

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN DISEÑO MECÁNICO

TEMA: “EL GASTO METABÓLICO Y LA TEMPERATURA WBGT EN EL SISTEMA DE TRABAJO DE CONDUCTOR DE BUS TIPO VOLKSWAGEN 17210 DE LA CARROCERÍA MODELO ORIÓN MARCA IMCE Y SU INCIDENCIA EN EL ESTRÉS TÉRMICO.”

Trabajo de Investigación

Previa a la obtención del Grado Académico de Magíster en Diseño Mecánico

AUTOR: Ing. Cristian Fabián Pérez Salinas

DIRECTOR: Ing. Mg. Manolo Córdova Suárez

Ambato - Ecuador

2014

Al Consejo de Posgrado de la Universidad Técnica de Ambato.

El tribunal receptor de la defensa del trabajo de investigación con el tema: “EL GASTO METABÓLICO Y LA TEMPERATURA WBGT EN EL SISTEMA DE TRABAJO DE CONDUCTOR DE BUS TIPO VOLKSWAGEN 17210 DE LA CARROCEÍA MODELO ORIÓN MARCA IMCE Y SU INCIDENCIA EN EL ESTRÉS TÉRMICO”, presentado por: Ing. Cristian Fabián Pérez Salinas y conformado por: Ing. Mg. Martha Sevilla, Ing. Mg. Pablo Valle, Ing. Mg. Juan Correa, Miembros del Tribunal, Ing. Mg. Manolo Alexander Córdova Suárez, Director del trabajo de Investigación y presidido por: Ing. Mg. Francisco Pazmiño Gavilanes Presidente del Tribunal; Ing. Mg. Juan Garcés Chávez Director de Posgrado, una vez escuchada la defensa oral el Tribunal aprueba y remite el trabajo de investigación para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. Mg. Francisco Pazmiño Gavilanes
Presidente del Tribunal de Defensa

Ing. Mg. Juan Garcés Chávez
Director de Posgrado

Ing. Mg. Manolo Córdova Suárez
Director de Trabajo de Investigación

Ing. Mg. Martha Sevilla Abarca
Miembro del Tribunal

Ing. Mg. Pablo Valle Velasco
Miembro del Tribunal

Ing. Mg. Juan Correa
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el trabajo de investigación con el tema “EL GASTO METABÓLICO Y LA TEMPERATURA WBGT EN EL SISTEMA DE TRABAJO DE CONDUCTOR DE BUS TIPO VOLKSWAGEN 17210 DE LA CARROCERÍA MODELO ORIÓN MARCA IMCE Y SU INCIDENCIA EN EL ESTRÉS TÉRMICO”, nos corresponde exclusivamente al: Ing. Cristian Fabián Pérez Salinas Autor y del Ing. Mg. Manolo Alexander Córdova Suárez, Director del trabajo de investigación; y el patrimonio intelectual del mismo a la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Cristian Fabián Pérez Salinas

AUTOR

Ing. Mg. Manolo Alexander Córdova Suárez

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo de investigación o parte de él un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de trabajo de investigación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de esta, dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ing. Cristian Fabián Pérez Salinas

C.C. 180337140-8

DEDICATORIA

A mi Dios Todo Poderoso dador de la vida y dador de todo don perfecto para nuestras vidas, a mi madre amada quien ha cuidado de mí siempre, a mi padre fuente de ejemplo y trabajo, a todos mis hermanos que han sido un apoyo en el momento oportuno, a mis cuñados y mis sobrinos; quienes me han dado alegría y cariño al verles todos los días.

“Todo buena dádiva y todo don perfecto viene de lo alto, desciende del padre de luz.... ”

Santiago 1:17

AGRADECIMIENTO

A mis Amigos que me apoyaron y estuvieron a mi lado, a los Docentes y Autoridades de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica quienes han sido nuestra fuente de conocimiento para el logro de este objetivo. A la empresa Carrocería IMCE, a sus administradores: Ramiro Cepeda, Rocío Jara de Cepeda y Sebastián Cepeda; por las facilidades incondicionales y apoyo a la realización de esta investigación como también a sus operarios; finalmente; a la empresa “la casa del Frío” y su propietario Ing. Rodrigo Valencia, por su asesoramiento.

“Esfuézate y se valiente, no temas ni desmayes porque Jehová tu Dios estará contigo donde quiera que vayas.”

Josué 1:9

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PÁGINAS PRELIMINARES

Portada	i
Al consejo de Posgrado	ii
Autoría de la Investigación	iii
Derechos de Autor	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice general de contenidos	vii
Índice de cuadros	xiii
Índice de figuras	xiv
Índice de gráficos	xv
Índice de tablas	xvi
Índice de fotografías	xvi
Índice de anexos	xvii
Resumen Ejecutivo	xviii
Abstract	xix
Introducción	xx
CAPÍTULO I	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Tema de investigación	1
1.2. Planteamiento del problema	1
1.2.1. Contextualización	1
1.2.2. Análisis crítico	2
1.2.3. Prognosis	3
1.2.4. Formulación del problema	3
1.2.5. Preguntas directrices	3
1.2.6. Delimitación	4
1.2.6.1. Delimitación de contenido	4
1.2.6.2. Delimitación temporal	4

1.2.6.3. Delimitación espacial _____	4
1.3. Justificación _____	5
1.4. Objetivos generales y específicos _____	5
1.4.1. General _____	5
1.4.2. Específicos _____	6
CAPÍTULO II _____	7
MARCO TEÓRICO _____	7
2.1. Antecedentes investigativos _____	7
2.2. Fundamentación filosófica _____	7
2.3. Fundamentación legal _____	8
2.4. Fundamentación teórica _____	8
2.4.1. Ergonomía _____	8
2.4.2. Puestos de trabajo de conducción _____	10
2.4.3. Sistemas de trabajo de conductores _____	12
2.4.3.1. Sistema persona – máquina - entorno _____	12
2.4.3.2. Sistema entorno _____	14
2.4.3.3. Sistema máquina _____	15
2.4.3.4. Sistema persona _____	16
2.4.4. Enfermedades y problemas laborales en sistema de conducción _____	17
2.4.4.1. Estrés laboral _____	17
2.4.4.2. Carga física _____	19
2.4.4.3. Exposición a condiciones meteorológicas extremas _____	19
2.4.4.4. Daños y riesgos a la salud por estrés térmico _____	20
2.4.4.5. Otros problemas de salud _____	22
2.4.5. Estrés térmico _____	23
2.4.5.1. Reacción del cuerpo humano al estrés térmico por bajas temperaturas _____	24
2.4.5.2. Reacción del cuerpo humano al estrés térmico por calor _____	25
2.4.5.3. Condiciones ambientales _____	25
2.4.5.4. Condiciones individuales _____	26
2.4.6. Confort térmico _____	27
2.4.7. Gasto energético _____	32
2.4.7.1. Medición del gasto energético _____	33

2.4.7.2. Humedad relativa _____	34
2.4.8. Valoración del confort térmico _____	34
2.4.9. Chasis volkswagen 17210 _____	37
2.5. Categorías fundamentales _____	39
2.6. Hipótesis _____	40
2.7. Señalamiento de variables _____	40
2.7.1. Variable independiente _____	40
2.7.2. Variable dependiente _____	40
2.7.3. Término de relación _____	40
CAPÍTULO III _____	41
METODOLOGÍA _____	41
3.1. Enfoque investigativo _____	41
3.2. Modalidad básica de la investigación _____	41
3.2.1. Bibliográfica _____	41
3.2.2. De campo _____	42
3.2.3. Aplicada _____	42
3.3. Nivel o tipo de investigación _____	42
3.2.1. Exploratoria _____	42
3.2.2. Descriptiva _____	42
3.2.3. Correlacional _____	43
3.4. Población y muestra _____	43
3.4.1. Población _____	43
3.4.2. Muestra _____	44
3.5. Operalización de variables _____	44
3.5.1. Variable independiente _____	45
3.5.2. Variable dependiente _____	46
3.6. Recolección de información _____	47
3.6.1. Técnicas e instrumentos _____	47
3.7. Procesamiento y análisis _____	47
CAPÍTULO IV _____	48
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS _____	48

4.1. Análisis de los resultados _____	48
4.1.1. Proceso propuesto para el análisis de los resultados _____	48
4.1.1.1. Análisis previo al estudio del gasto metabólico y la °T WGTB, correspondiente al ambiente laboral y su medio _____	48
4.1.1.2. Aspectos generales de los conductores _____	49
4.1.1.3 Aspectos generales de las rutas de trabajo por ciudad _____	53
4.1.1.4. Análisis e interpretación de resultados de mediciones de la °T WGTB y el cálculo del gasto metabólico _____	57
4.1.1.5. Monitor de estrés térmico EXTECH HT30 _____	57
4.1.1.6. Mediciones de la temperatura WGTB _____	58
4.1.1.7. Cálculo del gasto metabólico _____	63
4.1.1.8. Análisis de dosis de calor _____	66
4.1.1.9. Planteamiento de posibles soluciones _____	68
4.1.1.10. Instalación de aire forzado _____	68
4.1.1.11. Mejoramiento de aislamiento de tapa máquina _____	71
4.1.1.12. Aislamiento de cabina de conductor _____	75
4.1.1.13. Instalación de aire acondicionado _____	76
4.1. Comprobación de hipótesis _____	77
CAPÍTULO V _____	79
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES _____	79
5.1. Conclusiones _____	79
5.2. Recomendaciones _____	79
CAPÍTULO VI _____	81
PROPUESTA _____	81
6.1. Datos Informativos _____	81
6.2. Antecedentes de la propuesta _____	82
6.3. Justificación _____	82
6.4. Objetivos _____	83
6.4.1. Objetivo General _____	83
6.4.2. Objetivos Específicos _____	83
6.5. Análisis de factibilidad _____	83

6.5.1. Análisis Tecnológico	84
6.6. Fundamentación	84
6.6.1. Generalidades	84
6.6.2. Concepto de refrigeración	85
6.6.2.1. Calor	85
6.6.2.2. Manifestación del calor en los cuerpos	85
6.6.2.3. Transferencia de calor	87
6.6.3. Ciclos de refrigeración	87
6.6.3.1. Principio de Carnot – Clausius (máquina Frigorífica)	87
6.6.4. Descripción del sistema A/C	89
6.6.4.1. Compresor	89
6.6.4.2. Refrigerante del sistema	90
6.6.4.3. Evaporador	94
6.6.4.4. Condensador	94
6.6.4.5. Botella deshidratante y reserva	95
6.6.4.6. Válvula de expansión	96
6.6.4.7. Electro ventilador	96
6.7. Desarrollo de la propuesta	97
6.7.1. Cálculos para el diseño	97
6.7.1.1. Cargas térmicas	97
6.7.1.2. Cálculo de rpm en la polea de compresor	100
6.7.1.3. Selección de correa de polea motriz	102
6.7.1.4. Selección del condensador	102
6.7.1.5. Selección del evaporador	103
6.7.1.6. Diseño de ductos	105
6.7.2. Instalación del sistema de aire acondicionado	107
6.7.2.1. Proceso de instalación de sistema de A/C	107
6.7.2.2. Análisis de factibilidad para la implementación del sistema	109
6.7.2.3. Adaptación de base de compresor	113
6.7.2.4. Adaptación de polea sobre eje motor	114
6.7.2.5. Adaptación de condensador sobre techo	114
6.7.2.6. Adaptación de evaporador sobre techo	115
6.7.2.7. Colocación de mangueras	116

6.7.2.8. Cableado y conexión eléctrica _____	117
6.7.2.9. Carga de gas refrigerante _____	118
6.7.2.10. Verificación del sistema _____	120
6.7.2.11. Adaptación de tapa protectora del sistema completo sobre techo _____	122
6.7.3. Evaluación de dosis de calor con el sistema implementado _____	124
6.7.4. Control de Estrés térmico en el sistema de trabajo de conductor _____	127
6.7.5. Inducción de golpe de calor y rehidratación en el trabajo _____	128
6.7.6. Manual de usuario _____	130
6.7.7. Localización de averías básicas _____	132
6.8. Análisis económico _____	133
6.8.1. Análisis de costos _____	133
6.8.1.1. Costos directos _____	133
6.8.1.2. Costos indirectos _____	135
6.8.2. Financiamiento _____	137
6.8.3. Ingresos agregados por la utilización del sistema de A/C (estimación) _____	137
6.8.4. Estado de resultados _____	138
6.9. Administración _____	141
6.10. Conclusiones de la propuesta _____	142
6.11. Recomendaciones de la propuesta _____	143
 BIBLIOGRAFÍA _____	 144
ANEXOS _____	147

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1. Clasificación de actividades productivas por sector _____	11
Cuadro 2.2. Enfermedades frecuentes por exposición al calor _____	22
Cuadro 2.3. Cálculo de dosis de calor _____	29
Cuadro 2.4. Valores de posición y movimiento del cuerpo _____	30
Cuadro 2.5. Valores de consumo de energía de acuerdo al tipo de trabajo _____	30
Cuadro 2.6. Valores límites de temperatura de acuerdo al tipo y régimen de trabajo _____	30
Cuadro 2.7. Puntuación condiciones térmicas WBGT _____	31
Cuadro 2.8. Intervalo de temperatura del cuerpo humano _____	32
Cuadro 2.9. Estimación del metabolismo según la intensidad de trabajo _____	33
Cuadro 2.10. Valores máximos de WBGT según el metabolismo _____	33
Cuadro 2.11. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo Colombia _____	35
Cuadro 2.12. Intervalo óptimo de temperatura en actividades sedentarias _____	35
Cuadro 2.13. Intervalo de temperaturas en actividades sedentarias (Grandjean) _____	35
Cuadro 3.1. Población de clientes de modelo de carrocería Orión IMCE _____	43
Cuadro 4.1. Población de choferes por ciudades de clientes y posibles clientes que utilizarán las Unidades Orión marca IMCE _____	49
Cuadro 4.2. Distribución de los trabajadores según la edad, compañías estudiadas _____	49
Cuadro 4.3. Distribución de los trabajadores según la instrucción o nivel de estudio. En población global de compañías estudiadas _____	50
Cuadro 4.4. Distribución de los trabajadores según la experiencia de conducción de buses automotores. En población global de compañías estudiadas _____	51
Cuadro 4.5. Distribución de los conductores según la percepción de factores negativos para la salud. En población global de compañías estudiadas _____	52
Cuadro 4.6. Tiempo de rutas mayormente cubiertas por la Compañía Transplaneta de la ciudad de Quito, su congestión y flujo de pasajeros _____	54
Cuadro 4.7. Tiempo de rutas mayormente cubiertas por la Compañía Transmetro de la ciudad de Santo Domingo, su congestión y flujo de pasajeros _____	55
Cuadro 4.8. Tiempo de rutas mayormente cubiertas por la Compañía Santa Rita ciudad de Babahoyo, su congestión y flujo de pasajeros _____	56
Cuadro 4.9. Soluciones atenuantes al problema de estrés térmico _____	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Ventajas de la Ergonomía	10
Figura 2.2: Sistema persona – máquina - entorno	13
Figura 2.3: Sistema máquina	15
Figura 2.4: Las causas más importantes de estrés térmico	23
Figura 2.5: Chasis Volkswagen 17210-OD	37
Figura 4.1: Monitor de estrés térmico Extech HT30	58
Figura 4.2: Formato registro para mediciones de temperatura WGTB	60
Figura 6.1: Calor latente de evaporación	86
Figura 6.2: Ciclos de Carnot y Diagrama °T vs Entropía	87
Figura 6.3: Ciclo de refrigeración	88
Figura 6.4: Propiedades y ciclo de refrigeración	88
Figura 6.5: Elementos fundamentales	89
Figura 6.6: Compresor del sistema	89
Figura 6.7: Denominación Química refrigerante R134A	91
Figura 6.8: Presión Vs. Temperatura de F-134A	93
Figura 6.9: Evaporador de sistema	94
Figura 6.10: Condensador de sistema	95
Figura 6.11: Botella deshidratante	95
Figura 6.12: Válvula de expansión	96
Figura 6.13: Electroventilador	97
Figura 6.14: Curva del funcionamiento del compresor TM-16 a 1030 RPM	101
Figura 6.15: Selección de perfil de correa	102
Figura 6.16: Gráfico de Rozamiento de ASHRAE para conductos	106
Figura 6.17: Proceso de instalación de sistema de aire acondicionado	108
Figura 6.18: Manómetros de descarga de refrigerante	119
Figura 6.19: Conexión de los manómetros y latas de refrigerante para recargar el sistema por el lado de baja presión	120

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1: Valores permisibles de exposición al calor _____	31
Gráfico 2.2: Curva de confort (P.O Fanger). _____	36
Gráfico 2.3: Porcentaje de clientes de modelo de carrocería Orión IMCE _____	44
Gráfico 4.1: Calentamiento del ambiente conductor y enfriamiento por aire forzado ____	69
Gráfico 4.2: Calentamiento del ambiente del conductor y enfriamiento por aire forzado más apertura de aireación no forzada _____	71
Gráfico 4.3: Calentamiento superficial de la tapa del motor a la altura del turbo y temperatura del ambiente interno _____	72
Gráfico 4.4: Calentamiento superficial de la tapa del motor mejor aislado a la altura del turbo y temperatura del ambiente interno _____	74
Gráfico 6.1: Pruebas de enfriamiento en habitáculo de chofer _____	122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Estimación de la humedad a partir de la temperatura seca y húmeda _____	34
Tabla 4.1: Promedios: Mediciones de Temperatura WGTB, TG, TA y % de humedad relativa en ciudad de Quito – Cía. Transplaneta _____	61
Tabla 4.2: Promedios: Mediciones de Temperatura WGTB, TG, TA y % de humedad relativa en ciudad de Santo Domingo – Cía. Transmetro _____	62
Tabla 4.3: Promedios: Mediciones de Temperatura WGTB, TG, TA y % de humedad relativa en ciudad de Quito – Cía. Transplaneta _____	63
Tabla 4.4: Gasto Metabólico necesario para suplir actividades en el manejo de un bus tipo en compañía Transplaneta – Quito _____	66
Tabla 4.5: TLV para la exposición al calor (valores en °C WBGT) _____	66
Tabla 4.6: Dosis de calor calculadas para cada ciudad _____	67
Tabla 6.1: Datos técnicos de refrigerante R134A _____	92
Tabla 6.2: Propiedades de refrigerante R134A _____	93
Tabla 6.3: Cálculos Térmicos de Carrocería _____	99
Tabla 6.4: Cálculos Térmicos en cristales _____	99
Tabla 6.5: Cálculos Térmicos por radiación _____	99
Tabla 6.6: Cálculos de presión en ductos _____	106
Tabla 6.7: Análisis FEMEA de Polea de transmisión motriz _____	110
Tabla 6.8: Análisis FEMEA de Compresor _____	110
Tabla 6.9: Análisis FEMEA de Condensador _____	111
Tabla 6.10: Análisis FEMEA de Mangueras y ductos conductores _____	112
Tabla 6.11: Análisis FEMEA de Ductos de circulación de aire _____	112
Tabla 6.12: Pruebas de enfriamiento en habitáculo de chofer _____	121
Tabla 6.13: Toma de datos de temperaturas con medidor de estrés térmico _____	125
Tabla 6.14: Cálculo de dosis por calor _____	126
Tabla 6.15: Control de Estrés térmico en el sistema de trabajo de Conductor _____	127
Tabla 6.16: Inducción de golpe de calor y rehidratación en el trabajo _____	129
Tabla 6.17: Localización básica de averías _____	133
Tabla 6.18: Costo de materiales directos _____	134
Tabla 6.19: Costo de Elementos fabricados _____	135
Tabla 6.20: Mano de obra directa _____	135
Tabla 6.21: Costo en maquinaria y equipos _____	136
Tabla 6.22: Mano de obra Indirecta _____	136

Tabla 6.23: Gastos indirectos varios _____	136
Tabla 6.24: Costo total de instalación de A/C _____	137
Tabla 6.25: Ingreso por hora recuperada estimada _____	138
Tabla 6.26: Tabla de amortización de deuda _____	138
Tabla 6.27: Depreciación _____	138
Tabla 6.28: Proyección del estado de pérdidas y ganancias _____	138
Tabla 6.29: Cálculo de los flujos netos de caja _____	139
Tabla 6.30: Tasa mínima aceptable de rendimiento de capital _____	139
Tabla 6.31: Cálculo valor actual neto y tasa interna de retorno _____	140
Tabla 6.32: Criterios de Aceptación de según el VAN _____	140
Tabla 6.33: Criterios de Aceptación de según la TIR _____	140
Tabla 6.34: Cálculo de periodo de recuperación de inversión (PRI) _____	141
Tabla 6.35: Costo total de la investigación _____	142

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2.1: Motor de chasis Volkswagen 17210-OD _____	38
Fotografía 2.2: Ubicación de Turbo Motor de chasis Volkswagen 17210-OD _____	38
Fotografía 4.1: Medición de temperatura WGTB, con monitor de estrés térmico _____	59
Fotografía 4.2: Acople de ventilador de aire forzado al tablero del autobus _____	69
Fotografía 4.3: Ventolera inferior a la ventana de chofer _____	70
Fotografía 4.4: Ventolera para pedales _____	70
Fotografía 4.5: Medición temperatura ambiente a la altura del turbo de motor _____	72
Fotografía 4.6: Termómetro digital con sensor tipo J, para ambiente interior vehículo _____	73
Fotografía 4.7: Mejoramiento del aislante térmico en tapa máquina _____	75
Fotografía 4.8: Aislamiento de paredes y techo del autobús _____	76
Fotografía 6.1: Ducto de succión del evaporador _____	107
Fotografía 6.2: Base soporte de compresor _____	113
Fotografía 6.3: Montaje de compresor sobre base y chasis _____	113
Fotografía 6.4: Alineación de polea compresor - motriz _____	114
Fotografía 6.5: Base soporte de Evaporador sobre techo de autobús _____	114
Fotografía 6.6: Tapa del evaporador _____	115
Fotografía 6.7: Evaporador ensamblado _____	115
Fotografía 6.8: Alerones de tapa de equipo A/C _____	116
Fotografía 6.9: Sujeción de mangueras por debajo de chasis _____	116
Fotografía 6.10: Base soporte de Evaporador sobre techo de autobús _____	117
Fotografía 6.11: Tapa protectora del sistema de A/C sobre techo de autobús _____	123
Fotografía 6.12: Protección completa de sistema de A/C sobre techo _____	123
Fotografía 6.13: Diseño aerodinámico de protección de sistema de A/C _____	124
Fotografía 6.14: Toma de medidas de °T WGTB con sistema de A/C implementado _____	125
Fotografía 6.15: Controles de equipo de A/C _____	130

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Mediciones de temperatura WBGT con medido de estrés térmico _____	149
A1. Ciudad de Quito. Cía Transplaneta _____	149
A2. Ciudad de Santo Domingo de los Tsachilas. Cía. Transmetro _____	150
A3. Ciudad de Babahoyo. Coop. Santa Rita _____	151
A4. Ciudad de Guayaquil. Coop. Eloy Alfaro (mediciones finales con sistema de aire acondicionado instalado _____	152
Anexo B: Proceso de instalación _____	154
Anexo C: Normas utilizadas para cálculo de gasto Metabólico _____	158
C1. NTP 323: Determinación del metabolismo energético _____	159
C2. Norma Venezolana COVENIN 2254:1995 _____	167
Anexo D: Catálogo para selección de equipos de aire acondicionado _____	171
D1. Catálogo de compresor _____	173
D2. Catálogo de condensadores _____	175
D3. Catálogo de evaporador _____	177
Anexo E: Planos de diseño de partes del sistema de aire acondicionado _____	178

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA
CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO
MAESTRÍA EN DISEÑO MECÁNICO

“El gasto metabólico y la temperatura WBGT en el sistema de trabajo de conductor de bus tipo Volkswagen 17210 de la carrocería modelo Orión marca IMCE y su incidencia en el estrés térmico.”

