DASI, Mercedes – DIEGO MAS, J. Antonio – MARZAL ALCAIDE, Jorge.** *Laboratorio de Ergonomía. Editorial Alfaomega –Universidad Politécnica de Valencia. México. 2004.*

- 5.- **PUGA, J.** *Ganancias térmicas aplicadas a un sistema de ventilación industrial. Tesis facultad de Ingeniería Mecánica. Politécnica del litoral. 2000*

- 6.- **PASTOR, Alfonso.** *Manual práctico para la evaluación del riesgo ergonómico. Segunda edición. Ediciones Invassat-Ergo 2013.*

- 7.- **MOELLER, Frank.** *Manual y esquemas de Moeller Contactores y relés. Tercera edición. Alfaomega. México. 2002.*

Normas

- 1.- **NTP 322:** *Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT, del INSHT.*

2.- NTP 74. *Confort térmico. Método Fanger para su evaluación. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.*

3.- Manual de ventiladores Siemens

4.- ACERO COMERCIAL ECUATORIANO, folleto de especificaciones técnicas GP fans, 1999

Páginas WEB

1.- www.siemens.com.co/catalogomotores.htm

2.- <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=55>

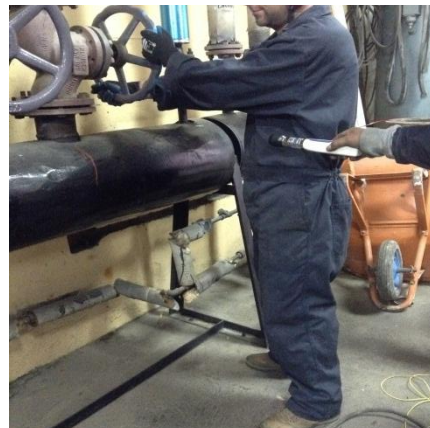
3.- <http://www.team.net/sol/tech/engine.html>.

ANEXOS

ANEXO A

MEDICIÓN DE TEMPERATURAS WBGT CON EL EQUIPO
CABEZA, TRONCO, TOBILLOS

ANEXO A1



FOTOS: medición del estrés térmico en trabajadores de calderas del hospital Alfredo Noboa Montenegro de la Ciudad de Guaranda.

ANEXO B

INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN

PROCESO DE INSTALACIÓN



Área de calderas



Corte de la malla



Colocación del marco



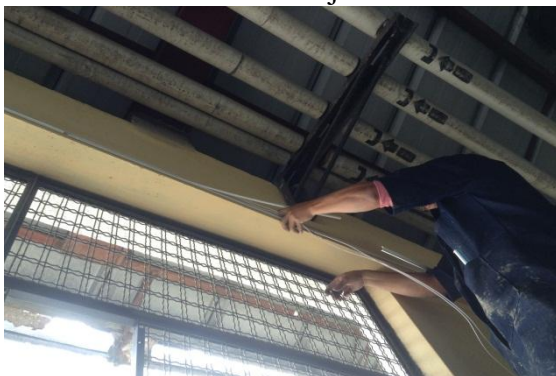
Colocación de la canaleta



Colocación del cajetín



Instalación soporte del motor



Instalación del cableado



Conexión de los mandos



Instalación de los extractores



extractores instalados



Instalación del ventilador



Ventilador instalado



Funcionamiento del sistema



Funcionamiento del sistema



Toma de medidas con el sistema implementado

ANEXO C

CATÁLOGOS Y TABLAS



NTP 74: Confort térmico - Método de Fanger para su evaluación



Thermal confort
Confort thermique

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus Indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Redactor:

Emilio Castejón Vilella
Ingeniero Industrial
Ingenieur du Génie Chimique
Ldo. en Farmacia

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA - BARCELONA

Introducción

El interés por la valoración del nivel de confort térmico nació como una consecuencia de la aparición de las técnicas de acondicionamiento de aire, cuyo fin era justamente lograr que las personas se sintieran confortables y precisaban por tanto de métodos que permitieran evaluar en qué medida se alcanzaban sus objetivos; el más conocido de los Índices de evaluación del confort fue la "temperatura efectiva", desarrollado por Yaglou y colaboradores en 1923. Desde entonces han aparecido muchos otros índices, pero la mayoría de ellos no engloban variables que en un ambiente industrial son de gran importancia, como la presencia de calor radiante, la intensidad de trabajo, etc., por lo que su utilidad en el campo laboral es muy limitada.

En este panorama la aparición en 1970 de la obra "Thermal Comfort" de P.O. Fanger representó un avance sustancial, al incluir en el método de valoración propuesto la práctica totalidad de las variables que influyen en los intercambios térmicos hombre-medio ambiente y que, por tanto, contribuyen a la sensación de confort; estas variables son: nivel de actividad, características del vestido, temperatura seca, humedad relativa, temperatura radiante media y velocidad del aire.

Por otra parte la presentación del resultado expresándolo como porcentaje de personas que se sentirán inconfortables en un ambiente determinado resulta de gran interés no sólo cuando se trata de evaluar una situación sino cuando se pretende proyectar o modificar un ambiente térmico.

En la presente Nota Técnica se exponen los aspectos principales, desde el punto de vista de su aplicación práctica, del método de Fanger; sin embargo para una mejor comprensión de los fundamentos del método y de las bases experimentales del mismo, consideramos de gran interés la consulta de la obra original.

Requerimientos para el confort térmico

La primera condición que debe cumplirse para que una situación pueda ser confortable es que se satisfaga la ecuación del balance térmico; en otras palabras, es necesario que los mecanismos fisiológicos de la termorregulación sean capaces de llevar al organismo a un estado de equilibrio térmico entre la ganancia de calor (de origen ambiental y metabólico) y la eliminación del mismo. NTP 18.82

El equilibrio térmico en sí mismo está sin embargo lejos de proporcionar sensación de confort; en efecto, el organismo es capaz de conseguir satisfacer el balance térmico en una amplísima gama de combinaciones de situaciones ambientales y tasas de actividad pero sólo una estrecha franja de las mismas conducen a situaciones que el propio sujeto califique de confortables; la experiencia ha demostrado que para que se dé la sensación de confort debe cumplirse, además del equilibrio térmico, que tanto la temperatura de la piel como la cantidad de sudor secretado (y evaporado) deben estar comprendidos dentro de ciertos límites.

Los estudios de Fanger han demostrado que los valores de la temperatura de la piel y de la cantidad de sudor secretado en las situaciones confortables dependen del nivel de actividad a través de relaciones lineales; la temperatura de la piel es linealmente decreciente con el consumo metabólico mientras la cantidad de sudor evaporado crece linealmente con la actividad, siempre en el supuesto de hallarnos en situaciones confortables.

La introducción de las relaciones anteriores en la ecuación del balance térmico conduce a una expresión que Fanger llama la

"ecuación del confort" que establece la relación que, en situaciones de confort, debe cumplirse entre tres tipos de variables:

A) Características del vestido: aislamiento y área total del mismo.

B) Características del tipo de trabajo: carga térmica metabólica y velocidad del aire.

C) Características del ambiente: temperatura seca, temperatura radiante media, presión parcial del vapor de agua en el aire y velocidad del aire.

La inclusión de la velocidad del aire en los apartados B) y C) se debe a considerar la velocidad efectiva del aire respecto al cuerpo tiene dos componentes: una, la velocidad que tendría el aire respecto al cuerpo y si éste estuviera quieto y otra, la velocidad debida al movimiento del cuerpo respecto a aire tranquilo; la suma de ambos valores es lo que llamaremos velocidad relativa del aire respecto al cuerpo.

Índice de valoración medio

Para estudiar la calificación que grupos de personas expuestas a una determinada situación atribuyen a su grado de confort, Fanger emplea la siguiente escala numérica de sensaciones:

- 3 muy frío
- 2 frío
- 1 ligeramente frío
- 0 neutro (confortable)
- +1 ligeramente caluroso
- +2 caluroso
- +3 muy caluroso

Cuando un conjunto de individuos es expuesto a una determinada situación denominaremos "Índice de valoración medio" (IMV) al promedio de las respectivas calificaciones atribuidas a dicha situación de acuerdo con la escala anterior.