Autor: Ing. Cristian Fabián Pérez Salinas

Dirigido por: Ing. Mg. Manolo Alexander Córdova Suárez

Fecha: 24 de Julio del 2013

RESUMEN EJECUTIVO

La investigación inicia con la necesidad de brindar confort térmico al sistema de conducción del chofer de Bus Tipo fabricado sobre chasis Volkswagen 17210-OD, por la disposición del turbo motor y la temperatura ambiente más incidente en ciudades costeras.

La investigación de campo se realiza en las ciudades con mayor población de clientes, evaluando en primera instancia las actividades realizadas por los conductores para calcular el gasto metabólico necesario para luego tomar medidas de temperatura WBGT mediante un medidor de estrés térmico para finalmente calcular la dosis de calor que posee dicha actividad. Con los datos obtenidos, se evalúan para analizar la mejor solución de bajar la temperatura ambiente del conductor; dando como resultado que para un mejor climatizado por enfriamiento, el sistema de aire acondicionado es el que obtiene el rango de temperatura necesario para que la dosis de calor sea menor que 1; dando solución al problema inicial de la investigación. La culminación del estudio finaliza con la implementación del sistema y con un análisis económico de su factibilidad de instalación.

Descriptor: Estrés térmico, Gasto Metabólico, Temperatura WBGT, dosis de calor, sistema de conducción, sistema de aire acondicionado.

TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO
FACULTY OF CIVIL AND MECHANICAL ENGINEERING
POSDEGREE STUDIES CENTER
MASTER OF MECHANICAL DESIGN

“Metabolic expenditure and WBGT temperature in the bus driving system of the Volkswagen 17210 type of bus with Orion model body frame make IMCE and its incidence of thermal stress.”

Author: Ing. Cristian Fabián Pérez Salinas

Advisor: Ing. Mg. Manolo Alexander Córdova Suárez

Date: July 24, of 2013

ABSTRACT

The investigation starts with the need to offer a thermal comfort to the driving system of the chauffeur of the bus type that are built over a Volkswagen 17210-OD Chassis, by the disposition of the turbo engine and the room temperatures most common in coastal cities.

The area of the investigation will be done in the cities where the largest of populations of clients are. First, evaluating the activities that are done by the drivers in order to calculate the metabolic expenditure needed to later measure the WBGT temperatures via a thermal stress meter. This is done in order to finally calculate the doses of heat that said activities have. With the Data that is obtained will be evaluated to analyze a better solution to lower the room temperature of the driver. Giving as a result a better climate due to cooling; the air-conditioning system is what obtains the range of temperature needed so that the dosage of heat is less than 1, giving a solution to the initial problem of the investigation.

Key Words: Thermal Stress, Metabolic Expenditure, WBGT Temperature, Doses of Heat, Driving Systems, Air-Conditioning System.

INTRODUCCIÓN

Un conductor de autobús es aquel que además de controlar una máquina con la potencia para mover toda la carga del vehículo y la carga de pasajeros; también en la mayoría de los casos es quién ejecuta la cobranza del servicio y controla el flujo de pasajeros. Estos dos aspectos particulares se dan actualmente en el Ecuador en la mayoría de sus ciudades. Todo esto lo realiza desde su sistema de trabajo (puesto de conducción) en condiciones limitadas de movimiento, control y confort. Sumado a esto la idiosincrasia de la gente que habita en las diferentes ciudades de nuestro país, hace de esta actividad muy compleja e incomprensible en muchas de las veces.

Es necesario pensar en mejorar las condiciones del puesto de trabajo de los conductores de autobuses en general, para prevenir enfermedades, lesiones y controlar los factores de riesgo. Se deben determinar las condiciones de trabajo de los conductores de transportes de pasajeros del Ecuador por medio de un análisis práctico y estadístico con el fin de protegerlos de posibles lesiones osteomusculares, de enfermedades cardio-respiratorias e inconfort físico-térmico; esto con el fin de mejorar su calidad de vida, disminuir el gasto que representa los paros de la actividad por enfermedades profesionales y mejorar su sistema de trabajo.

Hoy en día algunos riesgos que se han asociado a los conductores de transporte de pasajeros por las carreteras de nuestro país son: los gases de escape, ruido por encima de los niveles permisibles (abuso y mal uso de pitos de aire, música por radio a alto volumen, ruido de motocicletas, etc.) vibraciones, temperaturas variables (estrés térmico por calor), malas posturas, puestos de trabajo mal diseñados, impericia de conductores en carretera, malos hábitos de alimentación y mala hidratación; estos últimos por desconocimiento.

El presente estudio se enmarca en el estrés térmico que sufren los conductores a causa de su gasto metabólico necesario para la realización de sus actividades y por la temperatura ambiente de su sistema de trabajo, generada por la transferencia de calor por radiación solar sobre los cristales hacia el interior del vehículo, fuentes de irradiación como los motores de combustión interna y por la misma temperatura ambiente de las ciudades en donde transitan.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.- TEMA:

“EL GASTO METABÓLICO Y LA TEMPERATURA WBGT EN EL SISTEMA DE TRABAJO DE CONDUCTOR DE BUS TIPO VOLKSWAGEN 17210 DE LA CARROCERIA MODELO ORIÓN MARCA IMCE Y SU INCIDENCIA EN EL ESTRÉS TÉRMICO.”

1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1.- CONTEXTUALIZACIÓN

Según se menciona por la *Prevention World* (2000): En el mundo global un trabajador que se desenvuelve en un ambiente térmico inadecuado sufre reducciones de los rendimientos físico y mental, y por lo tanto su productividad, le provoca irritabilidad, incremento de la agresividad, aumento de las distracciones, de los errores, incomodidad al sudar o temblar, aumento o disminución de la frecuencia cardiaca, etc., lo que repercute negativamente en la salud e incluso, en situaciones límite puede desembocar en la muerte.

En Europa y en países desarrollados en la construcción de carrocerías, tienen estudios científicos; así como también, legislación en el campo de seguridad laboral que brinda parámetros para sus diseños; tal es el caso de España, donde existen varias investigaciones tal como: el Análisis ergonómico, organizacional y psicosocial del puesto de conductor de autobuses urbanos e interurbanos realizado por SGS TECNOS,

donde se plantean soluciones a varios parámetros de diseño, uno de los cuales es la aclimatación del conductor.

En Latinoamérica como por ejemplo la universidad estatal de Colombia, recientemente se han desarrollado métodos para la evaluación y caracterización del ambiente laboral de los conductores de transporte público urbano con el fin de identificar las causas y los posibles factores desencadenantes de ausentismo, incidencia y prevalencia de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, para controlarlos y/o evitarlos.

En nuestro país, el sector del transporte de pasajeros, a pesar de ser un sector tan importante para el país y en vías de desarrollo, ha estado descuidado y ha sido poco estudiado. La población de choferes profesionales en el Ecuador bordea un número de 30.000 en la cual, las condiciones de trabajo al igual que las de salud de los mismos en su gran mayoría deficientes e incluso en muchos de los casos desconocidas. Para poder evitar los accidentes y las lesiones que sufren los conductores del campo propiamente dicho es necesario diagnosticar los problemas que tienen y conocer sus condiciones en profundidad.

1.2.2.- ANÁLISIS CRÍTICO

Debido a la limitada investigación sobre el estrés térmico que sufren los profesionales del volante en nuestro país, crea un vacío técnico para mejorar sus condiciones de trabajo que afectan su desempeño laboral, más allá de este aspecto los constructores de carrocerías son los primeros involucrados en mejorar tales condiciones, ya que terminada su fabricación el chofer hace uso superficial de la herramienta de trabajo que le entregan en sus manos, tal es así que en muchas ocasiones se informan del mejor uso y aprovechamiento de las unidades.

Los principales factores que han contribuido a disminuir el confort térmico y desempeño de un conductor en un bus Volkswagen 17210 es la emisión de calor por parte del motor, que por su posición y dimensión hace que emane gran cantidad de energía calorífica hacia su entorno afectando el confort del chofer por su cercanía hacia él.

No existen ingenieros especializados en diseño y construcción de carrocerías, por lo tanto la investigación de varios factores que contribuyan a un mejor diseño de autobuses; permitirá mejorar las herramientas para su mejor fabricación a nivel nacional.

1.2.3.- PROGNOSIS

Si no se realiza el trabajo investigativo sobre el estrés térmico y el gasto metabólico y la temperatura WBGT; va incidir en mayor o menor grado el disconfort térmico de los choferes de las carrocerías modelo Orión Marca IMCE. Además este aspecto impactaría negativamente a su crecimiento de mercado y credibilidad por parte de sus clientes.

1.2.4.- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿El disconfort térmico influye en el sistema del conductor de bus tipo modelo de carrocería Orión marca IMCE en chasis Volkswagen 17210?

1.2.5.- PREGUNTAS DIRECTRICES

Las siguientes preguntas involucran al sistema de trabajo del conductor de bus tipo Volkswagen 17210 de la carrocería modelo Orión marca IMCE:

- ¿Cuál será el mejor método para analizar las condiciones de confort metabólico?
- ¿Cuál será el proceso de análisis apropiado para lograr obtener los resultados acertados del impacto de disconfort térmico hacia el conductor?
- ¿Qué normativa ayudará a determinar la intensidad de trabajo y niveles de descanso para la actividad desarrollada en el sistema de conductor de bus tipo?

- ¿Qué medidas se deben desarrollar para atenuar los niveles de estrés térmico?
- Qué se debería desarrollar, mejorar e implementar en el sistema de conducción para atenuar los niveles de estrés térmico y gasto metabólico.

1.2.6.- DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.6.1.- DELIMITACIÓN DE CONTENIDO

El estudio estará enmarcado dentro del campo de Ingeniería Mecánica, específicamente dentro de las líneas de investigación de la maestría que son la ergonomía y diseño mecánico.

1.2.6.2.- DELIMITACIÓN ESPACIAL

La presente investigación se realizará en la planta de producción II de la Industrias Metálicas Cepeda “IMCE” ubicada junto al parque industrial Ambato entrada a Samanga alto; y en las unidades fabricadas de las principales compañías y cooperativas clientes de la mencionada empresa tanto de la costa como en de la sierra, para el análisis de campo.

1.2.6.3.- DELIMITACIÓN TEMPORAL

La ejecución del estudio del gasto metabólico y la temperatura WBGT en el sistema de trabajo de conductor de bus tipo Volkswagen 17210 de la carrocería modelo Orión marca IMCE y su incidencia en el estrés térmico; se efectuó durante el periodo establecido: Noviembre 2012 – Julio 2013.

1.3.- JUSTIFICACIÓN

La construcción de carrocerías metálicas es una industria en constante desarrollo e innovación debido a la fuerte competencia, tanto a nivel nacional por la cantidad de carroceras en la ciudad de Ambato, como grandes ensambladoras en países industrializados tal es el caso de Brasil y Colombia en Latinoamérica.

La aplicación de normas nacionales y reglamentos de reciente aplicación y exigencia, hace que nazca la necesidad de mejorar los parámetros de diseño tanto del ambiente de los usuarios de buses como de los profesionales que los conducen. La norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2205, establece varios parámetros de ergonomía y climatización empíricos del puesto de trabajo de los conductores; que en el 90% de la fabricación nacional, se ha incumplido al no existir soluciones económicas y prácticas para el diseño y construcción de los mismos.

Por este motivo creemos de gran importancia el estudio del gasto metabólico y la temperatura WBGT del sistema de trabajo de conductores no solo del caso planteado en el tema de este estudio sino también en sistemas de todas las categorías de transporte de pasajeros; ya que no se tiene datos de cómo afecta negativamente el desempeño laboral, que como ya sabemos es causa de muchos accidentes de tránsito en nuestro país.

1.4.- OBJETIVOS

1.4.1.- OBJETIVO GENERAL

- Diagnosticar el discomfort térmico del sistema de trabajo del conductor de Bus Tipo, mediante la evaluación del gasto metabólico y la temperatura WBGT que inciden en el estrés térmico; para plantear medidas de control.

1.4.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los siguientes objetivos se enmarcan en el sistema de trabajo del conductor vehicular del modelo de carrocería Orión marca IMCE sobre el chasis Volkswagen 17210.

- Determinar el gasto metabólico en el sistema de trabajo del conductor vehicular, utilizando la norma NTP 323 para analizar las condiciones de confort metabólico.
- Determinar la temperatura WBGT en el sistema de trabajo del conductor vehicular, utilizando la norma NTP 322 para analizar el confort térmico.
- Determinar porcentajes de trabajo y descanso en el sistema de trabajo del conductor vehicular utilizando la norma ISO 7243.
- Desarrollar medidas de control al sistema de trabajo analizado considerando los valores críticos para atenuar el estrés térmico.
- Proponer un sistema de atenuación apropiado, económico y práctico, para ser aplicable al modelo de carrocería urbana ORION marca IMCE.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.- ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Como ya se mencionó antes al contar con normativas nacionales genéricas y al escaso análisis y estudio de los sistemas de trabajo que se encuentran los conductores de buses urbanos en el país se ve en la necesidad de desarrollar sistemas que atenúen entre muchos aspectos ergonómicos el disconfort térmico a los cuales están sometidos, por lo que este trabajo es prioritario.

No se tiene referencias del desarrollo de estudios específicos referente al confort de los sistemas de trabajo de conductores, algunos similares se han quedado en análisis de resultados pero no se han desarrollado constructivamente, tal es el caso del estudio Ing. Manolo Alexander Córdova Suárez con el tema: “Estudio Ergonómico del Sistema de Trabajo para el Conductor Vehicular de la Cooperativa de Transporte Tungurahua y propuesta de un Programa para Prevenir Trastornos Músculo Esqueléticos”.

2.2.- FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La presente investigación está ubicada en el paradigma crítico propositivo; crítico porque aporta una base técnica en el área de Ergonomía y diseño importante para el sector estudiado y propositivo por cuanto busca proponer una alternativa de solución al sector ingenieril de carrocerías para el diseño de sistemas de trabajo confortables de los conductores de bus tipo, la cual ha sido escasa para la innovación de los mismos.

2.3.- FUNDAMENTACIÓN LEGAL

La presente investigación se desarrollará basada en las normas técnicas y notas técnicas de prevención:

- ISO 7243: Ambientes calientes - la Valoración del calor acentúa sobre el obrero, basado en el WBGT-ÍNDICE (la temperatura de globo de bulbo mojada).
- NTP 323: Determinación de Metabolismo Energético.
- NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT
- NTP 18: Estrés térmico. Evaluación de las exposiciones muy intensas
- NTE 2205: Vehículos automotores. Bus Urbano. Requisitos

2.4.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.4.1.- ERGONOMÍA

En su libro MONDELO (1994) describe: “Las comunicaciones entre el hombre y la máquina definen el trabajo, en este sentido, la ergonomía es el estudio del trabajo con el fin de mejorarlo y su objeto es el sistema hombre-máquina.” (Pág.16). A nivel laboral; es la disciplina que tiene como meta primordial la de medir las capacidades del hombre y ajustar el ambiente. También la ergonomía intenta ajustar el trabajo al hombre, pero no ajustar al hombre al trabajo.

Hablar de ergonomía según SGS TECNOS (2008), en un puesto de conducción de autobuses, equivale a que el puesto de trabajo tendrá que adecuarse de forma optimizada a las múltiples necesidades de naturaleza biofisiológicas, a las limitaciones de índole operativo-funcionales y a las particularidades psicoperceptivas del conductor, además de ofrecer múltiples y variadas prestaciones, utilizarse sin necesidad de esfuerzo y ajustarse al tamaño y forma del operario. (Pág.20).

En una actividad de riesgo como es la conducción de vehículos en carretera, esta concepción de la ergonomía debe tenerse presente constantemente por todos los responsables de tráfico. Pues si la conducción es percibir las señales de la máquina o el entorno, tomar las decisiones oportunas por el operador del equipo, el conductor, y actuar, para que este proceso operativo sea eficaz la máquina-vehículo debe ser altamente fiable, lo que precisa un mantenimiento adecuado, pero sobre todo que las capacidades del conductor sean las adecuadas. Debe tenerse presente que las estructuras corporales, percepción a través de los sentidos, toma de decisiones y mecanismos corporales de actuación, estructura ósea y muscular están diseñadas para velocidades mucho más reducidas que las asignadas a una máquina de transporte por carretera. Por lo que es fundamental actuar sobre el conductor para que sus capacidades sean óptimas durante todo el proceso de trabajo.

Los siguientes puntos están entre los objetivos generales de la ergonomía:

- Reducción de lesiones y enfermedades ocupacionales.
- Disminución de los costos por incapacidad de los trabajadores.
- Mejoramiento de la calidad del trabajo.
- Aplicación de las normas existentes.
- Disminución de la pérdida de materia prima.
- Reducción de costos por incapacidad
- Disminución del ausentismo. .
- Aumento del confort y el bienestar de los trabajadores.
- Aumento de la productividad de las labores.
- Aseguramiento de condiciones que favorezcan un trabajo de calidad.

La función de la ergonomía en las empresas carroceras va más allá; o debería ser como meta: concebir, conjuntamente con responsables y técnicos; diseñar sistemas de trabajo para conductores de tal forma, que permitan alcanzar los objetivos de la producción y al mismo tiempo garanticen el bienestar físico, psíquico y social de las personas.

Como concluye Córdova M. (2012), en su Tesis: “En resumen, la labor de la ergonomía es primero determinar las capacidades del operario y después intentar construir un

sistema de trabajo basado en estas capacidades con el fin de que él sistema se ajuste a las necesidades del operario; entonces se estima que la ergonomía es la ciencia que ajusta el ambiente al hombre”. (Pág.14).

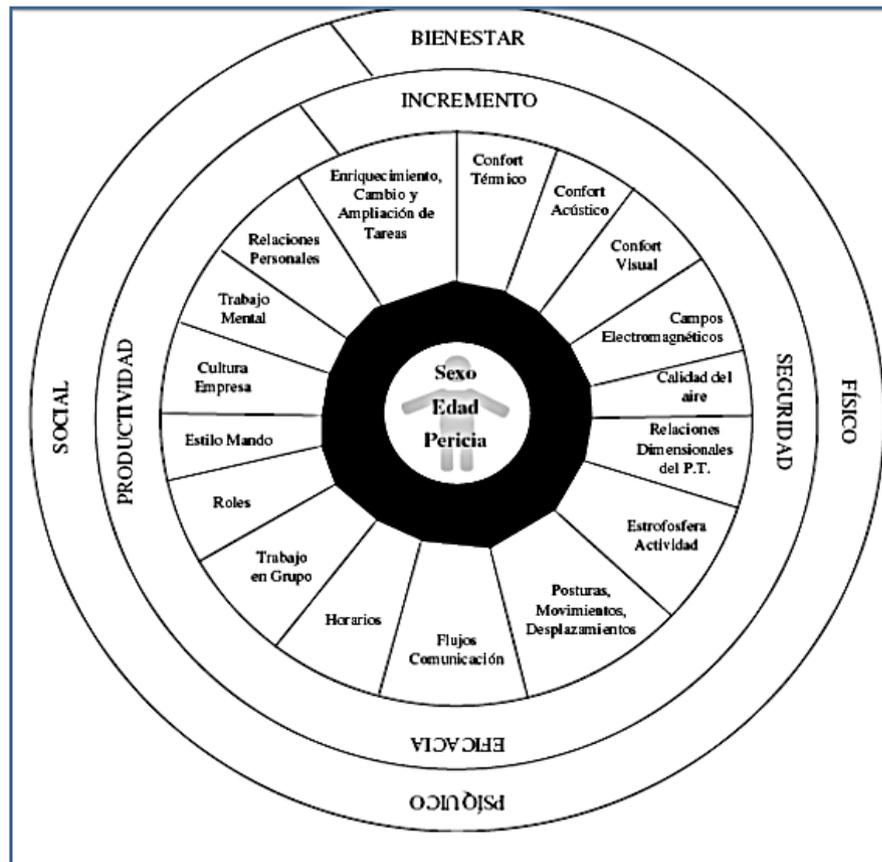


Figura 2.1. Ventajas de la Ergonomía

(Fuente: MONDELO, Fundamentos de la Ergonomía. Pág. 17.)

2.4.2.- PUESTOS DE TRABAJO DE CONDUCCIÓN

Según el ministerio de trabajo y Asuntos Sociales de España con la tabla de clasificación de ocupaciones desarrollada por el SISPE (Sistema de Información de los Servicios Públicos de Empleo), clasifica al sector de la conducción de la siguiente manera:

SECTOR: TRANSPORTE Y COMUNICACIONES (TC)

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES SERVICIOS POSTALES TRANSPORTE DE VIAJEROS POR CARRETERA TRANSPORTE DE MERCANCÍAS ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS AL TRANSPORTE TRANSPORTE POR RAIL TRANSPORTE AÉREO TRANSPORTE MARÍTIMO TRANSPORTE POR TUBERÍA
-------------------------	--

Cuadro 2.1. Clasificación de actividades productivas por sector

(Fuente: INSTITUTO DE EMPLEO SERVICIO PÚBLICO DE EMPLEO ESTATAL. 2002.
Clasificación Ocupacional)

Dentro de la clasificación ocupacional de transporte por carretera y similares encontramos los siguientes puestos de trabajo:

- Conductor de ambulancias
- Conductor de autobús internacional
- Conductor de autobús interurbano
- Conductor de autobús urbano
- Conductor de autobús, en general
- Conductor de camión, en general
- Conductor de coche fúnebre
- Conductor de furgoneta hasta 3,5 t.
- Conductor de tranvía
- Conductor de tren metropolitano
- Conductor de vehículos de tracción animal
- Conductor de vehículos ligeros a motor alternativa
- Conductor profesional de automóvil principal
- Conductor-maquinista de ferrocarril alternativa
- Conductor de maquinaria liviana

- Conductor de maquinaria pesada
- Conductor-operador de grúa en camión
- Conductor-operador de hormigonera móvil
- Conductor-operador de maquinaria de transporte de tierras, en general
- Conductor-repartidor en motocicleta, ciclomotor y/o motocarro, excepto mensajería

El conductor de bus urbano es aquel que ejerce su trabajo dentro de los límites de predios urbanos, transportando pasajeros masivamente bajo rutas elaboradas por los estamentos gubernamentales seccionales, con su periodicidad establecida por las mismas. El trabajo estático engloba varias actividades; entre ellas la conducción de buses urbanos.

Este tipo de trabajo puede limitar la productividad en mayor medida que el trabajo dinámico, por lo que es conveniente reducir los componentes estáticos del trabajo siempre que sea posible. En otras actividades y puestos de trabajo es importante prevenir aspectos como:

- Variación de posturas, como por ejemplo sillas ajustables a movimientos de altura, laterales y hacia tras y adelante; además el puesto de trabajo debe permitir facilidad para levantarse y estirarse.
- Minimizar fuerza requerida, siendo recomendable que los ciclos de trabajo incluyan cargas que varíen de la relajación completa a fuerzas que requieran concentración.
- Confort en el ambiente para la reducción del gasto metabólico.
- Proporcionar descansos a quienes realizan tareas altamente repetitivas.

2.4.3.- SISTEMAS DE TRABAJO DE CONDUCTORES

2.4.3.1.- SISTEMA PERSONA-MÁQUINA-ENTORNO

El análisis de riesgos en la conducción de autobuses urbanos e interurbanos se hace analizándolo como un todo. Es un sistema. El análisis debe comprender todo el conjunto, para profundizar en cada elemento en particular pero en relación con la suma de todos los factores.

El esfuerzo físico y psicológico durante ocho horas diarias ha de ser agotador por necesidad. Y esto lleva a un imperativo: la necesidad de considerar la ergonomía como factor no sólo de confort sino como reductor de esfuerzos. Por tanto hay que considerar la interrelación de los Sistemas Persona-Máquina-Carretera.

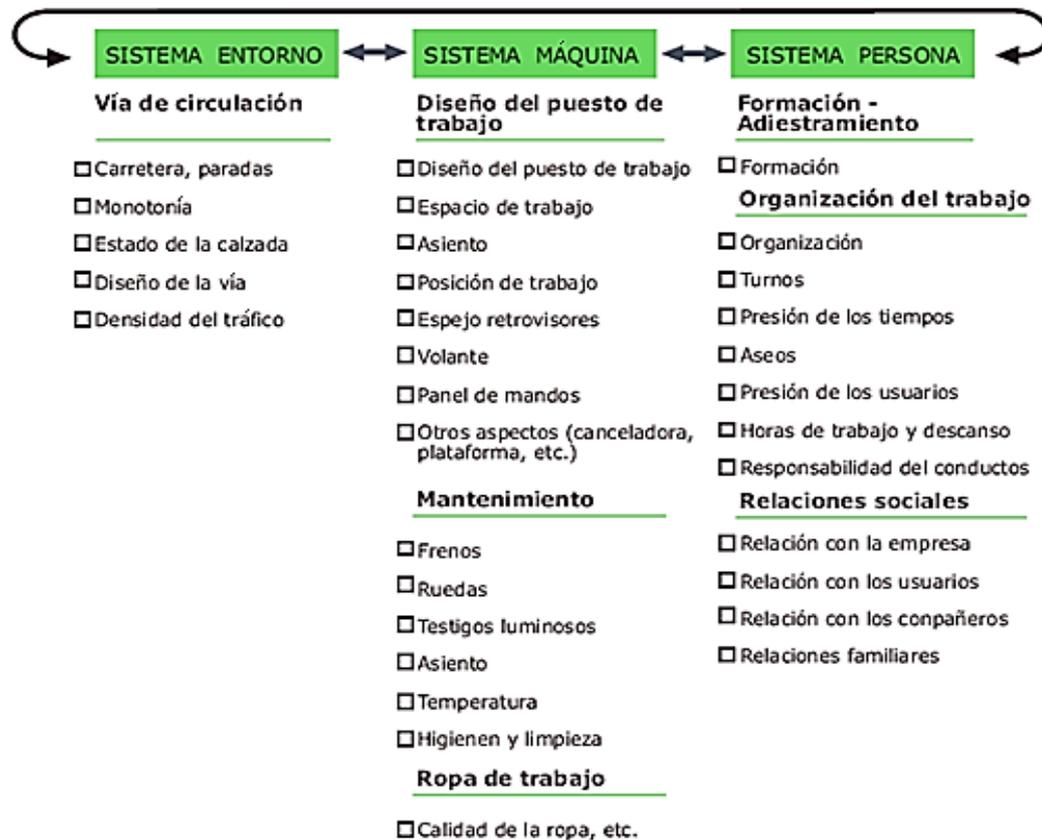


Figura 2.2. Sistema persona – máquina - entorno

(Fuente: SGS TECNOS. Madrid, Diciembre 2008. Pág.14)

El conductor es considerado, un apéndice, prolongación, de la máquina con lo que sus características humanas capacidades, sentimientos, estados anímicos, son desechadas. Al conductor se le presupone que dispone en todo momento de las cualidades necesarias para conducir. Porque no se considera que la conducción sea recibir información, analizarla y actuar. Deben responder correctamente la persona y el vehículo para que el desplazamiento sea correcto. La falta de consideración de la interrelación del Sistema Persona con el Sistema Máquina es el origen de los desencuentros de las aspiraciones del conductor con la realidad laboral.

2.4.3.2.- SISTEMA ENTORNO

El entorno considerado como un sistema, comprende el espacio de desplazamiento del autobús. Los itinerarios han de disponer de una serie de requisitos para que la conducción pueda realizarse en condiciones adecuadas. De lo contrario recaerá sobre el conductor un requerimiento más. Le exigirá mayor esfuerzo y atención.

En la vía de circulación, el tiempo es el eje sobre el que gravita la organización del tráfico de autobuses. Pero el sujeto de este tráfico, el conductor, no tienen ningún control sobre ese tiempo. El estado de la carretera, la organización de las paradas, sumado a la monotonía del recorrido, son factores de riesgos para los conductores.

Otro ingrediente trascendental es la densidad del tráfico. El número de vehículos en circulación son un obstáculo importante para que los autobuses alcancen la frecuencia estipulada. El primer problema son los atascos, pues paralizan el tráfico.

El número elevado de automóviles lleva a que los carril-bus sean ocupados por otros vehículos entorpeciendo la circulación de los autobuses.

Atascos y entorpecimiento del tráfico se traducen en una mayor tensión y esfuerzo del conductor. En definitiva en un desgaste físico y psíquico elevado. En esta parte consecuencia del tráfico denso también existe el sobrecalentamiento de los motores.

Otro factor que no se tiene en cuenta es la climatología, las situaciones de mal tiempo como lluvia, viento, etc., perjudican el flujo normal de la circulación. La lluvia, además de disminuir la velocidad del tráfico, empaña lunas y espejos. La tensión del conductor asciende y con ello la fatiga mental.

La temperatura ambiente, es un factor que afecta negativamente el confort de los choferes y pasajeros; en la cumbre del sol en todas las ciudades es un factor que incomoda y más aún en ciudades costeras y del oriente.

2.4.3.3.- SISTEMA MÁQUINA

El autobús ha de considerarse, también, como un sistema - máquina, pues el conjunto de elementos que posee o funciones que realiza exige un esfuerzo y atención diversificada del conductor. Y el malestar que se origina al conductor no proviene de un solo factor sino del conjunto.

El espacio de trabajo es la piedra angular del trabajo de conducción. Es donde va a estar el trabajador al menos ocho horas sentado, con la atención en estado de alerta permanente, sin posibilidad de tiempos de relajación, descanso y ejercicio físico. Un trabajo como este, de alta tensión psicológica precisaría de un espacio confortable.

El lugar de trabajo del conductor cita SGS TECNOS (2008), no llega al metro cuadrado y en él va situado el asiento, el panel de mandos, el extintor, el monedero y la máquina de los billetes más los objetos personales del propio conductor. Este espacio debería disponer, al menos, de unas medidas que permitiera el desplazamiento del asiento y del volante para que pudiera adaptarse a las diferentes medidas antropométricas de hombres y mujeres. (Pág.26).



Figura 2.3. Sistema máquina

(Fuente: SGS TECNOS. Madrid, Diciembre 2008. Pág.26)

Aumentando ligeramente el espacio del conductor, el autobús no perdería capacidad para los viajeros y mejoraría ostensiblemente la situación del trabajador. El objetivo es la realización del trabajo con confort. Pues la falta de confort se convierte en daños músculo-esqueléticos al conductor.

Los carroceros, y las empresas deberían exigirlo, deberían adaptar un espacio para que el conductor pudiera dejar sus objetos personales, como la bolsa, bocadillo, agua, u otros enseres que precise. No se puede olvidar que en este espacio pasa el conductor ocho horas diarias. Que es un puesto de trabajo, no un lugar de uso esporádico.

2.4.3.4.- SISTEMA PERSONA

MONDELO (1994) en su libro de Fundamentos de Ergonomía menciona: “La formación no es sólo facilitar conocimientos es, sobre todo, adiestramiento, práctica, para que las operaciones se realicen con facilidad”. (Pág.16)

La falta de formación del uso y recomendaciones de los fabricantes de los modelos de carrocería, puede llegar a ser un auténtico problema además de una fuente de fatiga.

Las empresas tienen variedad de marcas de autobuses, cada cual con un panel de mandos específico y con funciones diferentes. Cada cierto tiempo se cambian los vehículos y los nuevos modelos traen de serie modificaciones sustanciales. El desconocimiento de las funciones puede hasta impedir su puesta en marcha como su parada. La formación debería ser adecuada y específica al tipo de trabajo que se realiza en cuanto al uso de la máquina, rutas y modelos de trabajo.

El trabajo se organiza en función del servicio que se ofrece a la ciudadanía. La legislación seccional de las provincias exigen horarios, frecuencias, y diseñan los recorridos. Las cooperativas y compañías deben ajustar su organización para ofrecer ese servicio. Los índices de productividad recaen directamente sobre el esfuerzo del trabajador y se basa en el control del tiempo que emplea el conductor en la realización del recorrido. La presión de trabajo se manifiesta con mayor intensidad en los horarios

pico, días calurosos y por demasiada carga de trabajo por extensiones de turno hasta la noche.

2.4.4.- ENFERMEDADES Y PROBLEMAS LABORABLES EN SISTEMA DE CONDUCCIÓN

Los riesgos mayormente comunes y problemas encontrados en los sistemas de conducción por varios estudios son:

- Stress laboral.
- Carga física.
- Exposición a condiciones meteorológicas extremas.
- Riesgos por estrés térmico.
- Otros problemas de salud.

2.4.4.1.- ESTRÉS LABORAL

Las causas principales del stress laboral en los conductores profesionales son:

Adaptación a los horarios de trabajo

Constante adaptación a los cambios de turno que puede ocasionar somnolencia y fatiga. También puede producir una dificultad en sus relaciones personales por la necesidad de trabajar los fines de semana, dormir fuera de su domicilio, tener la obligación del vivir con el equipaje preparado, adaptarse a comidas y alojamientos desconocidos, etc.

Horarios rígidos

Normalmente, estos trabajos se rigen por programas en los que las horas de salida y llegada son fijas, obligando a los conductores a cumplirlas a rajatabla independientemente del estado de la vía pública, las condiciones climatológicas, etc. Esto produce situaciones de tensión emocional con la consiguiente aparición del stress.

Trato con el público

Cualquier trabajo que tenga relación con el público exige unas condiciones psicológicas especiales. En el caso del transporte de viajeros, sobre todo en la ciudad estos problemas se multiplican ya que el pasajero suele ser muy exigente, siempre tiene prisa, no lleva el importe del billete, culpa al conductor de todos los problemas del tráfico de la ciudad, etc. También es un riesgo la posibilidad de agresiones, atracos para el robo de la recaudación, etc. Además, tienen que convivir con otros vehículos, con la normativa de tráfico, con los agentes, etc.

Accidentes

El sector de transporte está ocupando el primer puesto en las listas de fallecimientos acaecidos en el trabajo, superando, incluso a la construcción. Incluso cuando una lesión no reviste gravedad, el trastorno por stress post traumático puede provocar una discapacidad prolongada que, en algunos casos, obliga a cambiar de trabajo.

Métodos de trabajo

Las expectativas de los empresarios y la necesidad económica de los trabajadores, así como ciertas modalidades de remuneración, fuerzan a los conductores a prestar servicio durante un número de horas excesivo y a falsificar, en ocasiones, los apuntes en los registros.

Concentración sostenida

La conducción de vehículos requiere una gran concentración en general, y, la de transportes mucho más debido al riesgo para terceras personas y al carácter profesional de los transportistas. Por ello, esta concentración sostenida durante toda la jornada puede generar, también, situaciones de stress.

2.4.4.2.- CARGA FÍSICA

Las causas de las lesiones por carga física son muy variadas y obedecen a múltiples orígenes tales como:

- Diseño inadecuado de los elementos de la conducción, principalmente el asiento, pero también los pedales y tableros de instrumentos, las máquinas canceladoras, etc. produciendo daños, fundamentalmente por sobrecarga, en el cuello, la espalda o en las articulaciones de las rodillas, manos, codos, etc. Son lesiones que comienzan de forma insidiosa, en ocasiones imbricadas con otras patologías de origen no laboral, traumáticas o degenerativas; lo que hace difícil su etiquetado como patología profesional aunque la labor de la parte sanitaria de los servicios de prevención es detectar estas patologías y establecer su origen laboral.
- Lesiones en hombros que pueden tener su origen en la costumbre de apoyar el brazo durante mucho tiempo en la ventanilla en una posición elevada o el uso reiterado de ciertos mandos del vehículo o de expendedores de billetes mal ubicados.
- Lesiones por aplastamiento o choques y golpes producidos por herramientas manuales tales como gatos improvisados u otras que mal utilizadas pueden provocar estas lesiones.
- Lesiones sufridas por atropellos por otros vehículos mientras trabajan en su unidad junto a la carretera.
- Lesiones por caídas al subir o bajar del vehículo con lesiones, principalmente, en extremidades inferiores tales como esguinces, luxaciones, fracturas, etc.
- Lesiones por agresiones de usuarios, peatones u otros conductores, así como lesiones producidas durante atracos.

2.4.4.3.- EXPOSICIÓN A CONDICIONES METEOROLÓGICAS EXTREMAS

El transportista tiene que desarrollar su trabajo a la intemperie por lo que se encuentra sometido a cualquier condición climatológica adversa como lluvia, nieve, hielo, frío, calor excesivo, etc.

2.4.4.4.- DAÑOS Y RIESGOS A LA SALUD POR ESTRÉS TÉRMICO

Los riesgos que puede llegar a generar el estrés térmico, pueden presentarse muy rápidamente, de repente, y tener desenlaces rápidos e irreversibles, aunque la mayoría de las veces las causas del estrés térmico son fácilmente reconocibles y la posibilidad de que se produzcan daños es igualmente previsible.

Cuando las condiciones no son extremas, el estrés térmico puede pasar inadvertido y producir daños a los trabajadores. El exceso de calor corporal puede:

- Aumentar la probabilidad de que se produzcan accidentes de trabajo.
- Agravar dolencias previas (enfermedades cardiovasculares, respiratorias, diabetes, etc.)
- Producir las llamadas “enfermedades relacionadas con el calor”, (erupciones cutáneas, calambres, deshidratación, etc.)
- Además del estrés térmico, también intervienen en los riesgos y daños para la salud:
- El tiempo de exposición (duración del trabajo): si es largo, aun cuando el estrés térmico no sea muy elevado, el trabajador puede acumular una cantidad de calor peligrosa.
- Factores personales: falta de aclimatación al calor, obesidad, edad, estado de salud, consumo de alcohol, drogas, exceso de cafeína, toma de medicamentos, etc.
- La falta de aclimatación al calor es uno de los factores personales más importantes. Los trabajadores no aclimatados pueden sufrir daños en condiciones de estrés térmico por calor que no son dañinas para sus compañeros que llevan tiempo trabajando en esas condiciones.

Ningún trabajador debiera trabajar la jornada completa en condiciones de estrés térmico por calor sin estar aclimatado. La aclimatación al calor hace que el cuerpo sea capaz de tolerar mejor sus efectos, ya que favorece los mecanismos de termorregulación fisiológica: aumenta la producción de sudor y disminuye su contenido en sales, aumenta la vasodilatación periférica sin que la frecuencia cardíaca se eleve tanto. Con ello la temperatura central del cuerpo se mantiene constante.

Los trabajadores especialmente sensibles al calor, es decir, con enfermedades cardiovasculares, respiratorias, enfermedades de la piel, enfermedades de las glándulas sudoríparas, diabetes, insuficiencia renal, enfermedades gastrointestinales, epilepsia y enfermedades mentales son más vulnerables frente al estrés térmico por calor, por lo que no debieran trabajar en condiciones de calor extremo. La toma de ciertos medicamentos, también incrementa los riesgos puesto que algunas medicinas actúan alterando la termorregulación natural del cuerpo (antihistamínicos, antidepresivos, tranquilizantes, etc.) y los diuréticos pueden facilitar la deshidratación.