La Tabla 1 da, para distintos valores del nivel de actividad medido como la carga térmica metabólica total, la temperatura seca, la velocidad relativa del aire respecto al cuerpo y el tipo de vestido, los valores correspondientes del IMV.

Influencia del vestido

Las características térmicas del vestido se miden en la unidad denominada "clo" (del inglés clothing, vestido), equivalente a una resistencia térmica de $0,18 \text{ m}^2 \text{ hr } ^\circ\text{C}/\text{Kcal}$; a continuación se indica, para los tipos más usuales de vestido los correspondientes valores de la resistencia en "clo":

Desnudo: 0 clo.

Ligero: 0,5 clo (similar a un atuendo típico de vera no comprendiendo ropa interior de algodón, pantalón y camisa abierta).

Medio: 1,0 clo (traje completo).

Pesado: 1,5 clo (uniforme militar de invierno).

Influencia de la humedad relativa

Los valores de la Tabla 1 presuponen una humedad relativa del 50% y que la temperatura radiante media y la seca son iguales.

Cuando la humedad difiere de dicho valor su influencia en el IMV se tiene en cuenta mediante el empleo de los gráficos de la figura 1 donde se da el factor de corrección por humedad, F_{RH} , en función del nivel de actividad, el tipo de vestido y la velocidad relativa del aire.

Si, por ejemplo, la humedad relativa es del 30%, de la figura 1 obtenemos para personas sedentarias con vestido de 0,5 clo y velocidad relativa 0,2 m/s que F_{RH} vale 0,0095, la corrección a añadir al valor IMV leído de la Tabla 1 será: $0,0095 (30 - 50) = -0,19$. La corrección es negativa ya que un ambiente con el 30% de humedad será, a igualdad de las demás variables, ligeramente más frío que uno con el 50%.

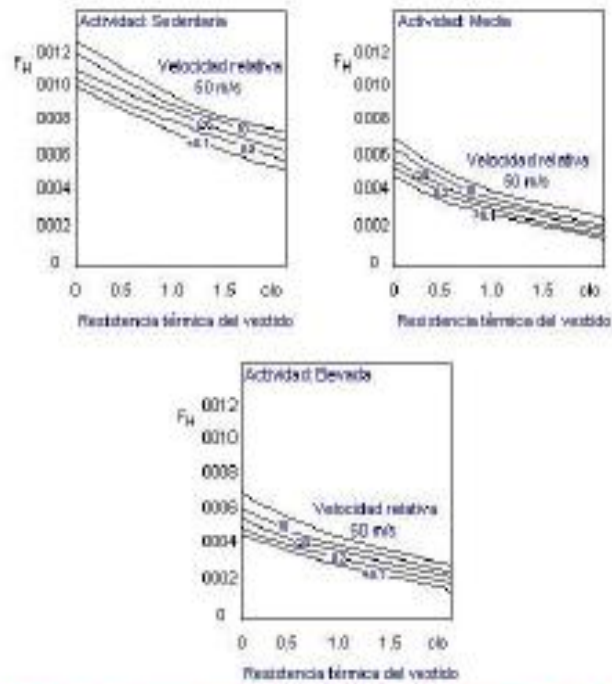


Fig. 1: Factor de corrección del IMV en función de la humedad (Fuente: P.O. Fanger)

Influencia de la temperatura radiante media

La figura 2 muestra el factor de corrección, F_R , a emplear cuando la temperatura radiante media difiere de la seca; su utilización es similar a la del factor F_H .

La temperatura radiante media se calcula a partir de los valores medidos de la temperatura seca, la temperatura de globo y la velocidad relativa del aire mediante la siguiente fórmula:

$$TRM = TG + 1,4 \sqrt{v} (TG - TS) \Rightarrow$$

donde:

TRM = temperatura radiante media, °C

TG = temperatura de globo, °C

TS = temperatura seca, °C

v = velocidad relativa del aire, m/s

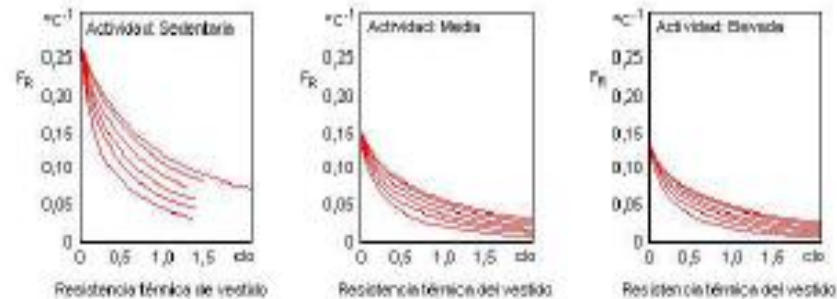


Fig. 2: Factor de corrección del IMV en función de la temperatura radiante media. (Fuente: P.O. Fanger)

Proporción de insatisfechos

Aunque el índice IMV resuelve el problema de cuantificar el grado de confort de una situación dada, su utilidad práctica sería reducida si no fuera posible correlacionar sus valores con el porcentaje de personas que para cada valor del índice expresan su conformidad o disconformidad con el ambiente en cuestión. Tal correlación ha sido establecida por Fanger a partir del estudio estadístico de los resultados obtenidos con 1.206 personas expuestas durante tres horas a un ambiente determinado.

En la figura 3 se indican los resultados de Fanger, que se expresan como el porcentaje de personas que se sienten insatisfechas para cada valor del índice IMV; se observa cómo en ambientes neutros, donde el IMV es cero, existe aún un 5% de insatisfechos lo que confirma el hecho bien conocido de que en cualquier situación, por sofisticado que sea el sistema de acondicionamiento térmico del local, existe cierta proporción de insatisfechos.

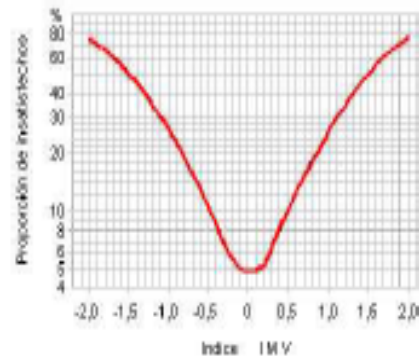


Fig. 3: Proporción prevista de personas insatisfechas en función del valor del índice IMV. (Fuente: P.O. Fanger)

Ejemplo

Supongamos la siguiente situación:

Temperatura seca: 28°C

Temperatura de globo: 28,5°C

Velocidad relativa del aire: 0,5 m/s

Humedad relativa: 70%

Vestido: ligero (10,5 clo)

Actividad: media (180 Kcal/h)

El cálculo da para la temperatura radiante media un valor de 31, 88°C.

La Tabla 1 nos conduce a un valor del índice IMV de 0,91. La figura 1 con 0,5 m/s y 0,5 clo da un factor FH de 0,0045 y la figura 2 con los mismos valores da para FR un valor de 0,08. El valor corregido del índice IMV será pues:

$$IMV = 0,91 + 20 \times 0,0045 + 5,88 \times 0,08 = 1,47$$

La figura 3 muestra que habrá un 45% de insatisfechos. Si se empleara un vestido más ligero (clo = 0,25) y al mismo tiempo se apantallaran los focos radiantes hasta conseguir que la temperatura de globo fuera igual a la seca, la Tabla 1 nos da un valor del índice IMV de 0,48; de la figura 3 con 0,25 clo y 0,5 m/s obtenemos $F_{RH} = 0,055$, la corrección por radiación será nula, al coincidir la temperatura de globo y la seca.

El índice IMV corregido valdrá por tanto:

$$IMV = 0,48 + 0,055 \times 20 = 0,57$$

para el que la figura 3 nos da un 12% de insatisfechos, habiéndose pues logrado una mejoría sensible.

Tabla 1

Nivel de actividad 90 Kcal/h:



NTP 323: Determinación del metabolismo energético



Determination du métabolisme énergétique
Determination of metabolic rate

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Redactores:

Silvia Nogareda Cubat
Lda. en Medicina y Cirugía
Especialista en Medicina de Empresa

Pablo Luna Mendoza
Lda. en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

El consumo metabólico sirve para evaluar la carga física y es así mismo una variable necesaria para valorar la agresión térmica.