A continuación aportamos una tabla con las enfermedades más frecuentes relacionadas con la exposición al calor:

ENFERMEDADES RELACIONADAS CON EL CALOR	CAUSAS	SÍNTOMAS	PRIMEROS AUXILIOS/PREVENCIÓN
ERUPCIÓN CUTÁNEA	Piel mojada debido a excesiva sudoración o humedad ambiental	Erupción roja desigual en la piel. Puede infectarse. Picores intensos. Molestias que impiden o dificultan trabajar y descansar bien	P.Aux: Limpiar la piel y secarla. Cambiar la ropa húmeda por seca. Prev: Ducharse regularmente, usar jabón sólido y secar bien la piel. Evitar ropa oprimida. Evitar infecciones
CALAMBRES	Pérdida excesiva de sales, debido a que se suda mucho. Bebida de grandes cantidades de agua sin que se ingeran sales para reponer las pérdidas con el sudor	Espasmos, dolores musculares en brazos, piernas, abdomen, etc Pueden aparecer durante el trabajo o después	P.Aux: Descansar en lugar fresco. Beber agua con sales o bebidas isotónicas. Hacer ejercicios suaves de estiramiento y frotar el músculo afectado. No realizar actividad física alguna hasta horas después de que desaparezcan. Llamar al médico si no desaparecen en una hora. Prev: Ingesta adecuada de sal con las comidas. Durante el periodo de aclimatación al calor, ingesta suplementaria de sal.
SÍNCOPE POR CALOR	Al estar de pie e inmóvil durante mucho tiempo en sitio caluroso, no llega suficiente sangre al cerebro. Pueden sufrirlo todos los trabajadores no aclimatados al calor al principio de la exposición	Desvanecimiento, visión borrosa, mareo, debilidad, pulso débil.	P.Aux: Mantener a la persona echada con las piernas levantadas en lugar fresco. Prev: Aclimatación. Evitar estar inmóvil durante mucho rato, moverse o realizar alguna actividad para facilitar el retorno venoso al corazón.
DESHIDRATACIÓN	Pérdida excesiva de agua, debido a que se suda mucho y no se repone el agua perdida	Sed, boca y mucosidades secas, fatiga, aturdimiento, taquicardia, piel seca, acartonada, micciones menos frecuentes y de menor volumen, orina concentrada y oscura	P.Aux: Beber pequeñas cantidades de agua cada 30 minutos. Prev: Aclimatación. Evitar estar inmóvil durante mucho rato, moverse o realizar alguna actividad para facilitar el retorno venoso al corazón.
AGOTAMIENTO POR CALOR	En condiciones de estrés térmico por calor: trabajo continuado sin descansar o perder calor y sin reponer el agua y las sales perdidas al sudar. Puede desembocar en golpe de calor	Debilidad y fatiga extremas, náuseas, malestar, mareos, taquicardia, dolor de cabeza, pérdida de conciencia pero sin obnubilación. Piel pálida, fría y mojada por el sudor. La temperatura rectal puede superar los 39°C.	P.Aux: Llevar al afectado a un lugar fresco y tumbarlo con los pies levantados. Aflojarle o quitarle la ropa y refrescarlo, rociándole con agua y abanicándole. Darle agua fría con sales o una bebida isotónica fresca. Prev: Aclimatación. Ingesta adecuada de sal con las comidas y mayor durante la aclimatación. Beber agua abundante aunque no se tenga sed.

<p>GOLPE DE CALOR</p>	<p>En condiciones de estrés térmico por calor: trabajo continuado de trabajadores no aclimatados, mala forma física, susceptibilidad individual, enfermedad cardiovascular crónica, toma de ciertos medicamentos, obesidad, ingesta de alcohol, deshidratación, agotamiento por calor...</p> <p>Puede aparecer de manera brusca y sin síntomas previos</p> <p>Fallo del sistema de termorregulación fisiológica. Elevada temperatura central y daños en el sistema nervioso central, riñones, hígado etc. con alto riesgo de muerte</p>	<p>Taquicardia, respiración rápida y débil, tensión arterial elevada o baja, disminución de la sudación, irritabilidad, confusión y desmayo. Alteraciones del sistema nervioso central. Piel caliente y seca, con cese de sudoración. La temperatura rectal puede superar los 40,5°C.</p> <p>PELIGRO DE MUERTE</p>	<p>P.Aux: Lo más rápidamente posible, alejar al afectado del calor, empezar a enfriarlo y llamar urgentemente al médico. Tumbarle en un lugar fresco. Alojarle o quitarle la ropa y envolverle en una manta o tela empapada en agua y abanicarle, o introducirle en una bañera de agua fría o similar.</p> <p>¡ES UNA EMERGENCIA MÉDICA!</p> <p>Prev: Vigilancia médica previa en trabajos en condiciones de estrés térmico por calor importante. Aclimatación. Atención especial en olas de calor y épocas calurosas. Cambios en los horarios de trabajo, en caso necesario. Beber agua frecuentemente. Ingesta adecuada de sal con las comidas.</p>
------------------------------	--	---	--

Cuadro 2.2. Enfermedades frecuentes por exposición al calor

(Fuente: Estrés térmico por calor)

2.4.4.5.- OTROS PROBLEMAS DE SALUD

Pérdidas auditivas

Pueden aparecer por la exposición prolongada al ruido del motor, riesgo que se incrementa con el mantenimiento deficiente, los aislamientos defectuosos o el mal aislamiento de la cabina. Es llamativo que las pérdidas más importantes se localizan en el oído cercano a la ventanilla.

Deficiencias nutricionales

Las largas jornadas de trabajo con comidas rápidas y fuera del domicilio, incluso con comidas en el propio vehículo impiden una alimentación adecuada y equilibrada, que en situaciones extremas pueden provocar deficiencias nutricionales.

Consumo de alcohol y drogas

El consumo de diferentes medicamentos como antigripales, analgésicos, antihistamínicos de forma ocasional o el consumo continuado de fármacos psicoactivos, antihipertensivos, etc. pueden alterar las condiciones psicofísicas del conductor, al

provocar somnolencia, déficit en su capacidad de atención o en el tiempo de reacción, sobre todo cuando se combinan con las bebidas alcohólicas que ya por sí mismo, constituye un problema de salud importante en este colectivo.

2.4.5.- ESTRÉS TÉRMICO

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. Es decir, 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 se acumula excesivo calor en el cuerpo.

Si el estrés térmico es importante o, no siéndolo tanto, continúan trabajando mucho tiempo seguido sin hacer descansos, llega un momento en que tienen tanto calor que no pueden trabajar bien. Están muy incómodos, con apatía, con la capacidad de percepción, de atención y la memoria disminuidas, etc. En este estado, la probabilidad de que ocurran accidentes de trabajo aumenta mucho. Además en los trabajadores que tengan alguna enfermedad crónica, puede producirse un agravamiento de la misma.

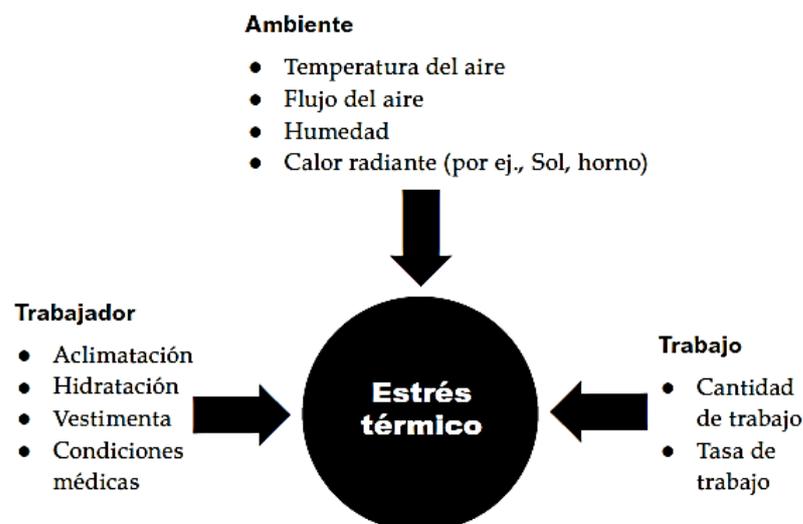


Figura 2.4. Las causas más importantes de estrés térmico

(Fuente: Prevención del estrés térmico en el trabajo. WorkSafeBC. Pág.2)

Existen distintas variables que contribuyen al estrés térmico. Para prevenirlo, los trabajadores y empleadores deben ser capaces de identificar todas las fuentes de calor y entender el proceso por el cual el cuerpo elimina el exceso de calor.

El efecto más grave de la exposición a situaciones de calor intenso es el llamado “golpe de calor” que se caracteriza por una elevación incontrolada de la temperatura corporal, pudiendo causar lesiones en los tejidos. La elevación de la temperatura provoca una disfunción del sistema nervioso central y un fallo en el mecanismo normal de regulación térmica, acelerando el aumento de la temperatura corporal.

Cuando se produce un golpe de calor, la piel se calienta, se seca y cesa la sudoración; aparecen convulsiones, aumenta el ritmo respiratorio y cardíaco y si la temperatura corporal llega a ser superior a 40 °C aparecen las alteraciones de conciencia.

El calor es un peligro para la salud porque nuestro cuerpo, para funcionar con normalidad, necesita mantener invariable la temperatura en su interior en torno a los 37° C. Cuando ésta se supera se pueden producir daños a la salud.

2.4.5.1.- REACCIÓN DEL CUERPO HUMANO AL ESTRÉS TÉRMICO POR BAJAS TEMPERATURAS

En cuanto a la reacción del cuerpo humano ante el sometimiento al estrés térmico por bajas temperaturas; CORTÉS (2002) dice: El cuerpo humano, de sangre caliente, reacciona cuando se le somete a un ambiente térmico de frío intenso (contacto con agua muy fría, trabajos en cámaras frigoríficas industriales, etc.), produciéndose la hipotermia, puesta en manifiesto por una contracción de los vasos sanguíneos de la piel con el fin de evitar la pérdida de la temperatura basal. Como consecuencia de ello, los órganos más alejados del corazón, las extremidades, son los primeros en acusar la falta de riego sanguíneo, además de las partes más periféricas del cuerpo (nariz, orejas, mejillas) más susceptibles de sufrir congelación. (Pág. 455).

Otros síntomas siguen a la exposición prolongada al frío (dificultad en el habla, pérdida

de la memoria, pérdida de la destreza manual, shock e incluso la muerte).

El problema del estrés térmico resulta complejo por la variedad de factores que intervienen en el mismo.

Un aspecto importante lo constituye la selección de la ropa adecuada, ya que las ropas voluminosas dificultan el movimiento, debiendo tenerse en cuenta la evacuación de calor producido durante el trabajo y las condiciones de viento y humedad que normalmente acompañan a los ambientes fríos.

2.4.5.2.- REACCIÓN DEL CUERPO HUMANO AL ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR

La reacción de la persona ante un ambiente térmico no presenta una respuesta homogénea en todos los casos, ya que mientras para unos puede significar una simple molestia, en otros pueden presentarse unas manifestaciones concretas características del estrés térmico.

El aumento de la temperatura del ambiente provoca el aumento de la temperatura corporal de las personas. Cuando ésta aumenta, el cuerpo reacciona con la sudoración y la elevación del riego sanguíneo para facilitar la pérdida de calor por convección a través de la piel, que a su vez son causa de una serie de trastornos, tales como la pérdida de elementos básicos para el cuerpo (agua, sodio, potasio, etc.), motivada por la sudoración o la bajada de tensión provocada por la vasodilatación que puede dar lugar a que no llegue riego suficiente de sangre a órganos vitales del cuerpo como el cerebro, produciendo los típicos desmayos o lipotimias.

2.4.5.3- CONDICIONES AMBIENTALES

- **Temperatura del aire.** Es la temperatura que nos daría un termómetro de mercurio situado en el puesto de trabajo que ocupa la persona expuesta. Esta temperatura fija el intercambio de calor entre la piel y el aire circundante, de manera que si la

temperatura del ambiente es menor que la de la piel, ésta cederá calor y el cuerpo se refrescará. A este intercambio de calor se le llama “convección”.

- **Temperatura radiante.** Todos los cuerpos emiten o absorben calor en forma de radiaciones electromagnéticas en función de su temperatura, así la temperatura de la piel de un individuo es mayor que la temperatura radiante media de su entorno, ésta cederá calor al ambiente por radiación.
- **Humedad relativa.** El sudor se compone, en su mayor parte, de agua en estado líquido y para que pueda pasar a vapor es necesario que la concentración de vapor de agua en las inmediaciones de la piel sea mayor que la concentración de vapor de agua en el aire. Por eso, si la concentración en el aire es muy elevada no admite más cantidad de vapor, y por tanto, el sudor no se evapora disminuyendo así el confort térmico. La humedad relativa es una medida del agua que contiene el aire.
- **Corrientes del aire.** El intercambio de calor por convección, se ve favorecido por una mayor velocidad del aire que circunda al individuo.

2.4.5.4.- CONDICIONES INDIVIDUALES

- **Ropa de vestir.** Un factor muy importante es el vestido que modifica la interrelación entre el organismo y el medio al formar una frontera de transición entre ambos que amortigua o incrementa los efectos del ambiente térmico sobre la persona.

La ropa ejerce un apantallamiento protector ante el calor radiante del sol o del horno y en caso de frío limita el contacto de la piel con el aire frío, formando un colchón de aire caliente entre el frío y la piel, y limita la velocidad del aire frío sobre la piel. Las prendas de vestir pueden ser un obstáculo para que el organismo pueda deshacerse del calor generado como consecuencia de la actividad física.

- **Consumo metabólico durante el trabajo.** Cuando se lleva a cabo una tarea que requiere un determinado esfuerzo físico, el organismo utiliza la energía que tiene disponible.

Se puede estimar la energía que requiere cada actividad o esfuerzo. Así, un ejercicio intenso o trabajo pesado, requiere de una mayor energía o consumo metabólico, y eleva la temperatura corporal que, por períodos cortos de tiempo, no provoca daños y permite ser más eficiente al acelerar el metabolismo, pero por períodos más largos dará lugar a estrés térmico.

- **Sexo.** Por lo general las mujeres muestran mayores dificultades para soportar la sobrecarga calórica que los hombres. La menor capacidad cardiovascular de la mujer hace que se aclimate peor. Su temperatura de la piel, la capacidad evaporativa y su metabolismo son ligeramente inferiores de las de los hombres.
- **Edad.** Con la edad los mecanismos termorreguladores del organismo se hacen menos eficientes. La frecuencia cardíaca máxima y la capacidad de trabajo físico disminuyen, y la producción de calor metabólico correspondiente a una determinada cantidad de trabajo aumenta poco o nada con la edad.

2.4.6.- CONFORT TÉRMICO

MONDELO (2001) en su libro Confort y Estrés Térmico enuncia que: “El confort térmico puede definirse como la manifestación subjetiva de conformidad o satisfacción con el ambiente térmico existente”. Es evidente que, en un ambiente de trabajo, no se puede conseguir que la totalidad de los trabajadores se sientan confortables. Según estudios realizados, existe un 5% de los grupos de trabajo que muestran inconformidad con las condiciones ambientales de trabajo; el porcentaje aumenta según el incremento de la población.

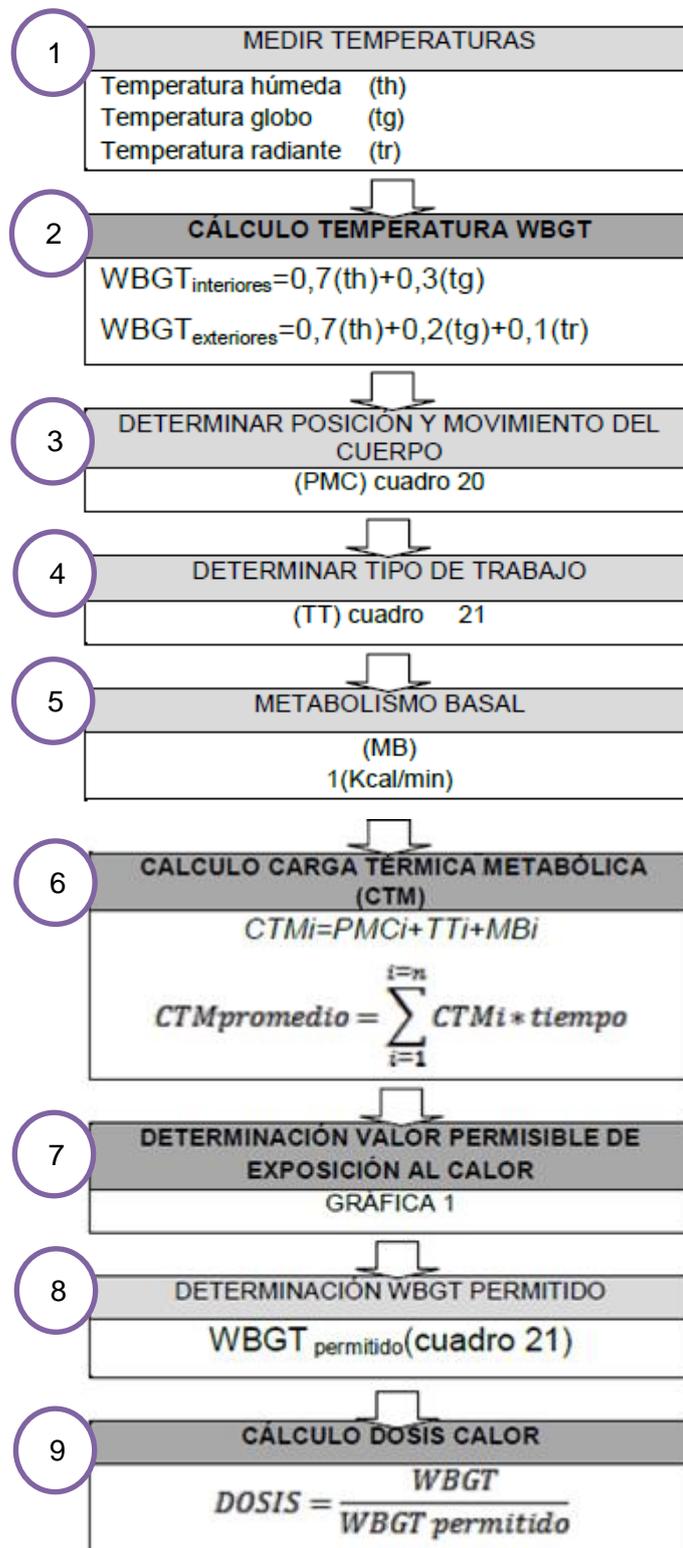
No se puede pensar que unas condiciones ambientales estables sería lo óptimo para la salud de una persona, ya que este, necesita adaptarse al medio, para estar entrenado para cualquier cambio en el ambiente, dentro de unos límites considerables.

Es importante resaltar que además de las variables ambientales tales como la temperatura, radiación y humedad como se describe en Calor Unilever Andina S.A. Ergosourcing: Ergonomía en movimiento. Manual de aplicación. Bogotá: Editorial Unilever, (2001): Existen otros factores que afectan la exposición al como el metabolismo, tipo de actividad y atuendo entre otras. (Pág.36).

Las condiciones térmicas se valoran las condiciones medias de exposición al calor y al frío, así como a las posibles alternancias y contrastes significativos. Para la valoración del confort por calor se determinó la temperatura WBGT, el Índice WBGT se utilizó por su sencillez para discriminar si es o no admisible la situación por estrés térmico. Las consideraciones de este método resultan de uso de equipos de medición y disminuye el error por fiabilidad de los métodos observativos. El Índice se calculó a partir de la combinación de los parámetros de temperatura:

- Temperatura Húmeda.
- Temperatura de Globo.
- Temperatura Radiante.