El objetivo de esta NTP es presentar distintos métodos para determinar el gasto energético, basados en la Norma ISO 8006. Esta norma forma parte de una serie de normas internacionales que hacen referencia al ambiente térmico. En ella se describen los diferentes métodos de determinación del consumo energético indicando el nivel de precisión de cada uno de ellos.

Introducción

El metabolismo, que transforma la energía química de los alimentos en energía mecánica y en calor, mide el gasto energético muscular. Este gasto energético se expresa normalmente en unidades de energía y potencia: kilocalorías (kcal), joules (J), y vatios (w). La equivalencia entre las mismas es la siguiente:

- 1 kcal = 4,184 kJ
- 1 M = 0,239 kcal
- 1 kcal/h = 1,161 w
- 1 w = 0,861 kcal/h
- 1 kcal/h = 0,844 w/m²
- 1 w / m² = 1,553 kcal / hora (para una superficie corporal estándar de 1,8 m²).

Existen varios métodos para determinar el gasto energético, que se basan en la consulta de tablas o en la medida de algún parámetro fisiológico. En la tabla 1 se indican los que recoge la ISO 8006, clasificados en niveles según su precisión y dificultad.

Tabla 1: Métodos para determinar el gasto energético. ISO 8006

NIVEL	MÉTODO	PRECISIÓN	ESTUDIO DEL PUESTO DE TRABAJO
I	A. Clasificación en función del tipo de actividad	Información imprecisa con riesgo de errores muy importantes	No necesario
	B. Clasificación en función de las profesiones		Información sobre el equipamiento técnico y la organización
II	A. Estimación del metabolismo a partir de los componentes de la actividad	Riesgo elevado de errores	Estudio necesario de los tiempos
	B. Utilización de tablas de estimación por actividad tipo	Precisión: $\pm 15\%$	
	C. Utilización de la frecuencia cardíaca en condiciones determinadas		No necesario
III	Medida		Riesgo de errores en los límites de precisión de la medida y del estudio de los tiempos Precisión: $\pm 5\%$

Estimación del consumo metabólico a través de tablas

La estimación del consumo metabólico a través de tablas implica aceptar unos valores estandarizados para distintos tipos de actividad, esfuerzo, movimiento, etc. y suponer, tanto que nuestra población se ajusta a la que sirvió de base para la confección de las tablas, como que las acciones generadoras de un gasto energético son, en nuestro caso, las mismas que las expresadas en las tablas. Estos dos factores constituyen las desviaciones más importantes respecto de la realidad y motivan que los métodos de estimación del consumo metabólico mediante tablas ofrezcan menor precisión que los basados en mediciones de parámetros fisiológicos. A cambio son mucho más fáciles de aplicar y en general son más utilizados.

Consumo metabólico según el tipo de actividad

Mediante este sistema se puede clasificar de forma rápida el consumo metabólico en reposo, ligero, moderado, pesado o muy pesado, en función del tipo de actividad desarrollada. El término numérico que se obtiene representa sólo el valor medio, dentro de un intervalo posible demasiado amplio. Desde un punto de vista cuantitativo el método permite establecer con cierta rapidez cual es el nivel aproximado de metabolismo. Por su simplicidad es un método bastante utilizado. En la tabla 2 se representa la mencionada clasificación por tipos de actividad.

Tabla 2: Clasificación del metabolismo por tipo de actividad

CLASE	W/m ²
Reposo	65
Metabolismo ligero	100
Metabolismo moderado	165
Metabolismo elevado	230
Metabolismo muy elevado	290

Ejemplos

Metabolismo ligero

Sentado con comodidad: trabajo manual ligero (escritura, picar a máquina, dibujo, costura, contabilidad); trabajo con manos y brazos (pequeños útiles de mesa, inspección, ensamblaje o clasificación de materiales ligeros); trabajo de brazos y piernas (conducir un vehículo en condiciones normales, maniobrar un interruptor con el pie o con un pedal).

De pie: taladradora (piezas pequeñas); fresadora (piezas pequeñas); bobinado, enrollado de pequeños revestimientos, mecanizado con útiles de baja potencia; marcha ocasional (velocidad hasta 3,5 km/h).

Metabolismo moderado

Trabajo mantenido de manos y brazos (cleveteado, llenado); trabajo con brazos y piernas (maniobras sobre camiones, tractores o máquinas); trabajo de brazos y tronco (trabajo con martillo neumático, acoplamiento de vehículos, enyesado, manipulación intermitente de materiales moderadamente pesados, escarda, bina, recolección de frutos o de legumbres); empuje o tracción de carretillas ligeras o de carretillas; marcha a una velocidad de 3,5 a 5,5 km/h; forjado.

Metabolismo elevado

Trabajo intenso con brazos y tronco; transporte de materiales pesados; trabajos de cava; trabajo con martillo, serrado; laminación acabadora o cincelado de madera dura; segar a mano, excavar; marcha a una velocidad de 5,5 a 7 km/hora.

Empuje o tracción de carretas o de carretillas muy cargadas; levantar las virutas de piezas moldeadas; colocación de bloques de hormigón.

Metabolismo muy elevado

Actividad muy intensa a marcha rápida cercana al máximo; trabajar con el hacha; acción de pelear o de cavar intensamente; subir escaleras, una rampa o una escalera; andar rápidamente con pasos pequeños; correr; andar a una velocidad superior a 7 km/h.

EJEMPLO 1

Estimación del consumo metabólico medio aproximado del trabajo típico de oficina.

A través de la tabla 2 y teniendo en cuenta las actividades que suelen realizarse en una oficina, se obtiene el valor del consumo metabólico medio:

$M = 100 \text{ w/m}^2$, clasificable como metabolismo ligero.

Consumo metabólico según la profesión

Se obtiene el consumo metabólico a través de tablas (tabla 3) que lo relacionan con diferentes profesiones. Hay que tener en cuenta que en los valores que figuran en dicha tabla se incluye el metabolismo basal, que se define más adelante.

El progreso tecnológico hace que la actividad física que conllevan las distintas profesiones varíe sustancialmente con el tiempo, por lo que este método puede ser muy impreciso.

EJEMPLO 2

Estimación del consumo metabólico de un soldador.

Mediante la (tabla 3) se obtiene:

$M = 75 + 125 \text{ w/m}^2$ (comparar con ejemplo 5)

Tabla 3: Clasificación del metabolismo según la profesión

Profesión	Metabolismo W/m^2	Profesión	Metabolismo W/m^2	Profesión	Metabolismo W/m^2
ARTESANOS		INDUSTRIA SIDERÚRGICA		IMPRESA	
Abrilador	110 a 160	Obrero de altos hornos	170 a 220	Compositor manual	70 a 95
Carpintero	110 a 170	Obrero de horno eléctrico	125 a 145	Encuadernador	75 a 100
Vidriero	90 a 125	Moldeador a mano	140 a 240	AGRICULTURA	
Pinor	100 a 130	Moldeador a máquina	185 a 165	Abrilador	115 a 190
Pañadero	110 a 140	Punador	140 a 240	Conductor de tractor	95 a 110
Comedor	105 a 140	PERRETERÍA Y CERRAJERÍA		CIRCULACIÓN	
Relojero	55 a 70	Herrero forjador	90 a 200	Conductor de coche	70 a 90
INDUSTRIA MINERA		Soldador	75 a 125	Conductor de autocar	75 a 125
Empujador de vagones	70 a 95	Tornero	75 a 125	Conductor de tranvía	80 a 115
Picador de huila (calificación base)	140 a 240	Presador	80 a 140	Conductor de troleés	80 a 125
Obrero de horno de coque	115 a 175	Mecánico de precisión	70 a 110	Conductor de grúa	85 a 145
				PROFESIONES DIVERSAS	
				Laborante	85 a 190
				Profesor	85 a 190
				Vendedor	100 a 120
				Secretaría	70 a 85

Amplia gama de selección

Datos técnicos nominales



La selección de un ventilador se efectúa tomando en cuenta las condiciones de montaje y los datos característicos exigidos: caudal y sobrepresión.