El proceso de cálculo a seguir para encontrar la dosis de calor para el sistema de trabajo se resume en el siguiente cuadro:



Cuadro 2.3. Cálculo de dosis de calor

(Fuente: NTP 322)

POSICIÓN Y MOVIMIENTO DEL CUERPO	VALOR (Kcal/min)
Sentado	0,3
De pie	0,6
Andando den terreno llano	2,0-3,0
Andando en pendiente	+0,8 por desnivel

Cuadro 2.4. Valores de posición y movimiento del cuerpo

(Fuente: NTP 322)

POSICIÓN Y MOVIMIENTO DEL CUERPO	VALOR MEDIO (Kcal/min)	VALOR LIMITE (Kcal/min)
Trabajo manual ligero	0,4	0,2-1,2
Trabajo manual pesado	0,9	0,7-2,5
Trabajo con un brazo ligero	1,0	0,7-2,5
Trabajo con un brazo pesado	1,8	0,7-2,5
Trabajo con dos brazos ligero	1,5	1,0-3,5
Trabajo con dos brazos pesado	2,5	1,0-3,5
Trabajo con el cuerpo ligero	3,5	2,5-1,5
Trabajo con el cuerpo moderado	5,0	2,5-1,5
Trabajo con el cuerpo pesado	7,0	2,5-1,5
Trabajo con el cuerpo muy pesado	9,0	2,5-1,5

Cuadro 2.5. Valores de consumo de energía de acuerdo al tipo de trabajo

(WBGT permitido)

(Fuente: NTP 323)

RÉGIMEN DE TRABAJO Y DESCANSO	TIPO DE TRABAJO		
	LIGERO (°C)	MODERADO (°C)	PESADO (°C)
Trabajo Continuo	30,0	26,7	25,0
75% trabajo y 25% descanso (hora)	30,6	28,0	25,9
50% trabajo y 50% descanso (hora)	31,4	29,4	27,9
25% trabajo y 75% descanso (hora)	32,2	31,1	30,0

Cuadro 2.6. Valores límites de temperatura de acuerdo al tipo y régimen de trabajo

(Fuente: NTP 323)

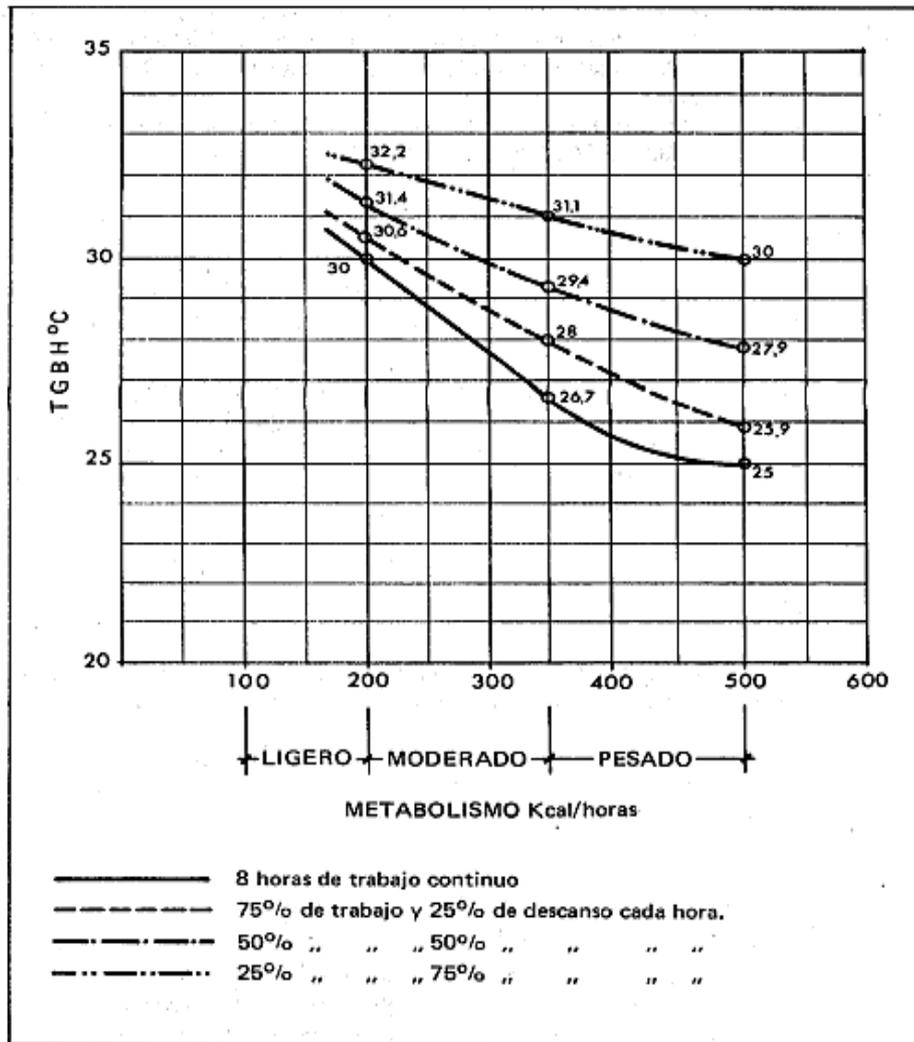


Gráfico 2.1. Valores permisibles de exposición al calor

(Fuente: NTP 323)

VALORACIÓN	1	2	3	4	5
	SATISFACTORIO	SATISFACTORIO	MOLESTIAS MEDIAS	PERTURBACIONES	NOCIVIDAD
PUNTUACIÓN	TOLERABLE	TOLERABLE PARCIALMENTE	MEDIO	INTOLERABLE PARCIALMENTE	INTOLERABLE
DOSIS CALOR	< 0,1	0,1-0,5	0,5-1	1-2	>2
RÉGIMEN DE TRABAJO RECOMENDADO			% TRABAJO	%DESCANSO	

Cuadro 2.7. Puntuación condiciones térmicas WBGT

(Fuente: Córdova M. Tesis: Tesis en opción al Grado Académico de Magister en Seguridad y Prevención de Riesgos de Trabajo).

2.4.7.- GASTO ENERGÉTICO

Una persona puede adaptarse al calor de dos diferentes maneras: por medio de la sudoración y asimismo por la aclimatación. El segundo, permite una tolerancia más alta para que el individuo permanezca en ambientes de temperaturas más altas por más tiempo. A continuación se muestra una tabla con la escala de la temperatura corporal:

TEMPERATURA °C	SÍNTOMA
44	Golpe de calor
42	Convulsiones, coma
41	Piel caliente y seca
40	Hiperpirexia
38	Intervalo aproximado de temperatura normal
36	
34	Sensación de frío
33	Hipotermia
32	Bradycardia, hipotensión
30	Somnolencia, apatía
28	Musculatura rígida
26	Parada cardíaca, fibrilación

Cuadro 2.8. Intervalo de temperatura del cuerpo humano

(Fuente: Sánchez M.- Foreno S. Tesis: Condiciones de trabajo conductores Colombia).

Por cada grado centígrado de incremento de la temperatura interna, la frecuencia cardíaca se incrementa unas 10 pulsaciones por minuto. A partir de 41°C disminuye al decaer la eficiencia cardíaca. Cuando se habla de estrés térmico es necesario determinar los factores que pueden incidir en el balance térmico y analizar el intercambio que se dé entre la persona y el medio en el cual se desempeña.

En el proceso metabólico (M) inciden tres factores: la posición del cuerpo, la clase de trabajo y la temperatura externa en el ambiente de trabajo. A continuación se muestra la tabla que determina los valores permisibles según la clasificación de la norma ISO 7243.

Intensidad	Metabolismo (W/m ²)
Descanso	<65
Ligero	66-130
Moderado	131-200
Pesado	201-260
Muy pesado	>260

Cuadro 2.9. Estimación del metabolismo según la intensidad de trabajo

(Fuente: Estrés térmico estándar ISO 7243 y su aplicación global).

2.4.7.1.- MEDICIÓN DEL GASTO ENERGÉTICO

Existen dos métodos para medir el consumo energético: por calometría directa y por calometría indirecta. El primero, mide el calor que genera el organismo utilizando un calorímetro (cámara preparada con las condiciones micro-climáticas) y el segundo método se efectúa mediante el control de alimentos, medición del consumo de oxígeno y la medición de la frecuencia cardiaca.

A continuación se muestra la tabla donde se referencia los valores máximos del WBGT según el metabolismo. El metabolismo se halla por medio de la tabla de estimación del metabolismo según la intensidad de trabajo.

Metabolismo (W/m ²)	VALORES MÁXIMOS WBGT			
	Personas aclimatadas (C°)		Personas no aclimatadas (C°)	
M<65	33		32	
65<M<130	30		29	
130<M<200	28		26	
200<M<260	Movimiento aire no sensible	Movimiento aire sensible	Movimiento aire no sensible	Movimiento aire sensible
	25	26	22	23
>260	23	25	18	20

Valores de referencia de WBGT ISO 7243

Cuadro 2.10. Valores máximos de WBGT según el metabolismo

(Fuente: Sánchez M.- Foreno S. Tesis: Condiciones de trabajo conductores Colombia).

2.4.7.2.- HUMEDAD RELATIVA

Por otra parte, para hallar la humedad relativa, se utiliza la temperatura seca (C°) y la temperatura húmeda (C°). Por medio de un diagrama psicrométrico se relacionan estas dos temperaturas para determinar la humedad. A continuación se muestra el diagrama y una tabla para estimar la humedad a partir de la t_a y la t_{bh} .

		Diferencia entre temperatura seca y temperatura húmeda																		
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Temperatura seca	10	100	88	76	65	54	43	33	24	15										
	11	100	88	76	66	55	45	35	27	18										
	12	100	89	77	66	56	47	38	29	20	11									
	13	100	89	78	67	58	49	40	32	23	15									
	14	100	90	79	68	59	50	42	34	26	18	10								
	15	100	90	79	69	60	51	43	36	28	20	14								
	16	100	90	80	70	61	53	44	37	30	22	16	10							
	17	100	91	80	71	63	54	46	38	32	24	18	12							
	18	100	91	81	71	63	55	48	39	33	26	20	14							
	19	100	91	81	72	64	56	49	41	34	28	22	16	10						
	20	100	92	82	73	64	57	50	43	36	30	24	18	12						
	21	100	92	82	74	65	58	52	45	38	32	26	20	14						
	22	100	92	83	74	66	60	53	46	39	34	28	22	16	11					
	23	100	92	83	75	67	61	55	48	41	35	30	23	18	13					
	24	100	92	83	75	68	62	56	50	42	36	31	25	20	15	10				
	25	100	92	84	76	69	63	57	51	44	38	32	27	22	17	12				
	26	100	93	84	76	70	63	57	52	45	39	34	28	24	19	14				
	27	100	93	85	77	71	64	58	52	47	41	36	30	25	21	16	11			
	28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37	32	27	23	18	13			
	29	100	93	85	79	72	66	60	54	49	43	38	33	29	24	20	15	11		
	30	100	93	86	79	73	66	60	55	50	45	40	35	31	26	21	16	12		
	31	100	93	86	79	73	67	61	56	51	46	41	36	32	27	22	18	14	10	
	32	100	93	86	80	74	68	62	56	52	47	42	37	33	28	23	19	15	12	
	33	100	93	86	80	74	68	63	57	52	47	43	38	34	29	25	21	17	14	
	34	100	94	87	80	75	69	64	58	53	48	43	38	35	30	26	22	18	16	
	35	100	94	87	81	75	70	64	58	53	48	44	39	36	31	27	23	20	18	
	36	100	94	87	81	75	70	65	59	54	49	45	40	37	32	29	25	22	19	
	37	100	94	87	82	76	71	65	60	55	50	46	41	38	33	30	26	23	20	
	38	100	94	87	82	76	71	66	61	56	51	47	42	38	34	31	27	24	21	
	39	100	94	88	82	76	72	66	62	57	52	48	43	39	35	32	28	25	22	
	40	100	94	88	82	77	72	67	63	58	53	49	44	39	35	32	29	26	23	

Tabla 2.1. Estimación de la humedad a partir de la temperatura seca y temperatura húmeda

(Fuente: Sánchez M.- Foreno S. Tesis: Condiciones de trabajo conductores Colombia).

2.4.8.- VALORACIÓN DEL CONFORT TÉRMICO

Cada día cobra más importancia la valoración del confort térmico por la relevancia que tiene sobre la salud de los trabajadores.

VARIABLES	VALORES
TEMPERATURA	De 17 a 27° C para trabajos sedentarios De 14 a 25° C para trabajos ligeros
HUMEDAD	Del 30% al 70% Del 50% al 70% si hay riesgos por electricidad estática
VELOCIDAD DEL AIRE	0,25 m/s para trabajo en ambientes no calurosos 0,50 m/s para trabajos sedentarios en ambientes calurosos 0,75 m/s para trabajos no sedentarios en ambientes calurosos

Cuadro 2.11. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo- Colombia

(Fuente: Sánchez M.- Foreno S. Tesis: Condiciones de trabajo conductores Colombia).

Las siguientes tablas hacen diferencia entre la temperatura de invierno y la de verano.

ESTACIÓN	T° MÍNIMA	T° MÁXIMA
INVIERNO	19°C	20°C
VERANO	21°C	26°C

Cuadro 2.12. Intervalo óptimo de temperatura en actividades sedentarias

(Fuente: Sánchez M.- Foreno S. Tesis: Condiciones de trabajo conductores Colombia).

ESTACIÓN	T° MÍNIMA	T° MÁXIMA	HR	Var
INVIERNO	20°C	21°C	>30%	<0,2 m/s
VERANO	20°C	24°C	40-60%	0,2 m/s

Cuadro 2.13. Intervalo óptimo de temperaturas en actividades sedentarias (Grandjean)

(Fuente: Sánchez M.- Foreno S. Tesis: Condiciones de trabajo conductores Colombia).

Existen seis métodos para determinar el confort y el estrés térmico:

1. Método Fanger.
2. Método del índice de sobrecarga calórica (ISC).
3. Método del índice de temperatura de globo y bulbo húmedo (WBGT).
4. Método del índice de sudoración requerida (Swreq).

5. Método del índice del aislamiento del vestido requerido (IREQ).
6. Método del índice de viento frío.

Para efectos de estudio se tendrán en cuenta el método Fanger y el método WBGT, dada las exposiciones, el ambiente en el que se va a realizar el estudio y las valoraciones que se requieren para la investigación.

Una vez que se tienen las mediciones de temperatura de globo, bulbo húmedo y seco, se puede hallar WBGT (Wet Bulb Globe Temperature). Este índice fue planteado por Yaglou & Minard durante los años 50 y hoy en día sirve como criterio internacional por la ISO 7243, debido a su simplicidad en las mediciones, cálculo e interpretación de los datos.

P.O Fanger, por su parte plantea las curvas de confort donde relaciona las condiciones de temperatura y humedad más adecuadas para el trabajo.

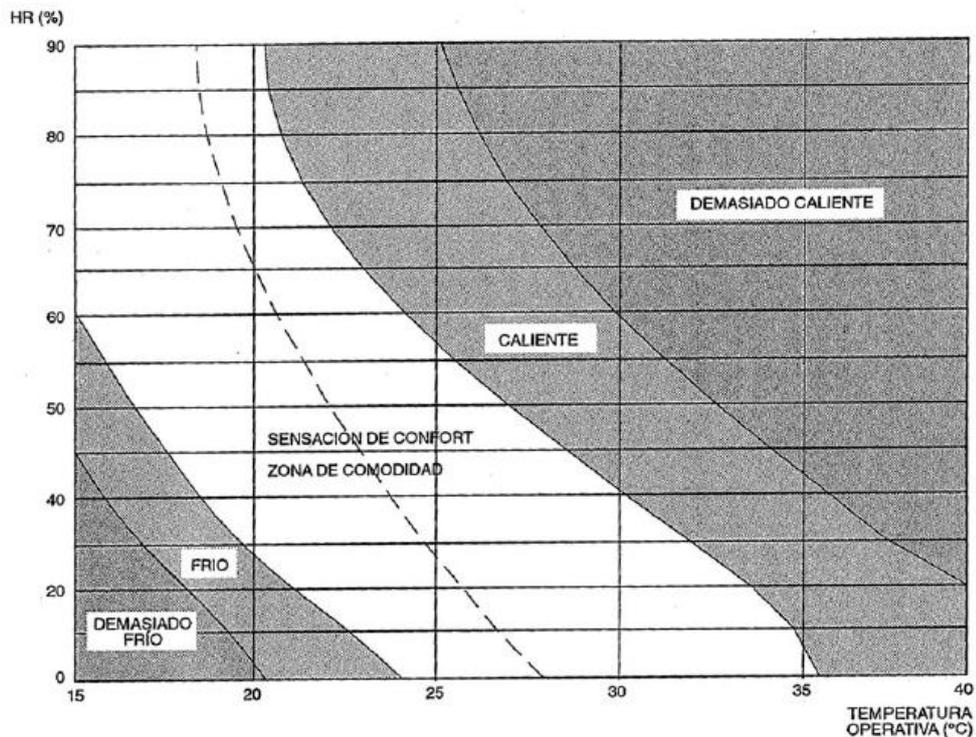


Gráfico 2.2. Curva de confort (P.O Fanger)

(Fuente: NTP 323)

2.4.9.- CHASIS VOLKSWAGEN 17210

El chasis homologado en el Ecuador para transporte de pasajeros en las distintas modalidades, con un motor MWM 6.10 TCA Turbo Intercooler/Euro II, cilindrada de 6 en línea / 6.449 cm³ y una potencia de 210 hp. Por sus características de potencia, dimensiones y velocidad es apropiado para el carrozado de buses urbanos.



Figura 2.5. Chasis Volkswagen 17210-OD

(Fuente: Catalogo Autec)

Este modelo de chasis tiene el motor delantero sobre el bastidor siendo este de tipo Plano con largueros rectos de perfil constante, remachado y atornillado, construido de material LNE 38 Acero y un módulo seccional de 219 cm³.



Fotografía 2.1. Motor de chasis Volkswagen 17210-OD

(Fuente: El Autor)



Fotografía 2.2. Ubicación de Turbo Motor de chasis Volkswagen 17210-OD

(Fuente: El autor)

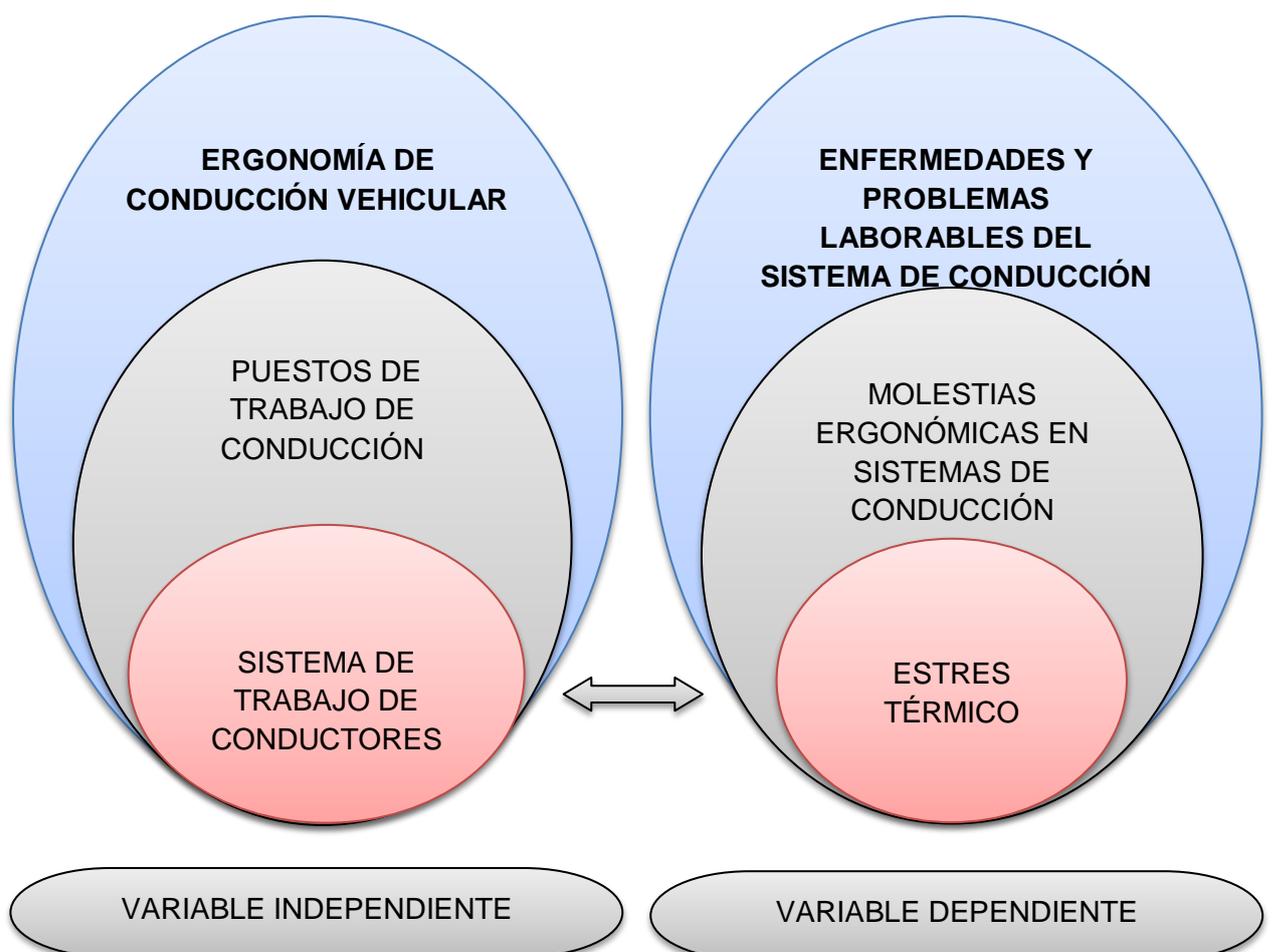
Una de las desventajas que se ha encontrado en el chasis VWG 17210, es la ubicación del turbo motor, este se encuentra junto al motor en el lateral izquierdo (según ubicación del chofer). Esto contribuye a que si no se aísla esta zona correctamente, genera un malestar por calentamiento en las piernas y pies del conductor. La investigación se focalizará en el sistema de trabajo del chofer, específicamente en la temperatura de su ambiente (puesto de trabajo).



Fotografía 2.3. Habitáculo de chofer Bus Tipo IMCE

(Fuente: El autor)

2.5.- CATEGORÍAS FUNDAMENTALES



2.6.- HIPÓTESIS

El desarrollo de medidas de control al sistema de trabajo de conductor de bus tipo Volkswagen 17210 de la carrocería modelo Orión marca IMCE mejorará el confort térmico y metabólico.

2.7.- SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.7.1.- VARIABLE INDEPENDIENTE

Gasto metabólico y la temperatura WBGT.

2.7.2.- VARIABLE DEPENDIENTE

Estrés térmico

2.7.3.- TÉRMINO DE RELACIÓN

Mejorará.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1.- ENFOQUE INVESTIGATIVO

La presente investigación tendrá un enfoque cuanti-cualitativo, debido a que utilizará técnicas cualitativas y cuantitativas buscando la comprensión de los fenómenos físicos y biofísicos involucrados en el sistema de trabajo planteado en la hipótesis; y así permitir la solución de la temática de esta investigación.

Tanto para el estudio y análisis cuanti-cualitativo, tendrá como fuentes a libros, tesis, artículos, normas y notas técnicas en el área de la ergonomía y su diseño, que permitirán desarrollar una metodología encaminada de forma correcta a satisfacer los requerimientos del estudio, para una toma de decisiones reales aplicables.

3.2.- MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación tiene un diseño basado en las modalidades de investigación siguientes:

3.2.1.- BIBLIOGRÁFICA

Por el campo aplicativo del presente estudio, se requiere de una modalidad de investigación bibliográfica para su profundización y desarrollo. El propósito de este tipo de investigación es conocer, comparar, ampliar, profundizar y deducir diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre una cuestión determinada.

3.2.2.- DE CAMPO

Ya que los datos y la información recogida en el sistema de trabajo del conductor se los tomará en las labores diarias de sus recorridos.

3.2.3.- APLICADA

Debido a que los resultados de ésta investigación se utilizarán para la solución de la problemática existente.

3.3.- NIVELES DE LA 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.

Tal es este caso de estudio donde se explorará todo el sistema de trabajo de un conductor para analizar su situación actual e identificar factores negativos para su discomfort térmico.

3.3.2.- INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA

Es el tipo de investigación concluyente que describe generalmente las características o funciones del problema en cuestión, es decir, cómo es y cómo se manifiestan determinados fenómenos. El análisis ergonómico térmico del sistema de trabajo de los conductores empleará este tipo de investigación para describir la función que cada variable afecta a dicho sistema.

3.3.3.- INVESTIGACIÓN CORRELACIONAL

Tiene como propósito medir el grado de relación que exista entre dos o más conceptos o variables, que en el caso de nuestra investigación nos servirá para correlacionar la situación actual con estándares normativos de confort y proponer una propuesta de solución.

3.4.- POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1.- POBLACIÓN

La población que hace referencia este estudio, engloba a todos los clientes que actualmente se ha conseguido con la venta del modelo de carrocería tipo Orión marca IMCE; que al ser un modelo de reciente creación (2011-2012) tiene una población en crecimiento de clientes como se describe en el siguiente cuadro:

CIUDAD	COOPERATIVA/COMPAÑÍA	UNIDADES VENDIDAS
QUITO	TRANSPLANETA	10
	COLECTRANS	2
STO. DOMINGO	TRANSMETRO	2
	TRANSTSACHILA	15
LOJA	24 DE MAYO	4
CUENCA	CUENCANA	3
GUAYAQUIL	NUEVO ECUADOR	2
QUEVEDO	QUEVEDO	1
BABAHOYO	SANTA RITA	1
TOTAL		40

Cuadro 3.1. Población de clientes de modelo de carrocería Orión IMCE

(Fuente: Cristian Pérez Salinas).

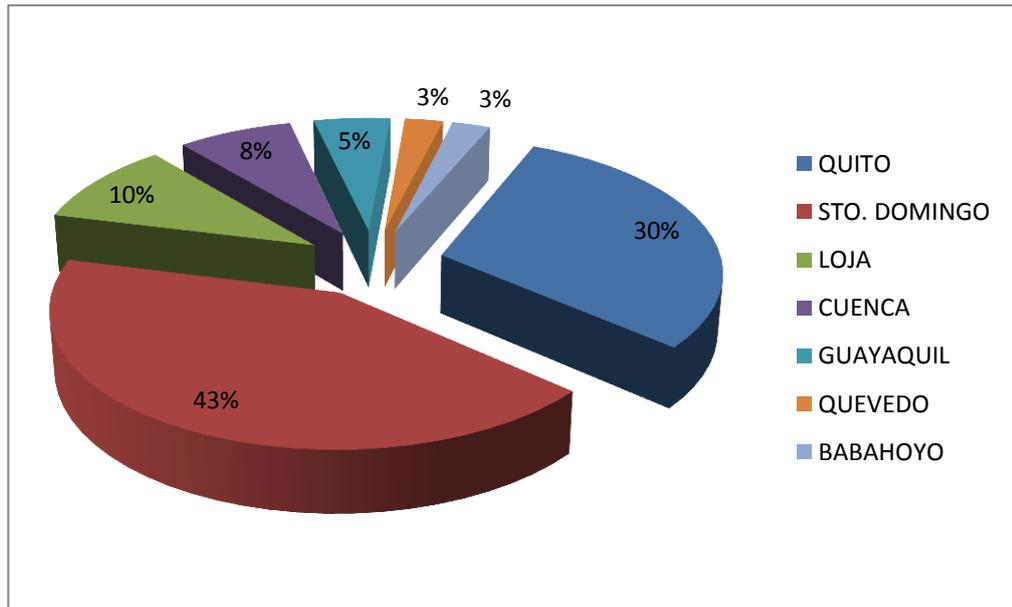


Gráfico 2.3. Porcentaje de clientes de modelo de carrocería Orión IMCE

(Fuente: Cristian Pérez Salinas).

Se realizó un estudio de casos a profundidad al puesto de trabajo del conductor. Consideramos puesto a una actividad específica con funciones y responsabilidades determinadas en el Art.9. Del Código de Trabajo. En este caso los conductores tienen las mismas funciones y responsabilidades en sus respectivos puestos. En el caso del modelo bus tipo Orión marca IMCE, las condiciones de la ejecución de las tareas de los puestos de trabajo son idénticas; es decir el mismo ambiente, herramienta, actividad y condiciones. Esto último tomando en cuenta cada ciudad en particular.

El número de casos se calculó tomando en cuenta el 10% de los conductores de la población total de clientes en sus unidades; que realizan la actividad continua y no son conductores eventuales. Esto quiere decir que se analizará un número de 4 casos.

3.4.2.- MUESTRA

No se tiene muestra porque es un estudio de casos por puesto.

3.5.- OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.5.1.- VARIABLE INDEPENDIENTE

Gasto metabólico y la temperatura WBGT

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍNDICE	TÉCNICA E INSTRUMENTOS
<p>El gasto metabólico (energético) total diario es la relación entre el consumo de energía por las actividades diarias y la energía necesaria por el organismo.</p> <p>La temperatura WBGT es la temperatura o valor ponderado de los valores de temperatura medidos mediante instrumentos con los cuales se define un índice rápido y poco subjetivo.</p>	<p>Actividad laboral.</p> <p>Entorno de trabajo.</p>	<p>Riesgos de estrés térmico</p> <p>Por determinación WBGT permitido.</p> <p>Mediciones de parámetros de temperatura.</p>	<p>El índice WBGT.</p> <p>Temperatura Húmeda.</p> <p>Temperatura de Globo.</p> <p>Temperatura Radiante.</p>	<p>Observación directa</p> <p>Evaluación con métodos ergonómicos específicos y cálculos normalizados.</p> <p>Mediciones instrumentales,</p> <p>Datos Estadísticos</p>

3.5.2.- VARIABLE DEPENDIENTE

Estrés térmico

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍNDICE	TÉCNICA E INSTRUMENTOS
Estrés térmico se define como la carga de calor que los trabajadores reciben y acumulan en su cuerpo que resulta de la interacción entre las condiciones ambientales del lugar de trabajo, la actividad física que se realiza y la ropa que se lleva.	Actividad laboral	Límites y dosis recomendados por actividad de: Monotonía, repetitividad, posiciones forzadas, carga mental.	Carga de trabajo Periodos de descanso. Actividad de trabajo.	Observación directa. Evaluación con métodos ergonómicos específicos.
	Entorno de trabajo	Límites y dosis recomendados por temperatura	Temperatura ambiente. Temperatura corporal.	Observación directa. Medición equipos y dispositivos especializados.

3.6.- RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

3.6.1.- TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Se utilizará técnicas para la recolección de la información tales como la observación directa, ya que se requiere observar y analizar la información del sistema estudiado para obtener datos ergonómicos. También se aplicarán métodos ergonómicos específicos normalizados para la obtención de información y datos para cálculos y comparación con tablas normalizadas.

Por otro lado se realizarán mediciones con equipos especializados para la obtención de las diferentes temperaturas y demás propiedades que intervienen en la valoración del confort térmico.

3.7.- PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

Para el estudio del gasto metabólico y la temperatura WBGT en el sistema de trabajo de conductor de bus tipo Volkswagen 17210 de la carrocería modelo Orión marca IMCE, se seguirán los siguientes puntos para la recolección, procesamiento y análisis de la información como se describe a continuación:

- Revisión y selección de la información más importante y puntual; tanto bibliográfica, normativa y notas técnicas.
- Diseño de tablas de recolección de datos y su procesamiento.
- Toma de datos IN-SITU, sobre temperaturas, humedad, etc., para la valoración de estrés térmico.
- Determinación del gasto metabólico para el sistema en estudio.
- Valoración de la monotonía repetitiva, del sistema de trabajo del conductor.
- Valoración de los turnos, horarios, pausas, del sistema de trabajo del conductor.
- Valoración estrés térmico del sistema de trabajo del conductor.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1.1- PROCESO PROPUESTO PARA EL ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para encaminar el análisis e interpretación de los resultados se propone el siguiente proceso descrito:

1. Los análisis previos al estudio del gasto metabólico y la temperatura WGTB, correspondientes al ambiente laboral y su medio.
2. El análisis e interpretación de resultados de mediciones de la temperatura WGTB y el cálculo del gasto metabólico.
3. Análisis de dosis de calor.
4. Planteamiento de posibles soluciones.

4.1.1.1.- ANÁLISIS PREVIO AL ESTUDIO DEL GASTO METABÓLICO Y LA TEMPERATURA WGTB, CORRESPONDIENTES AL AMBIENTE LABORAL Y SU MEDIO

El Bus de servicio Urbano Tipo modelo Orión Marca IMCE, que en adelante se describirá solamente como bus Orión, tiene dos años rodando por todo el país siendo las mayores poblaciones de clientes las ciudades de: Quito, Santo Domingo y Babahoyo; siendo dichas ciudades las analizadas para el estudio presente.

La población de choferes por ciudades permite tener la noción cuantificada de clientes y posibles clientes que utilizarán las Unidades Orión marca IMCE.

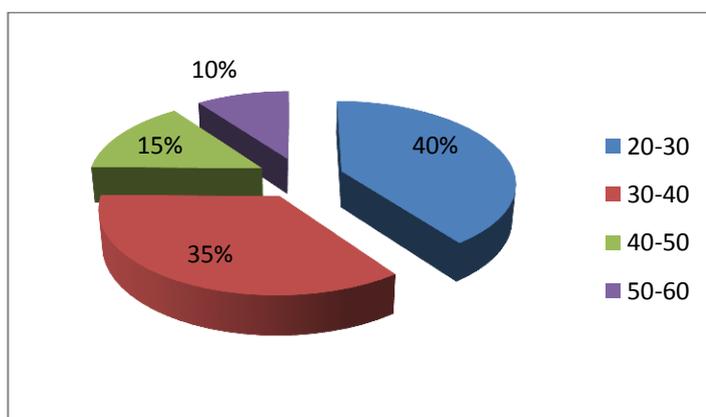
ÍTEM	COMPAÑÍA	NÚMERO DE CHOFERES	CIUDAD
1	TRANSPLANETA	64	QUITO
2	TRANSMETRO	93	SANTO DOMINGO
3	SANTA RITA	33	BABAHOYO
TOTAL		190	

Cuadro 4.1. Población de choferes por ciudades de clientes y posibles clientes que utilizarán las Unidades Orión marca IMCE
(Fuente: Compañías Tabuladas)

4.1.1.2.- ASPECTOS GENERALES DE LOS CONDUCTORES GLOBALES

Para la determinación del gasto metabólico, la edad es un factor importante para su determinación, por tanto:

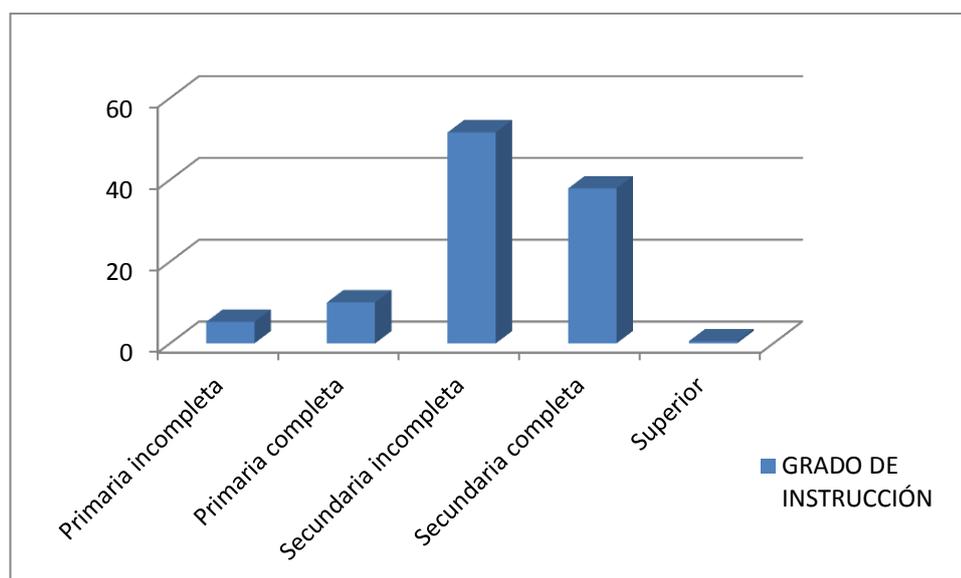
ÍTEM	EDAD	NÚMERO DE CHOFERES	PORCENTAJE
1	20-30	76	40
2	30-40	67	35
3	40-50	28	15
4	50-60	19	10
TOTAL		190	100



Cuadro 4.2. Distribución de los trabajadores según la edad, unificada de las compañías estudiadas
(Fuente: Compañías Tabuladas)

De la muestra estudiada se observa que el 40% de los conductores son menores de 30 años y un 35% tienen edades comprendidas entre 30 y 40 años, lo que implica que la gran cantidad de estos trabajadores son individuos jóvenes. Un pequeño porcentaje con el 15% es mayor de 40 a 50 años, el resto con el 10% tienen edades comprendidas entre 50 a 60 años. Este porcentaje último se debe a que un grupo importante de socios de las compañías son de edad avanzada y son varios de ellos quienes manejan sus propias unidades y alternan con choferes jóvenes contratados.

ÍTEM	GRADO DE INSTRUCCIÓN	NÚMERO DE TRABAJADORES	PORCENTAJE
1	Primaria incompleta	10	5
2	Primaria completa	19	10
3	Secundaria incompleta	98	52
4	Secundaria completa	72	38
5	Superior	1	1
TOTAL		190	100



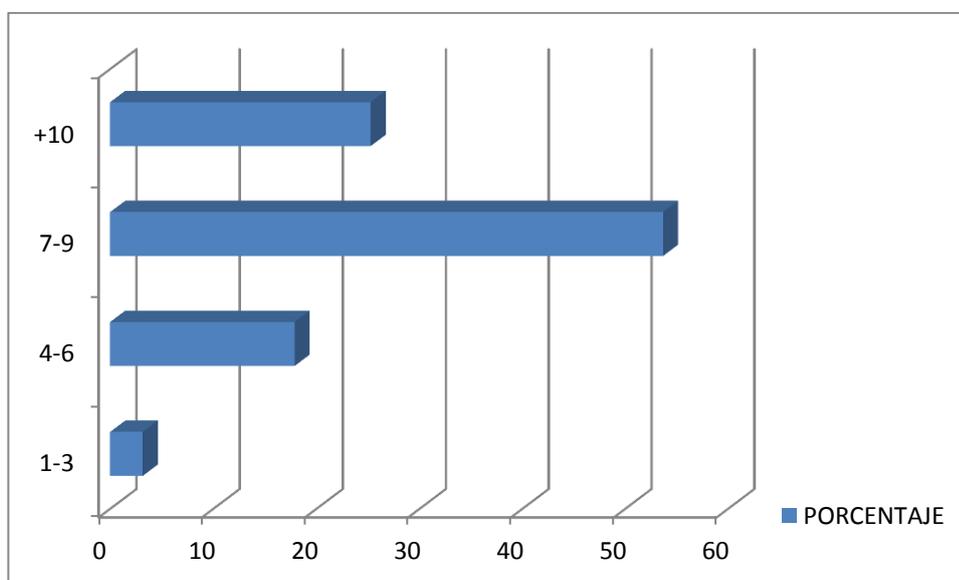
Cuadro 4.3. Distribución de los trabajadores según la instrucción o nivel de estudio, en población global de compañías estudiadas

(Fuente: Compañías Tabuladas)

La mayoría de conductores (52%) no ha culminado la secundaria. Un número importante de los mismos (38%) son bachilleres. sólo el (10%) de los choferes han culminado la primaria y el (5%) no lo ha terminado, esto se justifica porque muchos de

ellos se dedican al negocio y a la conducción desde temprana edad una vez culminados sus estudios medios y obtenida su licencia; por esta razón, solo el (1%) son personas con estudios superiores. Esto es importante tomar en cuenta a la hora de la capacitación sobre la forma de cuidar su salud psicomotriz.

ÍTEM	AÑOS DE EXPERIENCIA	NÚMERO DE TRABAJADORES	PORCENTAJE
1	1-3	6	3
2	4-6	34	18
3	7-9	102	54
4	+10	48	25
TOTAL		190	100



Cuadro 4.4. Distribución de los trabajadores según la experiencia de conducción de buses automotores, en población global de compañías estudiadas

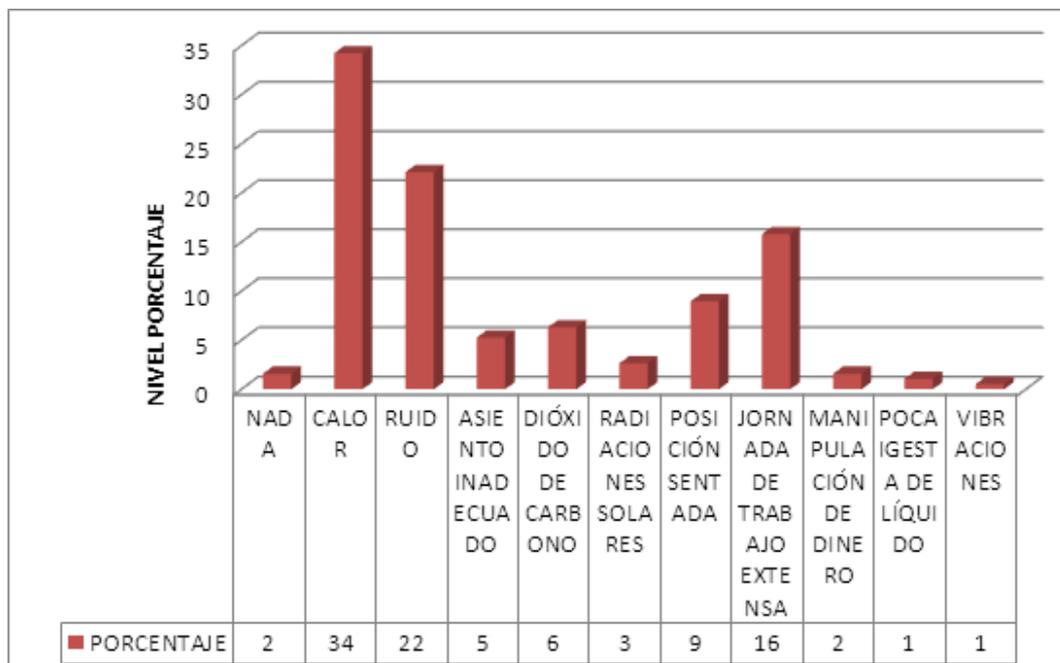
(Fuente: Compañías Tabuladas)

De la muestra estudiada se puede afirmar que un porcentaje considerable de conductores, el 54% tiene más de 4 años de experiencia en la conducción de vehículos automotores. Muy poco son trabajadores que tiene menos de 1 a 3 años de experiencia.

Esto permite afirmar que la aclimatización de los conductores al ambiente de trabajo de la ciudad en particular es muy buena, y mayormente al ambiente del interior del

vehículo. Además conocen muy bien el funcionamiento de marcas de vehículos y sus cuidados.