Determinación del caudal

El caudal requerido para ventilar adecuadamente un local puede ser calculado, generalmente, en dependencia del volumen del local que debe ventilarse y de la frecuencia de cambio de aire por hora, mediante la relación:

$$Q = \frac{V \times (R/h)}{3600}$$

Donde:

Q = Caudal de aire requerido (m³/seg)

V = Volumen del local a ventilar (m³)

R/h = Número de renovaciones por hora

En lugares donde se aglomeran personas, como cines, teatros, colegios, comedores, discotecas, etc., se recomienda calcular el caudal de aire a remover con base en el aire necesario por persona/hora, teniendo en cuenta el aire viciado (fumadores) y el calor producido por los cuerpos.

Caudal de aire a remover

Aire exterior °C	Cantidad de aire requerido	
	No fumadores m ³ /h	Fumadores m ³ /h
0 a 26	20	30
>26	15	23

Otro parámetro a considerar es la sobrepresión estática (la que vence las resistencias del sistema donde se encuentra el ventilador), ya que ella influye sobre el caudal de aire.

Para ventiladores instalados en locales (por ejemplo cuando se montan en paredes), 20 a 50 Pa. aproximadamente, son suficientes. Si se conectan tuberías o aparatos para tratamiento de aire, hay que añadir la resistencia que producen. Los casos más comunes son:

- 1) Sin persianas ni filtros
Sobrepresión estática: 0 N/m²
- 2) Con persianas pero sin filtros
Sobrepresión estática: 10 a 30 N/m²
- 3) Con persianas y filtros
Sobrepresión estática: 50 a 100 N/m².

Caudal de aire Q (m³/h) impulsado bajo diferentes sobrepresiones estáticas*

Ventilador tipo	Sobrepresión N/m ²						
	0	30	50	100	150	200	300
2CC 254	0.38	0.25	0.16				
2CC 314	0.70	0.60	0.53				
2CC 354	1.01	0.90	0.87	0.50			
2CC 404	1.45	1.30	1.18	0.90			
2CC 504	2.93	2.75	2.70	2.40	2.17	1.80	
2CC 634	5.33	5.20	5.10	4.76	4.90	4.10	2.45
2CC 714	8.37	8.20	8.10	7.80	7.80	7.00	6.00
2CC 506	1.92	1.75					
2CC 636	3.55	3.32	3.10	2.50	1.65		
2CC 716	5.27	5.25	4.98	4.48	3.84	3.10	

* Aire impulsado por los ventiladores Siemens.

Datos Técnicos

Tipo	Diámetro mm.	Caudal m ³ /s	Potencia kW	Intensidad (A)	Nivel Ruido (dB) (A)	Peso Kg.	No. Depósito	
Con motor monofásico, 110V., 4 polos, 1800 RPM								
110V								
2CC 254-5/C3	250	0.38	0.090	0.8	62	5.0	01181	
2CC 314-5/C3	316	0.70	0.088	1.5	62	6.0	01182	
2CC 354-5/C3	350	1.01	0.110	1.9	68	7.0	01183	
2CC 404-5/C3	400	1.45	0.220	3.2	74	8.0	01184	
2CC 504-5/A3	500	2.93	0.700	8.3	78	23.5	01185	
Con motor trifásico, 220/440 V., 4 polos, 1800 RPM								
220V 440V								
2CC 404-5/R6	400	1.45	0.20	1.14	0.57	74	7.0	01186
2CC 504-5/R6	500	2.93	0.66	3.00	1.50	78	21.5	01187
2CC 634-5/R6	630	5.33	1.60	6.40	3.20	87	30.5	01188
2CC 714-5/R6*	710	8.37	3.58	14.00	7.00	91	46.0	01189
Con motor trifásico, 220/440 V., 6 polos, 1200 RPM								
2CC 506-5/R6	500	1.91	0.19	1.22	0.61	68	18.5	01190

Ejemplos

Datos técnicos nominales

Dependiendo de las condiciones físicas del local, se pueden usar dos o más ventiladores uniformemente distribuidos, cuya suma de caudales sea equivalente al caudal total requerido.

Ejemplo 1

Se pretende ventilar un taller de mecánica cuyo volumen es de 1800 m³. Para no contaminar el aire externo se instala un filtro. La red disponible es trifásica de 220V.

Renovaciones recomendadas 10 por hora.

Caudal necesario:

$$Q = \frac{1800 \text{ m}^3 \times 10}{3600} = 5.0 \text{ m}^3/\text{s}$$

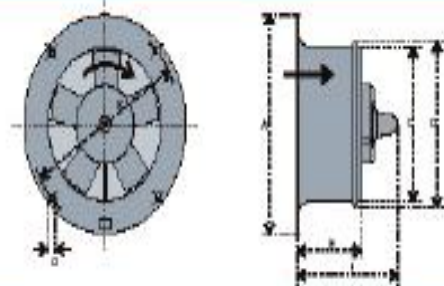
Debido al filtro, la sobrepresión estática será de 100 N/m², por lo que se deberá seleccionar un ventilador tipo 2CC1 714, No. de Depósito 01189 cuyo caudal, a dicha presión, es de 7.8 m³/s. Para su protección se recomienda usar un guardamotor 3RV1021 4AA10, No. de Depósito 26873, regulado a la corriente nominal del motor a 220 V, 14.0 A.

Igualmente pueden ser utilizados dos ventiladores tipo 2CC2 504, cuyo caudal total es 2 x 2.4 m³/s. = 4.8 m³/s.

Dimensiones generales

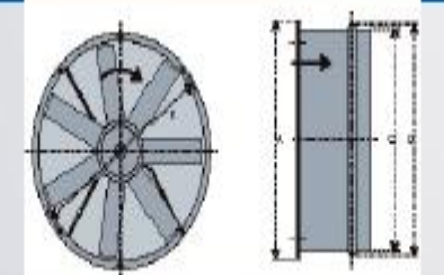
Monofásicos

Tipo	A	B	C	D	E	F	d
2CC2 254-SYC3	360	340	252	262	145	215	10
2CC2 314-SYC3	410	410	318	328	145	238	10
2CC2 354-SYC3	465	445	356	366	145	236	10
2CC2 404-SYC3	515	490	402	412	145	234	10
2CC2 404-SYB6	515	490	402	412	145	205	10



Trifásicos

Tipo	A	B	C	D	E	d
2CC2 504-SYK3	554	528	504	518	-	11.5
2CC2 504-SYB6	554	528	504	518	-	11.5
2CC2 634-SYB6	685	680	634	648	-	11.5
2CC1 714-SYB6*	765	740	714	728	-	11.5
2CC2 506-SYB6	554	528	504	518	260	11.5
2CC2 636-SYB6	685	680	634	648	300	11.5
2CC2 716-SYB6	765	740	714	728	320	11.5



* Con aleta de aluminio





Ejemplo 2

Se desea ventilar, en Bogotá, una taberna donde concurren 150 personas fumadoras, se utilizan persianas (sobre presión estática 30 Nm²). La red disponible es monofásica de 110 V.

Cantidad de aire requerido: 150 h x 30 m³/h = 4500 m³

Caudal necesario:

$$Q = \frac{4500 \text{ m}^3}{3600 \text{ s}} = 1.25 \text{ m}^3/\text{s}$$

De acuerdo a la tabla de caudales, puede ser utilizado un ventilador tipo ZCC2 404 cuyo caudal, a dicha presión, es de 1.3 m³/s. El guardamotor recomendado en este caso (monofásico), es el 3RV1011 1AA10 No. de Depósito 26863, regulado a un tercio de la corriente nominal (3.2 A.), o sea 1.1 A., conectándose en paralelo sus tres vías de alimentación.

Igualmente pueden ser usados cinco ventiladores tipo ZCC2 254 cuyo caudal total es 5 x 0.25 m³/s. = 1.25 m³/s.

Guardamotor Sirius 3RV1021



Guarda motores

Bimetálico (A)	Número de Depósito
0.7 - 1.0	26862
1.1 - 1.6	26863
1.4 - 2.0	26864
1.8 - 2.5	26865
2.2 - 3.2	26866
2.8 - 4.0	26867
3.5 - 5.0	26868
4.5 - 6.3	26869
5.5 - 8.0	26870
7.0 - 10.0	26871
9.0 - 12.0	26872
11.0 - 16.0	26873

Renovaciones de aire recomendadas*

	Renovaciones por hora
Iglesias	1 - 4
Habitaciones de viviendas	3 - 5
Oficinas y despachos	5 - 8
Salas de conferencias, aulas y escuelas	4 - 10
Restaurantes, casinos y comedores	5 - 10
Comedores en general	6 - 10
Cuartos de baño y guardarropas	8 - 10
Salas de acumuladores	8 - 15
Supermercados	8 - 15
Cafés y bares	10 - 12
Salas de espectáculos y baile	10 - 15
Clinicas, hospitales y laboratorios	6 - 10
Clinicas de cirugía y quirófanos	10 - 20
Sanitarios públicos	15 - 20
Salas de enfermos infecciosos	20 - 40
Sótanos y almacenaje	6 - 12
Sótanos de estacionamiento	10 - 15
Cuartos de basura	10 - 20
Cocinas, reposterías y pastelerías	10 - 20
Panaderías	20 - 30
Tiendas, librerías y almacenes	6 - 12
Manufacturas, textiles y del papel	10 - 20
Salas de copias y fotografía	12 - 20
Fábricas de productos insalubres	12 - 25
Tintorerías, lavanderías y salas de máquinas	15 - 20
Centrales eléctricas	15 - 30
Salas de calderas	20 - 30
Fundiciones	20 - 30
Quemadores de basura y residuos	20 - 40
Tiendas de pintura	25 - 50
Hornos de cocción	30 - 60

* Valor de orientación para algunos locales comunes en la práctica.



ANEXO C4

IUSA CE-ROHS®
Libre de Plomo



Alambres y Cables | THW-LS/THHW-LS CE-RoHS 90 °C 600 VOLTS

Aplicaciones

Los alambres y cables THW-LS/THHW-LS CE-RoHS de IUSA son utilizados en:

Sistemas de distribución a baja tensión e iluminación, en edificios públicos y habitacionales, construcciones industriales, centros recreativos y comerciales.

Puede instalarse en conduit, ductos y charolas en instalaciones interiores.

Rango Calibres

En alambre desde 14 hasta 10 AWG.

En cable desde 14 AWG hasta 1000 kcmil.

Detos para pedido

Alambre o cable RoHS THW-LS/THHW-LS, calibre, color, tipo de empaque, longitud en metros.

Empaque

Rolls 100 m. En caja o bolsa termometálica.

Carretas de 500, 1000 y 5000 m.

Especificaciones

NOM-001-SEDE: Instalaciones eléctricas (utilización).

NOM-063-SCFI: Productos Eléctricos-Conductores-Requisitos De Seguridad.

NMX-J-010-ANCE: Conductores con aislamiento termoplástico a base Policloruro de Vinilo, para instalaciones hasta 600 V.

Certificaciones

Certificado ANCE en trámite.

Certificados en el sistema ISO-9001-2000.


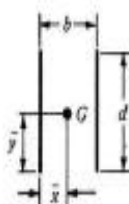
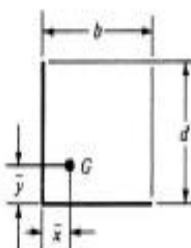
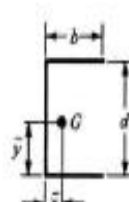
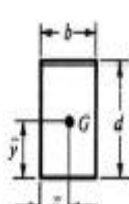

Dimensiones y Características de Alambre

Calibre AWG / kcmil	Área Nominal mm ²	Número de alambres	Espesor aislante mm	Peso aproximado kg / km	Diámetro exterior aproximado mm	Ampacidad		Resistencia Eléctrica 20 °C Ω/Km
						75 °C	90 °C	
14	2,082	1	0,76	26,95	3,22	25	25	8,28
12	3,307	1	0,76	38,19	3,63	25	30	5,21
10	5,26	1	0,76	58,53	4,17	35	40	3,28

*Nota: Los datos mostrados en la tabla son aproximados y están sujetos a tolerancias de manufactura.

ANEXO C5

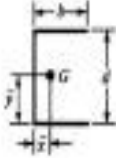
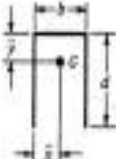
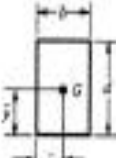
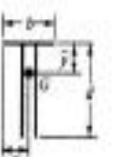
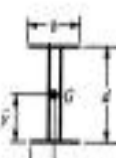

PROPIEDADES A LA TORSIÓN DE SOLDADURA DE FILETE

SOLDADURA	ÁREA DE GARGANTA	UBICACIÓN DE G	SEGUNDO MOMENTO POLAR DE ÁREA UNITARIO
	$A = 0.707hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = d^3/12$
	$A = 1.414hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{d(3b^2 + d^2)}{6}$
	$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2(b + d)}$ $\bar{y} = \frac{d^2}{2(b + d)}$	$J_u = \frac{(b + d)^4 - 6b^2d^2}{12(b + d)}$
	$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2b + d}$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{8b^3 + 6bd^2 + d^3}{12} - \frac{b^4}{2b + d}$
	$A = 1.414h(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{(b + d)^3}{6}$
	$A = 1.414\pi hr$		$J_u = 2\pi r^3$

*G es el centroide del grupo de uniones de soldadura; h es el tamaño de junta; el plano de momento de torsión coincide con el plano de la página; todas las juntas son de ancho unitario.

ANEXO C6

PROPIEDADES DE LA FLEXIÓN DE LA SOLDADURA A FILETE

FORMA DE UNIÓN	ÁREA DE GARGANTA	UBICACIÓN DE G	SEGUNDO MOMENTO DE ÁREA UNITARIO
	$A = 0.707b(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2b + d}$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{12}(6b + d)$
	$A = 0.707b(b + 2d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = \frac{d^2}{b + 2d}$	$I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b + 2d)\bar{y}^2$
	$A = 1.414b(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{6}(3b + d)$
	$A = 0.707b(b + 2d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = \frac{d^2}{b + 2d}$	$I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b + 2d)\bar{y}^2$
	$A = 1.414b(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{6}(3b + d)$
	$A = 1.414\pi r$		$I_u = \pi r^3$

* I_u , el segundo momento de área unitario, se toma con respecto a un eje que pasa por G, el centroide del grupo de juntas soldadas; h es el tamaño de junta, el plano del par flexionante es normal al de la página y paralelo al eje y; todos las juntas de soldadura usan del mismo tamaño.

ANEXO C7

PROPIEDADES MÍNIMAS DEL METAL DE SOLDADURA

AWS número de electrodo*	Resistencia a la tensión, kpsi	Resistencia de fluencia, kpsi	Porcentaje de alargamiento
E60xx	62	50	17-25
E70xx	70	57	22
E80xx	80	67	19
E90xx	90	77	14-17
E100xx	100	87	13-16
E120xx	120	107	14

* Sistema de designación numérica del código de especificaciones de la American Welding Society (AWS) para los electrodos. Se utiliza un prefijo literal E con un grupo de cuatro o cinco dígitos, donde los dos o tres primeros indican la resistencia aproximada a la tensión. El último indica variantes en la técnica de soldadura, como la corriente eléctrica normal. El penúltimo indica la posición de soldadura como, por ejemplo, en plano, vertical o sobre cabeza. El conjunto completo de especificaciones puede obtenerse solicitándolo a la AWS.

ANEXO C8









ESFUERZOS PERMITIDOS POR EL REGLAMENTO AISC PARA METAL DE SOLDADURA

Tipo de carga	Tipo de soldadura	Esfuerzo permisible	n^*
Tensión	A tope	$0.60S_y$	1.67
Aplastamiento	A tope	$0.90S_y$	1.11
Flexión	A tope	$0.60 - 0.66S_y$	1.52 - 1.67
Compresión simple	A tope	$0.60S_y$	1.67
Cortante	A tope o de filete	$0.40S_y$	1.44

* El factor de seguridad n ha sido calculado, empleando para ello la energía de distorsión.