PROCESOS PELIGROSOS	NÚMERO DE CHOFERES	PORCENTAJE
NADA	3	2
CALOR	65	34
RUIDO	42	22
ASIENTO INADECUADO	10	5
DIÓXIDO DE CARBONO	12	6
RADIACIONES SOLARES	5	3
POSICIÓN SENTADA	17	9
JORNADA DE TRABAJO EXTENSA	30	16
MANIPULACIÓN DE DINERO	3	2
POCA IGESTA DE LÍQUIDO	2	1
VIBRACIONES	1	1
TOTAL	190	100



Cuadro 4.5. Distribución de los conductores según la percepción de factores negativos para la salud, en población global de compañías estudiadas

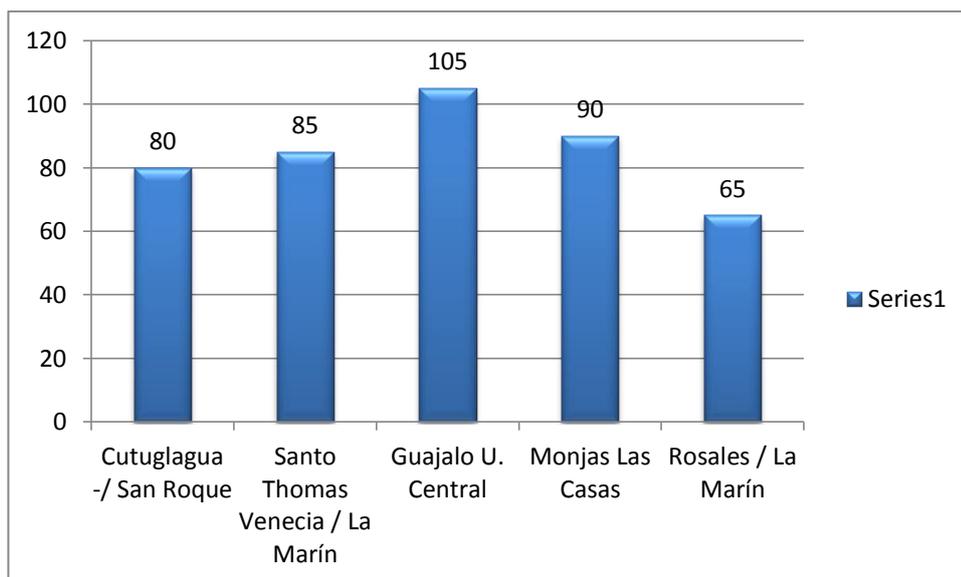
(Fuente: Compañías Tabuladas)

Del total de la muestra analizada, el 34% percibió el calor como peligro de salud. En segundo lugar con un 22% percibió el ruido. El tercer lugar lo ocupa la jornada de trabajo extensa fue percibida como peligrosa para la salud por un 16% de la muestra, en cuarto lugar con un 9% dice que la posición sentada es un peligro identificado por los choferes para su salud, como quinto rango tenemos con un 6% al dióxido de carbono como contaminante que afecta directamente a la salud de choferes y usuarios; cabe resaltar que la mayor opinión se dio en la ciudad de Quito. La posición sentada es el peligro sexto para los choferes para el impacto negativo de la salud, de aquí las radiaciones solares y la manipulación de dinero con el 2%, son afectaciones pequeñas. Un pequeño porcentaje 1% consideró la poca ingesta de líquido como peligroso y las vibraciones. Llama la atención que un 2% de los conductores no perciben procesos peligrosos para la salud en un medio ambiente de trabajo. Este resultado respalda al calor como principal factor de afectación negativa a la salud de los choferes; por tanto, es determinante a la hora de proponer su atenuación.

4.1.1.3.- ASPECTOS GENERALES DE LAS RUTAS DE TRABAJO POR CIUDAD

Como se indicó anteriormente, a más de las condiciones meteorológicas ambientales, hay otros aspectos que influyen las condiciones de trabajo al cual se somete un chofer; estas son la congestión, número de pasajeros que lleva, duración de las rutas. Estos tres aspectos son esenciales a la hora de efectuar una evaluación en condiciones críticas; por tanto, se muestran por ciudad las siguientes: (La base de esta investigación puntual se realizó con los coordinadores de rutas de las diferentes compañías citadas).

RUTAS MAYORMENTE CUBIERTAS	TIEMPO DE RUTA (MÍN)	CONGESTIÓN VIAL			FLUJO DE PASAJEROS PROMEDIO		
		INTENSA	MEDIA	FLUIDA	LLENO	MEDIO	POCO
Cutuglagua / San Roque	80		X			X	
Santo Thomas Venecia / La Marín	85	X			X		
Guajaló U. Central	105	X			X		
Monjas Las Casas	90		X			X	
Rosales / La Marín	65		X			X	



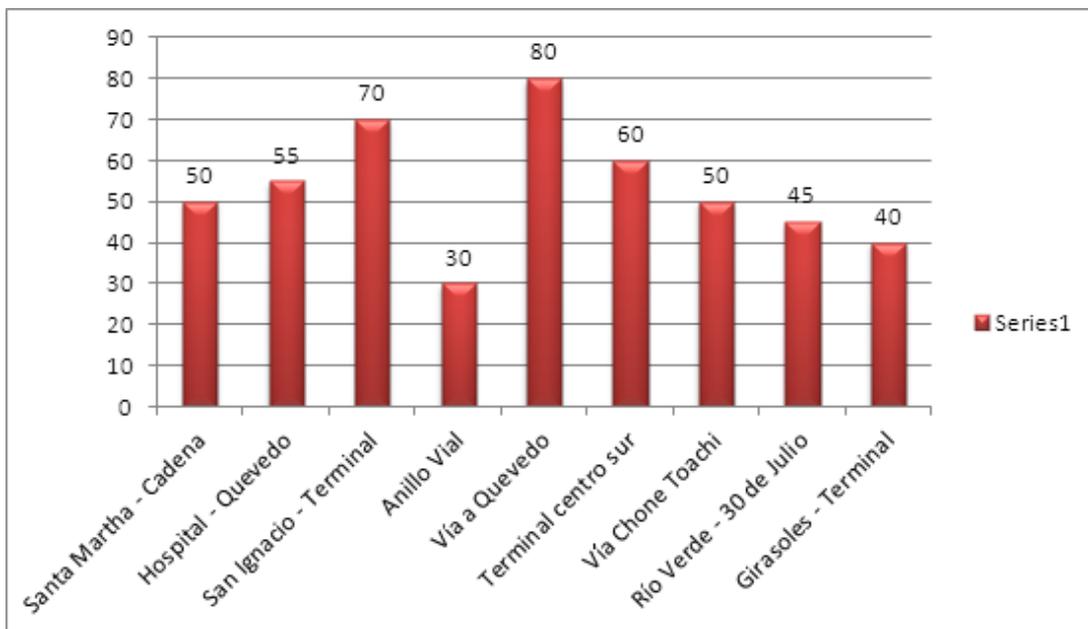
Cuadro 4.6. Tiempo de rutas mayormente cubiertas por la Compañía Transplaneta de la ciudad de Quito, su congestión y flujo de pasajeros

(Fuente: Cía. Trasplaneta ciudad de Quito)

De los datos obtenidos la ruta crítica cubierta por la compañía señalada es la Guajaló – Universidad Central, en ella el congestionamiento vial es intenso en horas pico y el flujo de pasajeros en la ruta es mayor, por la razón que la población estudiantil y trabajadora de estos sectores utilizan en su gran mayoría dicha ruta para llegar a sus actividades desde sus hogares.

La ruta crítica se asume en este caso de estudio particular como la suma de los tres factores: tiempo, congestión vial y flujo de pasajeros que mayor intensidad posea.

RUTAS MAYORMENTE CUBIERTAS	TIEMPO DE RUTA (MÍN)	CONGESTIÓN VIAL			FLUJO DE PASAJEROS PROMEDIO		
		INTENSA	MEDIA	FLUIDA	LENO	MEDIO	POCO
Santa Martha - Cadena	50			X			X
Hospital - Quevedo	55		X			X	
San Ignacio - Terminal	70	X				X	
Anillo Vial	30		X			X	
Vía a Quevedo	80			X	X		
Terminal centro sur	60	X			X		
Vía Chone Toachi	50			X		X	
Río Verde - 30 de Julio	45		X			X	
Girasoles - Terminal	40		X			X	

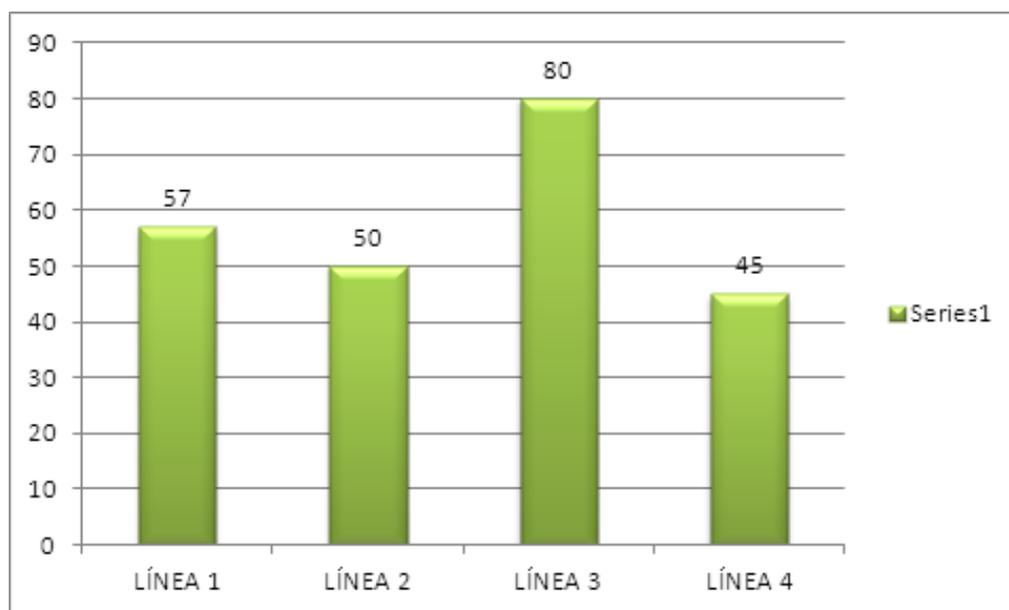


Cuadro 4.7. Tiempo de rutas mayormente cubiertas por la Compañía Transmetro de la ciudad de Santo Domingo, su congestión y flujo de pasajeros
(Fuente: Cía. Trasnmetro ciudad de Santo Domingo)

En la ciudad de Santo Domingo, de las rutas usuales, la más crítica se considera la ruta: Terminal-Centro-Sur, ya que traspasa casi por completo la ciudad, pasando por la zona céntrica comercial; en tal virtud la congestión es común en estas zonas y el flujo de pasajeros es intenso en la mayoría del horario laboral, esta consideración deja a un lado las dos rutas con mayor tiempo de recorrido como son las: San Ignacio – Terminal (70 minutos duración) y la ruta Vía Quevedo; esta última siendo la de mayor tiempo es la más fluida.

El factor tiempo no es un factor de mayor impacto, sin que la congestión y flujo de pasajeros lo acompañe; cuando los tres factores son intensificados, afecta psicosocialmente y necesita un gasto físico considerable para llevar a cabo las actividades de conducción.

RUTAS MAYORMENTE CUBIERTAS	TIEMPO DE RUTA (MÍN)	CONGESTIÓN VIAL			FLUJO DE PASAJEROS PROMEDIO		
		INTENSA	MEDIA	FLUIDA	LLENO	MEDIO	POCO
LÍNEA 1	57		X			X	
LÍNEA 2	50		X		X		
LÍNEA 3	80	X			X		
LÍNEA 4	45			X		X	



Cuadro 4.8. Tiempo de rutas mayormente cubiertas por la Compañía Santa Rita ciudad de Babahoyo, su congestión y flujo de pasajeros
(Fuente: Cía. Sta. Rita ciudad de Babahoyo)

Babahoyo es una ciudad relativamente pequeña en comparación a las estudiadas, refiriéndose a la conglomeración de personas. La compañía Santa Rita maneja sus rutas por líneas y se identifica a la LÍNEA 3 como la de mayor impacto psicosocial para el conductor; así como de mayor esfuerzo físico requerido para la realización de actividades de la conducción.

Al requerir mayor esfuerzo físico, estamos aseverando que el gasto metabólico para efectuar dichas actividades es mayor. Esto es importante a la hora de evaluar este factor estudiado en la investigación presente.

Finalmente en esta parte previa, nos permite determinar algunos aspectos importantes a la hora del cálculo del gasto metabólico como lo es la edad, y entre otras cosas también nos define qué rutas y en qué condiciones se efectúa las medidas de la temperatura de bulbo seco, de bulbo húmedo y humedad relativa para la determinación de la temperatura WGTB para la evaluación del estrés térmico; entonces tenemos:

CIUDAD	RUTA	HORARIO
QUITO	Guajaló U. Central	12H00-14H00
SANTO DOMINGO	Terminal centro sur	12H00-13H00
BABAHOYO	LÍNEA 3	12H00-13H00

El horario seleccionado para efectuar las mediciones es en virtud de la puesta del sol en la cumbre de su mayor intensidad, el horario pico de mayor afluencia de pasajeros y congestión vial.

4.1.1.4.- EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE MEDICIONES DE LA TEMPERATURA WGTB Y EL CÁLCULO DEL GASTO METABÓLICO

El estrés térmico es producido por los cambios climáticos; por lo tanto, el monitor de estrés térmico no solo mide la temperatura ambiental, sino también, otras variables que son de igual importancia. Al medir la temperatura y la humedad dentro de la cabina de un vehículo, se debe tomar en cuenta ciertos factores como el recorrido que hace el vehículo de un lugar a otro, la hora en que se toman los datos y la lluvia, como factor que altera la humedad considerablemente.

El monitor de estrés térmico es un instrumento que se utiliza para esta medición

4.1.1.5.- MONITOR DE ESTRÉS TÉRMICO EXTECH HT30

Este medidor mide e indica el índice de calor térmico WBGT, que es qué tan caliente se siente cuando la humedad se combina con temperatura, viento y luz solar directa o radiante. Temperatura de globo negro (TG) vigila el efecto de la radiación solar directa

sobre una superficie expuesta; por ejemplo la radiación de calor emitida por objetos como el motor, el techo del vehículo, calor humano, etc. Éste además mide la temperatura del aire (TA) y la humedad relativa (HR). WBGT.

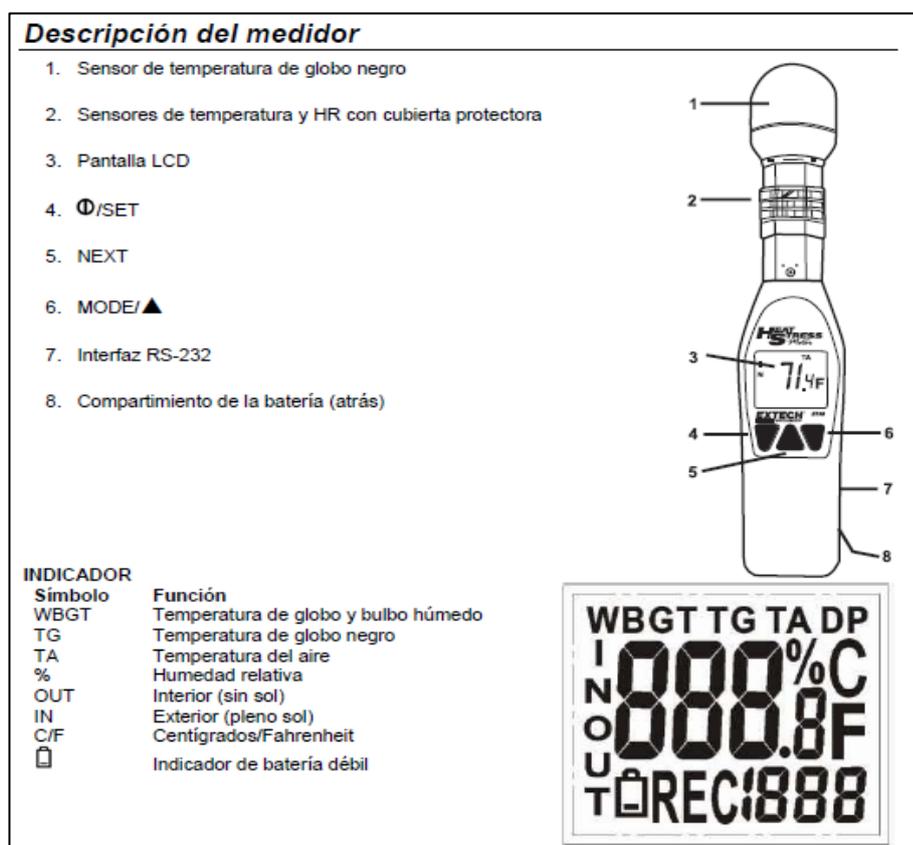


Figura 4.1. Monitor de estrés térmico Extech HT30

(Fuente: Manual de usuario Extech HT30)

Los cambios súbitos de temperatura y humedad (por ejemplo entrar del o salir al exterior) pueden causar lecturas imprecisas de temperatura, humedad e índice térmico. La toma de datos o lecturas, deben ser en un tiempo de 5 minutos por los menos dejando que se establezca las medidas desplegadas.

4.1.1.6.- MEDICIONES DE LA TEMPERATURA WGTB

Las mediciones se efectuaron con el procedimiento determinado por la norma Venezolana COVENIN 2254 en cada ciudad con la respectiva autorización de las

compañías, se tomaron datos como nombres del conductor, edad, condiciones meteorológicas, fecha de realización, etc., importantes para el estudio.

Según COVENIN 2254, se debe tomar tres mediciones por lo menos con el conductor en posición sentado a una altura de 0.1; 0.6 y 1.1 metros respectivamente, que corresponde la primera a la altura de la cabeza, la segunda en la zona del estómago y la tercera a la altura del tobillo.



Fotografía 4.1. Medición de temperatura WGTB, con monitor de estrés térmico
(Fuente: El autor)

El formato siguiente es el instrumento que permite el registro de las mediciones efectuadas de: Temperatura WGTB, temperatura de aire, temperatura de globo negro y humedad relativa.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA MEDICIONES DE TEMPERATURA WGTB	
---	---	---

FECHA: _____	HORA: _____
Cía./COOP: _____	SERVICIO: _____
CIUDAD: _____	PROVINCIA: _____
CONDUCTOR: _____	EDAD: _____
VEHICULO: _____	MODELO: _____

UBICACIÓN	ESQUEMA	TOMAS	T WGTB	TA	TG	%humedad
NARIZ		1				
		2				
		3				
ABDOMEN		1				
		2				
		3				
TOBILLO		1				
		2				
		3				

Condiciones metereológicas:	lluvia:	<input type="checkbox"/>	Seco:	<input type="checkbox"/>
Condiciones de recorrido (tráfico):	Intenso:	<input type="checkbox"/>	Fluido:	<input type="checkbox"/>
Condiciones internas de autobus:	Lleno:	<input type="checkbox"/>	semilleno:	<input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

Realizado por: _____

Validado por: _____

Figura 4.2. Formato registro para mediciones de temperatura WGTB
(Fuente: Autor)

Según COVENIN 2254, la expresión para calcular la temperatura WGTB es:

$$TGBH = 0.7TH + 0.3TG \quad (\text{Ec. 4.1})$$

Dónde:

WGTB: Indica la temperatura de bulbo de globo y bulbo húmedo (°C).

TH: Temperatura de bulbo húmedo natural (°C).

TG: Temperatura de globo (°C).

La ecuación expresada permite calcular el índice de temperatura WGTB, en ambientes interiores sin exposición directa de radiación solar. TA, es la temperatura de bulbo seco, que mide la temperatura del aire dentro del ambiente evaluado.

Para la obtención de TH, se procede a evaluar por medio de cartas psicrométricas a la altura sobre el nivel del mar de ambiente evaluado a partir de la temperatura del aire (TA) con la intersección del porcentaje de humedad relativa obtenido en dicho ambiente.

Con los datos recogidos se obtienen los siguientes promedios calculando paralelamente la temperatura WGTB en las ubicaciones establecidas en COVENIN 2254:

CIUDAD	UBICACIÓN	°T WGTB	°TG	°TA	%humedad
QUITO	NARÍZ	23,1	29,2	30,4	34,7
	ABDOMEN	22,9	26,3	30,3	35,0
	TOBILLO	23,5	29,4	31,6	35,8
	°T WGTB promedio	23.2			

Tabla 4.1. Promedios: Mediciones de Temperatura WGTB, TG, TA y % de humedad relativa en ciudad de Quito – Cía. Transplaneta

(Fuente: Autor)

Los resultados muestran que en horas pico y con el bus a plena carga, el chofer está sometido a una temperatura de aire ambiente de 30°C con una variación de entre 1°C más – menos, en las tres ubicaciones analizadas; por otro lado, la humedad relativa en el

puesto de trabajo del conductor promedia el 35%. Esto permite observar en la curva de confort de Fanger intersectando dichos datos se determina que en estas circunstancias el chofer se encuentra en una zona límite entre la zona de confort y la zona caliente debido a que la humedad relativa, es relativamente baja; es decir, que las mediciones fueron efectuadas en días secos pero calurosos.

Hay que tomar en cuenta que cuando la humedad relativa aumente, tranquilamente supera la zona de confort y se ubicará en la zona caliente.

Según datos del INAMHI la humedad relativa en ambientes lluviosos en la ciudad de Quito es aproximadamente de 60-80%; lo que provocará una variación en aumento en la humedad relativa dentro del bus. Por otra parte el índice de temperatura WGTB promedio es de 23.2°C, que permitirá evaluar la dosis de calor conjuntamente con el gasto metabólico.