ANEXO C9

ESPECIFICACIONES Y MARCAS DE IDENTIFICACIÓN PARA PERNOS

GRADO SAE Núm.	INTERVALO DE TAMAÑOS, INCLUSIVO in	RESISTENCIA LÍMITE MÍNIMA A LA TENSIÓN kpsi	RESISTENCIA ÚLTIMA MÍNIMA A LA TENSIÓN kpsi	RESISTENCIA DE FLUENCIA MÍNIMA A LA TENSIÓN kpsi	MATERIAL	MARCA DE CABEZA
1	$\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$	33	60	36	Acero de mediano o bajo carbono	
2	$\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{4}$ $\frac{1}{2}$ - $\frac{1 1}{2}$	55 33	74 60	57 36	Acero de mediano o bajo carbono	
4	$\frac{1}{4}$ - $\frac{1 1}{2}$	65	115	100	Acero de mediano carbono, estirado en frío	
5	$\frac{1}{4}$ -1 $\frac{1}{2}$ - $\frac{1 1}{2}$	85 74	120 105	92 81	Acero de mediano carbono, templado y revenido (T y R)	
5.2	$\frac{1}{4}$ -1	85	120	92	Acero martensítico de bajo carbono, T y R	
7	$\frac{1}{4}$ - $\frac{1 1}{2}$	105	133	115	Acero de aleación de mediano carbono, T y R	
8	$\frac{1}{4}$ - $\frac{1 1}{2}$	120	150	130	Acero de aleación de mediano carbono, T y R	
8.2	$\frac{1}{4}$ -1	120	150	130	Acero martensítico de bajo carbono, T y R	

ANEXO C10

CARACTERÍSTICAS DE ROSCAS UNIFICADAS UNC Y UNF

Designación de tamaño	Diámetro mayor nominal pulg	Serie basta—UNC			Serie fina—UNF		
		Hilos por pulg <i>N</i>	Área de esfuerzo de tensión <i>A_p</i> , pulg ²	Área al diámetro menor <i>A_r</i> , pulg ²	Hilos por pulg <i>N</i>	Área de esfuerzo de tensión <i>A_p</i> , pulg ²	Área al diámetro menor <i>A_r</i> , pulg ²
0	0.0930				80	0.001 00	0.001 51
1	0.0730	64	0.002 63	0.002 18	72	0.002 78	0.002 37
2	0.0860	56	0.003 70	0.003 10	64	0.003 94	0.003 39
3	0.0900	48	0.004 87	0.004 06	56	0.005 23	0.004 51
4	0.1120	40	0.006 04	0.004 96	48	0.006 61	0.005 66
5	0.1250	40	0.007 96	0.006 72	44	0.008 80	0.007 16
6	0.1300	32	0.009 09	0.007 45	40	0.010 15	0.008 74
8	0.1640	32	0.014 0	0.011 96	36	0.014 74	0.012 85
10	0.1900	24	0.017 5	0.014 50	32	0.020 0	0.017 5
12	0.2160	24	0.024 2	0.020 6	28	0.025 8	0.022 6
$\frac{1}{4}$	0.2500	20	0.031 8	0.026 9	28	0.036 4	0.032 6
$\frac{3}{16}$	0.3125	18	0.052 4	0.045 4	24	0.058 0	0.052 4
$\frac{1}{2}$	0.3750	16	0.077 5	0.067 8	24	0.087 8	0.080 9
$\frac{7}{16}$	0.4375	14	0.106 3	0.093 3	20	0.118 7	0.109 0
$\frac{1}{2}$	0.5000	13	0.141 9	0.125 7	20	0.159 9	0.148 6
$\frac{9}{16}$	0.5625	12	0.182	1.162	18	0.203	0.189
$\frac{3}{4}$	0.6250	11	0.226	0.202	18	0.256	0.240
$\frac{1}{2}$	0.7500	10	0.334	0.302	16	0.373	0.351
$\frac{7}{8}$	0.8750	9	0.462	0.419	14	0.509	0.480
1	1.0000	8	0.606	0.551	12	0.663	0.625
$1\frac{1}{4}$	1.2500	7	0.969	0.890	12	1.073	1.024
$1\frac{1}{2}$	1.5000	6	1.405	1.291	12	1.315	1.260

ANEXO C11

CATALOGO DE TUBERÍA CUADRADA ASTM-A500



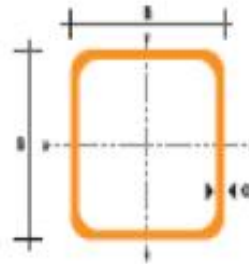
TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO

Especificaciones Generales

Norma	ASTM A-500
Recubrimiento	Negro o galvanizado
Largo normal	6 mts.
Otros largos	Revía Coruña
Dimensiones	Desde 20mm a 100mm
Espesor	Desde 2,0mm a 3,0mm

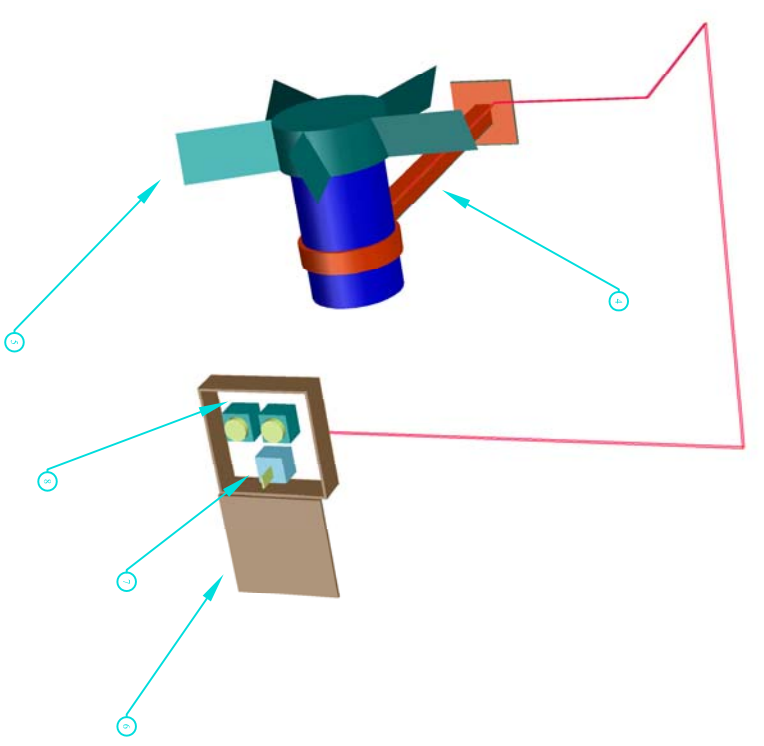
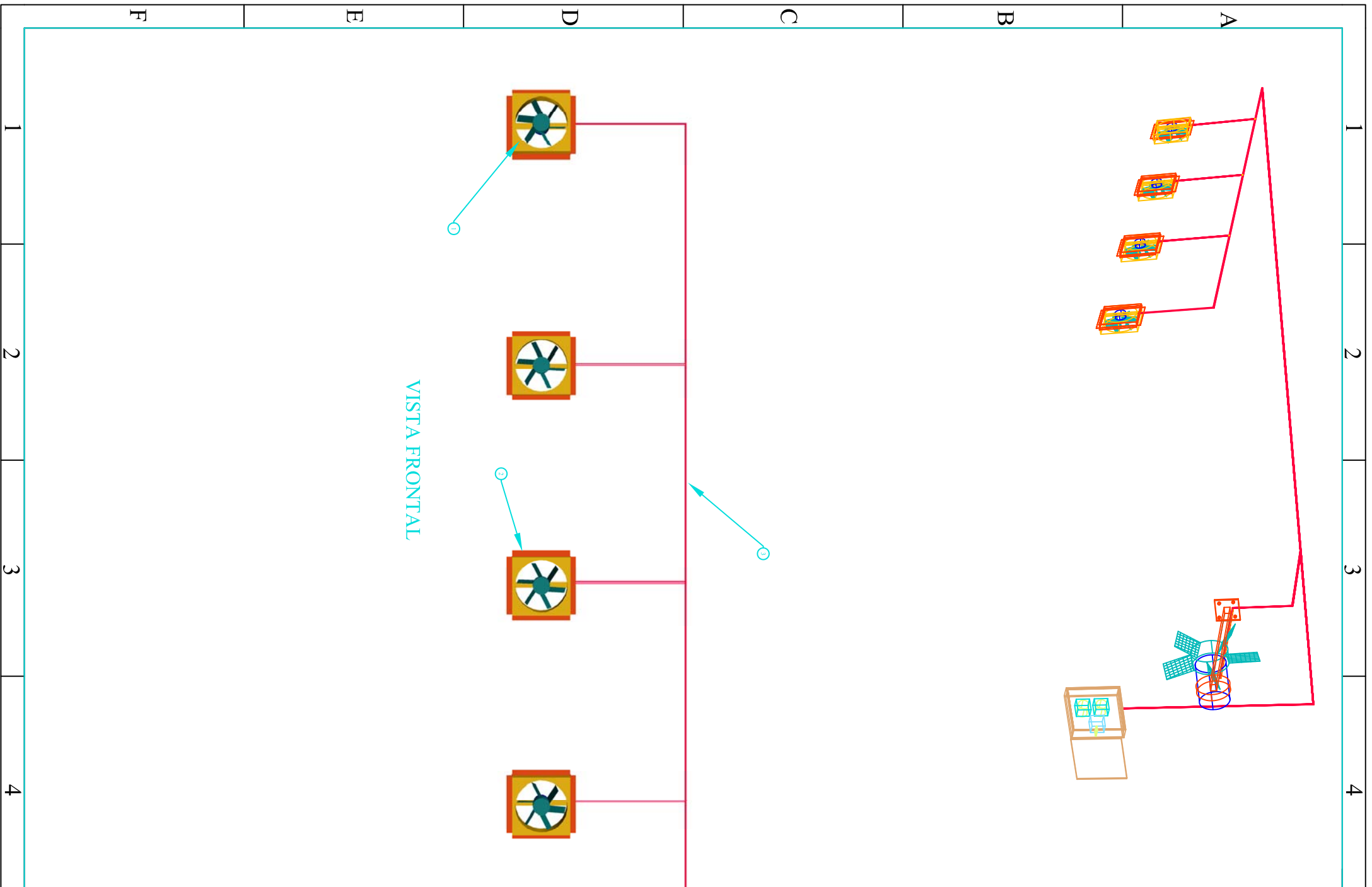


DIMENSIONES			AREA	EJES X-Xe Y-Y		
A mm	ESPESOR mm	PESO Kg/m	AREA cm ²	I cm ⁴	W cm ³	I cm
30	1,2	0,72	0,80	0,53	0,53	0,77
30	1,5	0,90	1,05	0,58	0,58	0,74
30	2,0	1,15	1,34	0,69	0,69	0,72
35	1,2	0,90	1,14	1,08	0,67	0,87
35	1,5	1,12	1,35	1,21	0,67	0,85
35	2,0	1,47	1,74	1,48	1,19	0,82
30	1,2	1,06	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,48	1,15
30	2,0	1,78	2,14	2,71	1,81	1,13
40	1,2	1,67	1,80	4,38	2,19	1,25
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,58
40	2,0	2,41	2,94	6,93	3,48	1,54
40	3,0	3,54	4,44	10,20	5,10	1,52
50	1,5	2,25	2,85	11,08	4,42	1,67
50	2,0	3,00	3,74	14,13	5,65	1,84
50	3,0	4,48	5,61	21,20	8,48	1,81
60	2,0	3,96	3,74	21,28	7,09	2,28
60	3,0	5,42	6,81	35,08	11,69	2,24
75	2,0	4,52	5,74	96,47	13,48	2,87
75	3,0	6,71	8,41	71,54	19,08	2,82
75	4,0	8,59	10,95	99,98	24,00	2,87
100	2,0	6,17	7,74	122,99	24,60	3,69
100	3,0	9,17	11,41	176,95	38,29	3,64
100	4,0	12,13	14,95	238,09	48,20	3,69
100	5,0	14,40	18,38	270,57	54,11	3,64



ANEXO D

DISEÑO DE PARTES DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN



8	ON-DELAY	COBRE - PLÁSTICO	2	0.25	ADQUIRIDO	
7	CONTACTOR	COBRE - PLÁSTICO	1	0.25	ADQUIRIDO	
6	CAJETIN	ACERO AISI 316	1	3.75	25X25cm	
1	VENTILADOR	PLÁSTICO	1	7	110V, 4POLOS	
4	SOPORTE	ACERO A36	1	15	30X30mm	
3	CABLEADO	COBRE	50 m	18.40 Kg/Km	Calibre AWG 14	
2	MARCO	ACERO A36	4	3	25X25mm, 2mm	
4	EXTRACTOR	PLÁSTICO	4	7	110V, 4POLOS	
No. DE PIEZA	DENOMINACIÓN	No DE DIBUJO	MATERIAL	No. de piezas	PESO Kg/pieza	OBSERVACIONES

Tolerancia:		Peso:		Material:	
Fecha		Nombre		Título:	
11/05/15		ROBALINO CESAR		PARTES GENERALES SISTEMA DE VENTILACION	
Revisor:		Ing. C. Pérez		Escala:	
11/05/15		Ing. C. Pérez		1 : 100	
Aprobador:		Ing. C. Pérez		Registro:	
U.T.A.		N. Lámina:		01 de 06	
Ingeniería Mecánica		Sustitución:			
Edición		Modificación		Fecha	
Nombre		Nombre		Nombre	

A

2

3

4

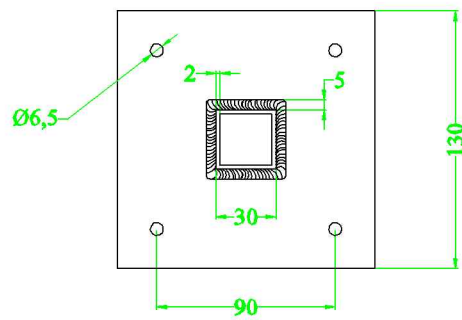
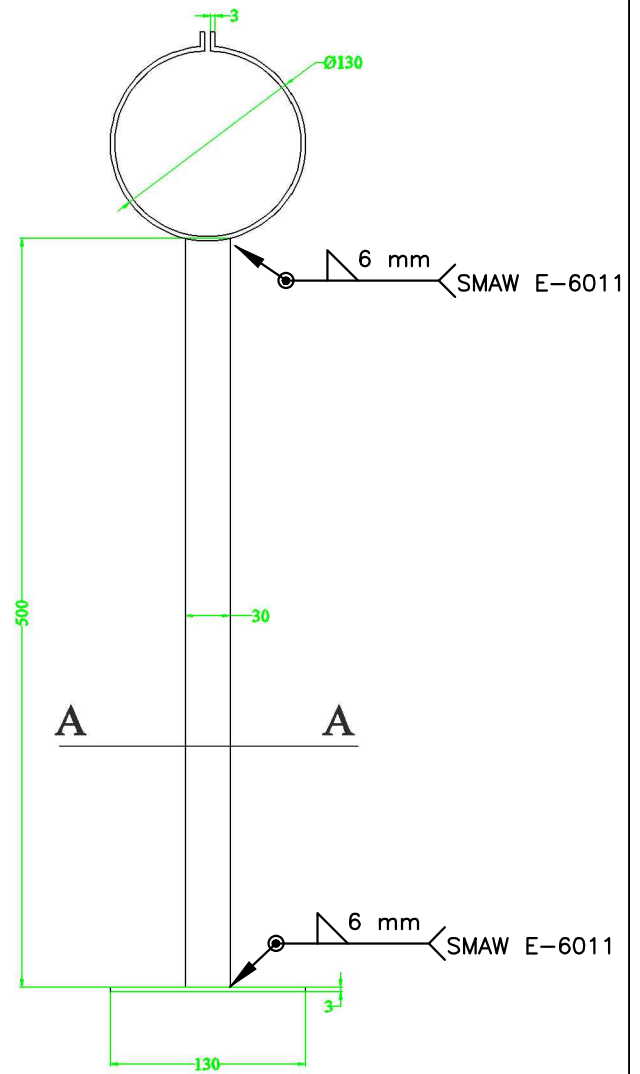
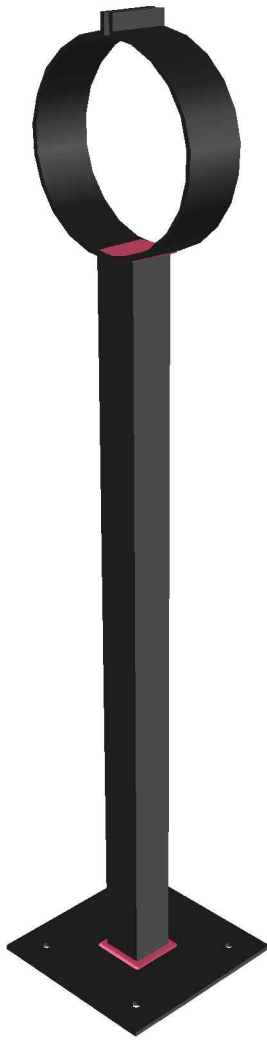
A

B

C

D

E



CORTE A A

				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				± 1	15 Kg	Acero ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujo: 11/05/15	ROBALINO CESAR	Soporte ventilador	1 : 5
				Reviso: 11/05/15	Ing. C. Pérez		
				Aprobo:	Ing. C. Pérez		
				U.T.A.		N. Lámina:	Registro:
				Ingeniería Mecánica		02 de 06	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	



A

2

3

4

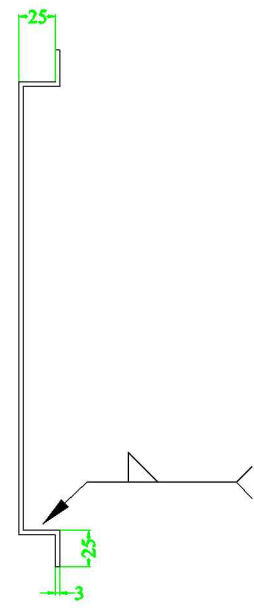
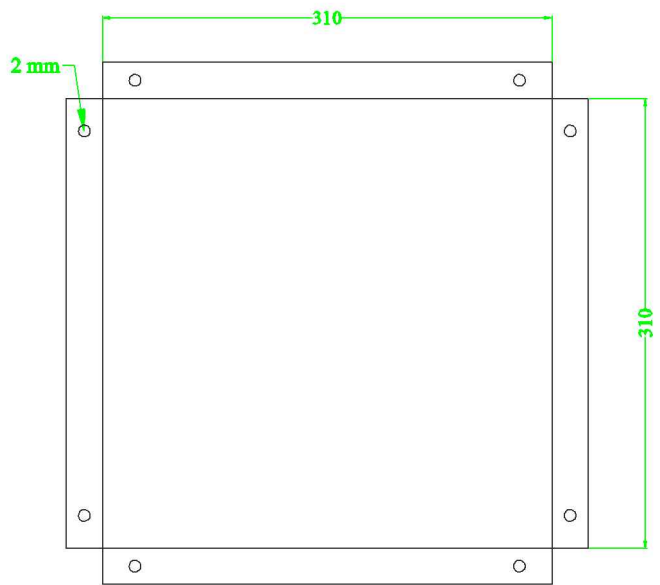
A

B

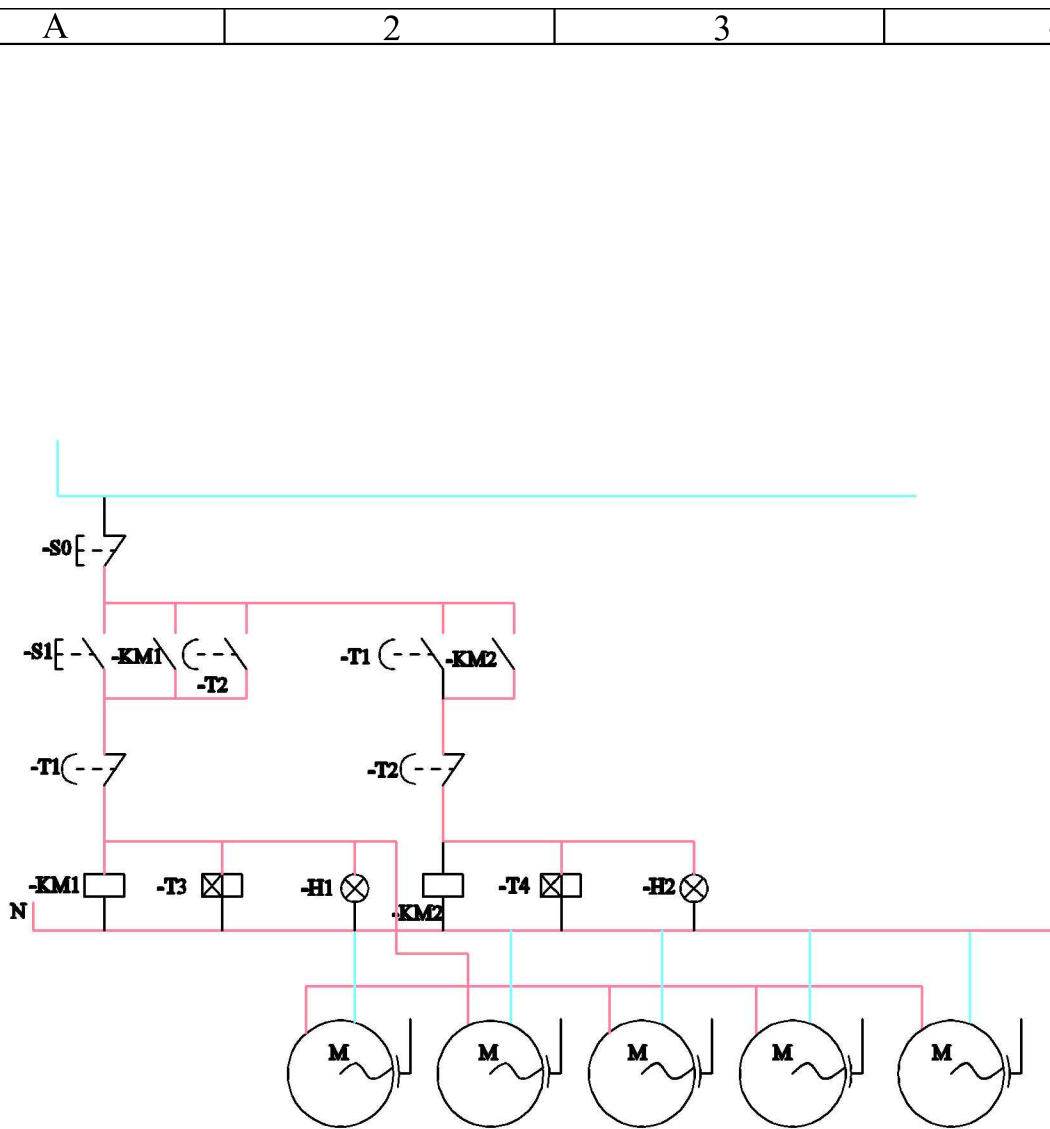
C

D


E



				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				± 1	2 Kg	Acero ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujo: 11/05/15	ROBALINO CESAR	Marco ventilador	1 : 5
				Reviso: 11/05/15	Ing. C. Pérez		
				Aprobo:	Ing. C. Pérez		
				U.T.A. Ingeniería Mecánica		N. Lámina:	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			03 de 06	
						Sustitución:	



SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
M	Motor
-S0	Interruptor
-S1	Pulsador abierto
-KM1	Interruptor NA
-KM2	Interruptor NA
-T1 -T2	Interruptor NC
-T3	Controlador NC
-T4	Interruptor NA
-H1	Luz de control
-H2	Luz de control

				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				± 1			
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujo: 11/05/15	ROBALINO CESAR	PLANO ELÉCTRICO	
				Reviso: 11/05/15	Ing. C. Pérez		
				Aprobo:	Ing. C. Pérez		
				U.T.A. Ingeniería Mecánica		N. Lámina:	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			04 de 06	
						Sustitución:	