CIUDAD	UBICACIÓN	°T WGTB	°TG	°TA	%humedad
SANTO DOMINGO	NARÍZ	27,4	32,3	33,4	53,6
	ABDOMEN	28,6	33,5	35,2	52,6
	TOBILLO	29,2	34,2	36,3	50,0
	°T WGTB promedio	28,4			

Tabla 4.2. Promedios: Mediciones de Temperatura WGTB, TG, TA y % de humedad relativa en ciudad de Santo Domingo – Cía. Transmetro

(Fuente: Autor)

En la ciudad de Santo Domingo el panorama es diferente a la ciudad de Quito, por ubicación geográfica lógicamente, siendo una zona de transición Sierra – Costa, la humedad relativa y temperatura ambiente aumenta en gran proporción. Esto se ratifica en los promedios obtenidos como la de la temperatura ambiental que promedia los 35°C en el puesto de trabajo del chofer y con una humedad relativa del 52%. Con estos datos en la curva de confort de Fanger, el ambiente se encuentra en la zona demasiado caliente.

En esta ciudad las mediciones se realizaron en un ambiente húmedo, por precipitaciones esporádicas durante la semana y al medio día se presentó un sol radiante que aumentó considerablemente la temperatura dentro del vehículo. El índice de temperatura WGTB promedio es de 28.4°C, para esta ciudad.

CIUDAD	UBICACIÓN	°T WGTB	°TG	°TA	%humedad
BABAHOYO	NARÍZ	29,9	33,9	34,7	47,9
	ABDOMEN	30,6	35,0	36,6	47,6
	TOBILLO	31,8	35,8	38,4	48,0
	°T WGTB promedio	30,8			

Tabla 4.3. Promedios: Mediciones de Temperatura WGTB, TG, TA y % de humedad relativa en ciudad de Quito – Cía. Transplaneta

(Fuente: Autor)

La ciudad de Babahoyo con una altura de los 10 metros sobre el nivel del mar, a diferencia de la ciudad de Santo Domingo de los Tsachilas que se ubica a una altura de 650 metros sobre el nivel del mar, se ve el comportamiento de la temperatura del aire que sube 3 °C y con respecto a la ciudad de Quito (2800 metros sobre el nivel del mar) con una diferencia de 8 °C más caliente.

La temperatura ambiente interior del bus registra un promedio de 37°C y una humedad relativa de 48%, estos datos ingresados en la curva de confort de Fanger, el ambiente se encuentra en la zona demasiado caliente.

Naturalmente por las consideraciones dichas, el índice de temperatura WGTB promedio es de 30.8°C, para esta ciudad, la más alta de las tres ciudades evaluadas.

4.1.1.7.- CÁLCULO DEL GASTO METABÓLICO

Según NTP 323, la determinación del metabolismo energético, permite evaluar cuantitativamente el consumo metabólico para una carga física (actividades, trabajos) y es así mismo una variable necesaria para valorar la agresión térmica.

Existen varios métodos para determinar el gasto energético, basados en la Norma ISO 8996. Esta norma forma parte de una serie de normas internacionales que hacen referencia al ambiente térmico.

El método mayormente utilizado es la estimación del consumo metabólico a través de tablas estandarizadas para distintos tipos de actividad, esfuerzo, movimiento, etc. aunque constituyen desviaciones respecto de la realidad y 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.

Mediante este tipo de tablas se dispone, por separado, de información sobre posturas, desplazamientos, etc., de forma que la suma del gasto energético que suponen esos componentes, que en conjunto integran la actividad. Los términos a sumar son los siguientes:

METABOLISMO BASAL

Es el consumo de energía de una persona acostada y en reposo. Representa el gasto energético necesario para mantener las funciones vegetativas (respiración, circulación, etc.).

COMPONENTE POSTURAL

Es el consumo de energía que tiene una persona en función de la postura que mantiene (de pie, sentado, etc.). La tabla 6 de la NTP 323 (Anexo C1), muestra los valores correspondientes.

COMPONENTE DEL TIPO DE TRABAJO

Es el gasto energético que se produce en función del tipo de trabajo (manual, con un brazo, con el tronco, etc.) y de la intensidad de éste (ligero, moderado, pesado, etc.)

COMPONENTE DE DESPLAZAMIENTO

Se refiere al consumo de energía que supone el hecho de desplazarse, horizontal o verticalmente a una determinada velocidad.

VARIACIÓN DEL GASTO ENERGÉTICO CON EL TIEMPO

Cuando las condiciones del trabajo varían durante la jornada laboral, las tablas no son de aplicación directa y los valores de consumo energético deben ponderarse en el tiempo. Esto exige el cronometraje del puesto de trabajo, de forma que se conozca la duración de cada tarea, actividad, etc. Cuando estos datos son conocidos, el consumo metabólico medio de una serie de trabajos consecutivos viene dado por la expresión:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n M_i * t_i}{T} \quad (\text{Ec.4.2})$$

Siendo:

$$T = \sum_{i=1}^n t_i \quad (\text{Ec.4.3})$$

Dónde:

M: Consumo metabólico medio durante el periodo de tiempo T

Mi: Consumo metabólico durante el periodo de tiempo ti.

La determinación del gasto metabólico se resume en la tabla 4.4, considerando todos y cada uno de los factores que intervienen en el trabajo de un chofer de bus tipo y tomando en cuenta todas y cada una de las actividades que se realizan para cumplir su trabajo diario. Dichas actividades se basan en las ejecutadas en las compañías citadas mayormente en la compañía Transplaneta de la ciudad de Quito.

En un día de trabajo un chofer está regido por una carga horaria de 10.2 horas de trabajo en promedio y cumplen las actividades detalladas con sus respectivos tiempos. Cabe resaltar que en la compañía Transplaneta tienen un periodo de descanso nulo en la mayoría de rutas cubiertas, por lo que se evalúa en esta carga de trabajo crítica:

Nº	ACTIVIDAD	HORAS	MÍN	TABLA NTP-323	METAB. ACT.	RESULTADO w/m2
1	COMPONENTE POSTURAL	9,70	582	tabla 6	10	5820
2	CONDUCCIÓN DE AUTOBUS (TIPO ACTIVIDAD)	9,70	582	tabla 7	210	122220
4	TRABAJOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	0,25	15	tabla 7	1725	25875
5	LIMPIEZA DE LA UNIDAD INTERIOR	0,15	9	tabla 7	190	1710
6	PROGRAMACIÓN DE RUTA EN ESTACIÓN (4Km/h)	0,10	6	tabla 8	1725	10350
			612			165975
			METABOLISMO POR ACTIVIDADES			271,2
			METABOLISMO BASAL POR EDAD			46,18
			METABOLISMO NECESARIO TOTAL			317,4
METABOLISMO NECESARIO TOTAL (Kcal/h)						204,39

Tabla 4.4. Gasto Metabólico necesario para suplir actividades en el manejo de un bus tipo en compañía Transplaneta – Quito.

(Fuente: Autor)

Se evidencia que el gasto metabólico que un chofer en trabajo constante e intenso requiere para un periodo de trabajo de 10.2 horas diarias es de 204.39 Kcal/h, y un metabolismo basal para un chofer de edad de entre 25-a 32 años de 46.18 W/m2.

4.1.1.8.- ANÁLISIS DE DOSIS DE CALOR

Con la temperatura WGTB en condiciones críticas; y calculado el gasto metabólico para el trabajo de chofer, se determina la zona de exposición al calor permisible. El gráfico 2.1 nos determinará la zona en la que el ambiente del chofer se encuentra sometido bajo el régimen permisible a la exposición de calor.

El Valor límite umbral (TLV) para exposición por calor refleja el nivel de exposición que el trabajador típico puede experimentar sin un riesgo razonable de enfermedad o daño dentro de un periodo de trabajo de 8 horas diarias y 40 horas semanales de trabajo:

Régimen Trabajo-descanso	Trabajo Ligero	Trabajo Moderado	Trabajo 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

Tabla 4.5. TLV para la exposición al calor (valores en °C WBGT)

(Fuente: American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Serie Documentos. Colección Técnica N° 010.10.12 -Traducción Española-. 1976. Servicio Social de Higiene y Seguridad del Trabajo.)

Para el caso de cada ciudad en particular el TLV recomendado para un régimen de trabajo se determina a partir de la zona permisible a la exposición de calor.

$$Dosis = \frac{WGTB_{medido}}{WGTB_{permitido}} \quad (\text{Ec.4.4})$$

En resumen en las tres ciudades nos presentan las siguientes dosis, determinadas a partir del mismo gasto metabólico en condiciones de trabajo intenso y sus índices de temperatura WGTB promedios evaluados respectivamente:

CIUDAD	Gasto metabólico total en chofer (Kcal/h)	°T WGTB promedio	TLV Permisible por estrés térmico	DOSIS CALCULADA
QUITO	204,4	23,2	26,7	0,87
SANTO DOMINGO	204,4	28,4	26,7	1,06
BABAHOYO	204,4	30,8	28	1,10

Tabla 4.6. Dosis de calor calculadas para cada ciudad

(Fuente: Autor)

De los datos obtenidos sobre dosis de calor en cada ciudad y en confrontación con el cuadro 2.7 de valoración por puntuación de condiciones térmicas WBGT se determina que:

- En la ciudad de Quito se observa una dosis de calor de 0.87, lo que correspondiente a Molestias medias y a una puntuación de 3 que corresponde a un nivel de riesgo MEDIO.
- En la ciudad de Santo Domingo se observa una dosis de calor de 1.06, lo que correspondiente a una condición de Perturbaciones y una puntuación de 4 que corresponde a un nivel de intolerable parcialmente.
- En la ciudad de Santo Domingo se observa una dosis de calor de 1.10, lo que correspondiente a una condición de Perturbaciones y una puntuación de 4 que corresponde a un nivel de intolerable parcialmente.

4.1.1.9.- PLANTEAMIENTO DE POSIBLES SOLUCIONES

Una vez valorado el nivel de riesgo del puesto de trabajo de chofer de bus tipo, se analiza el ambiente alrededor del puesto de trabajo y se observan varios factores que contribuyen al problema planteado; llegando así a una matriz de varias soluciones para el análisis de cómo atenuar el problema de estrés térmico, entonces tenemos:

PROBLEMA	SOLUCIONES ATENUANTES AL PROBLEMA
El estrés térmico en el vehículo no se encuentra dentro de los límites según la norma ISO 7243	Instalar Aire forzado
	Mejorar el aislamiento de tapa máquina
	Crear ventolera de chofer
	Abrir compuerta de aireación para pedales
	Recubrir las ventanas laterales con películas anti-rayos solares
	Instalar aire acondicionado
	Aislamiento de cabina de conductor

Cuadro 4.9. Soluciones atenuantes al problema de estrés térmico

(FUENTE: Autor)

4.1.1.10.- INSTALACIÓN DE AIRE FORZADO

Para bajar la dosis de calor hacia la zona de confort; es decir $dosis < 1$, hace necesario bajar el índice WGTB. En el caso crítico se tendría que bajar la temperatura ambiente en

10°C para condiciones críticas en las ciudades de Santo Domingo y Babahoyo y en unos 5°C para condiciones críticas de la ciudad de Quito.

Un aire forzado instalado acorde al tamaño , espacio y que se encuentra en el medio local a 24 voltios y 3700 rpm, baja la temperatura por aumento de flujo de aire en hasta 1-2°C, como se muestra en la figura a continuación:



Fotografía 4.2. Acople de ventilador de aire forzado al tablero del autobús

(Fuente: Autor)

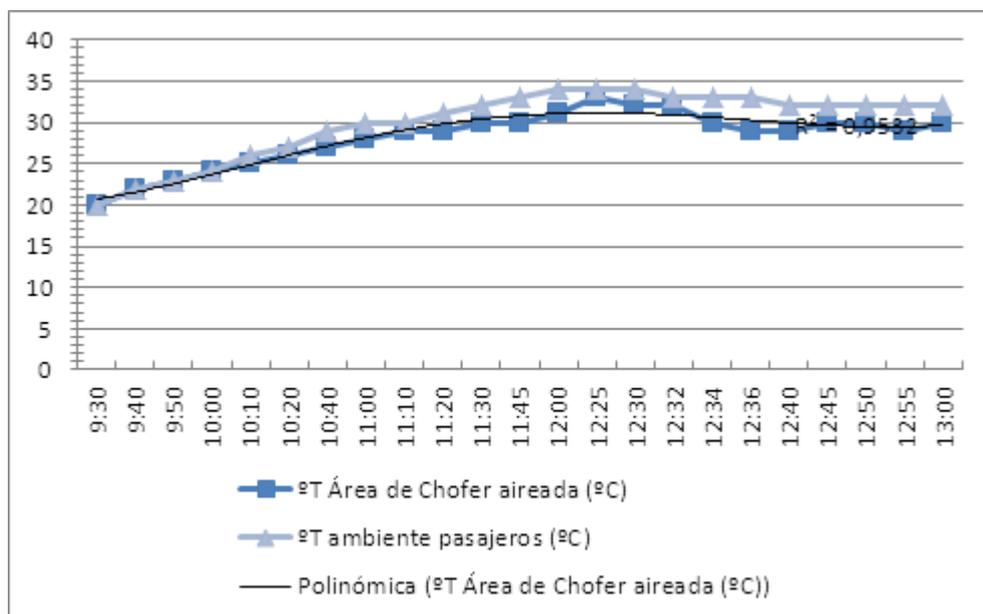
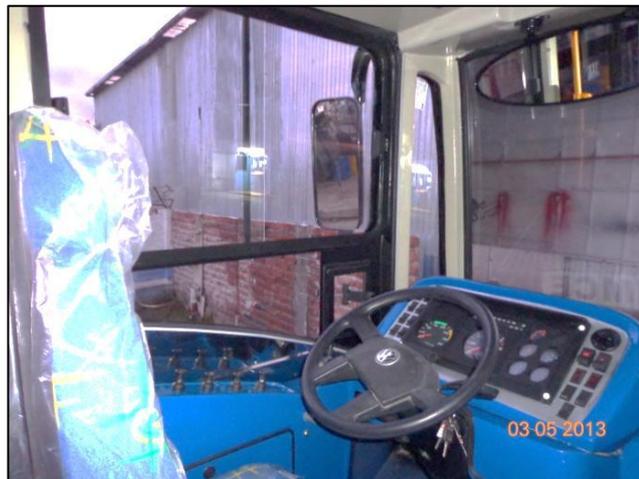


Gráfico 4.1. Calentamiento del ambiente del conductor y enfriamiento por aire forzado

(FUENTE: Autor)

El habitáculo del chofer se calentó normalmente hasta el mediodía, a las 12:30 se encendió el aire forzado y se puede ver la curva de calentamiento y enfriamiento que se ajusta a una tendencia polinomial de orden 2, por sus datos fluctuantes con un máximo de temperatura hasta cuando se enciende el aire forzado y baja la temperatura unos 3°C y se estabiliza la temperatura.

Luego se experimentó con el incremento de una ventolera de chofer, más una compuerta de aireación en los pedales, y se vuelve a realizar el mismo proceso de calentamiento y enfriamiento con aire forzado dando los siguientes resultados:



Fotografía 4.3. Ventolera inferior a la ventana de chofer
(Fuente: Autor)



Fotografía 4.4. Ventolera para pedales

(Fuente: Autor)

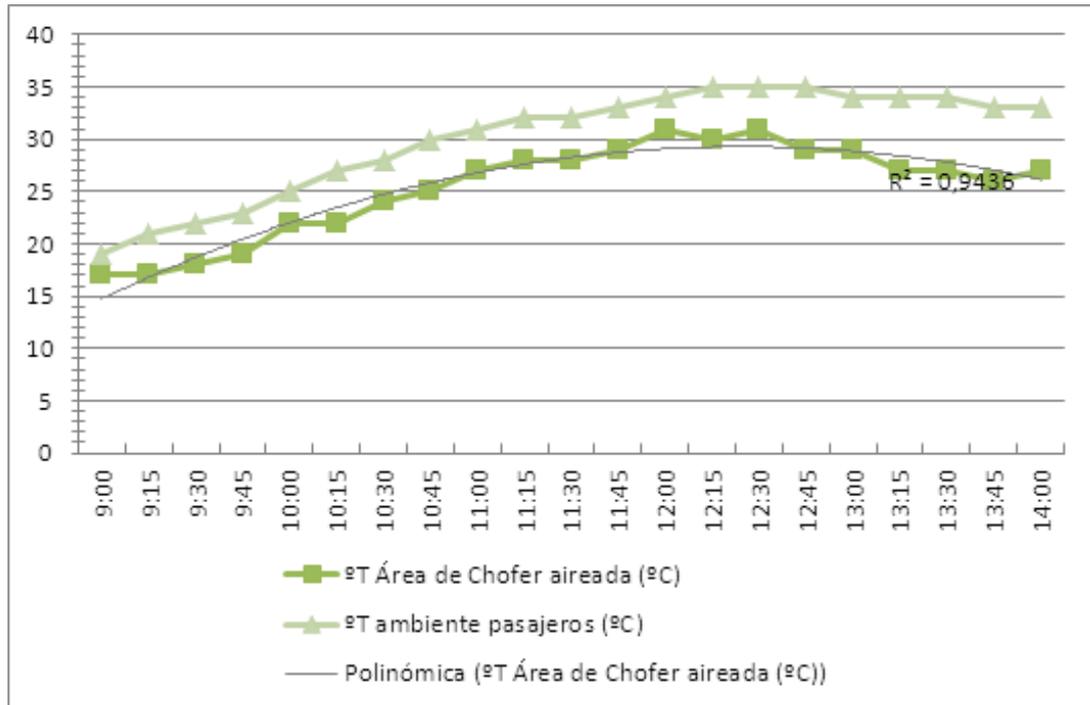


Gráfico 4.2. Calentamiento del ambiente del conductor y enfriamiento por aire forzado más apertura de aireación no forzada

(FUENTE: Autor)

Se puede evidenciar que al contribuir una apertura en la ventolera del chofer y una en la zona de pedales, que mejora la sensación de confort, y vemos que contraponiendo a la temperatura del ambiente interior con la del chofer aireada la diferencia de temperaturas llega de entre 5 a 6 °C, luego las temperaturas se estabilizan hasta el equilibrio térmico presentando una ligera fluctuación debido a que la aireación del interior, varía por la velocidad y ubicación del vehículo.

4.1.1.11.- MEJORAMIENTO DE AISLAMIENTO DE TAPA MÁQUINA

Un factor incidente en la temperatura interna del vehículo y del puesto de trabajo del chofer, es por el calor emitido por el motor del vehículo, en el caso de la marca Volkswagen un punto desfavorable es la ubicación del turbo, esta se encuentra a la altura del pedal del acelerador.



Fotografía 4.5. Medición temperatura ambiente a la altura del turbo de motor
(Fuente: Autor)

La curva de calentamiento durante el día se manifiesta de la siguiente forma:

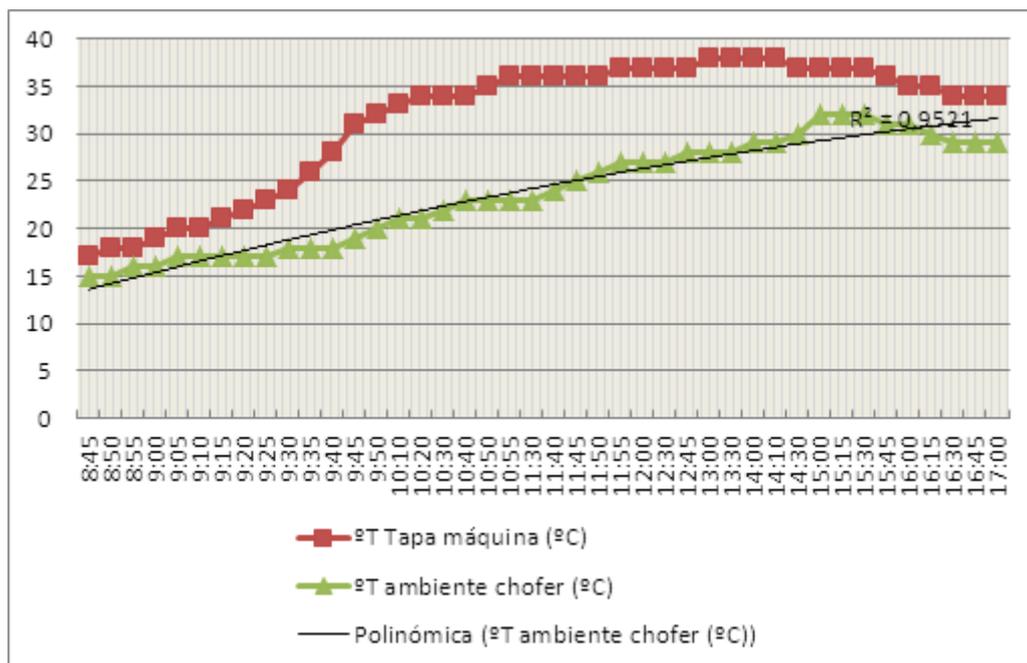


Gráfico 4.3. Calentamiento superficial de la tapa del motor a la altura del turbo y temperatura del ambiente interno
(FUENTE: Autor)

La toma de medida se efectuó mediante una termocupla tipo J tanto para medir la temperatura ambiental de la zona de calentamiento del motor; de igual forma para el ambiente interior del bus se empleó un termómetro digital con sensores de temperatura tipo J.



Fotografía 4.6. Termómetro digital con sensor tipo J, para ambiente interior de vehículo

(Fuente: Autor)

El calentamiento superficial exterior de la tapa máquina muestra una tendencia lineal en su calentamiento, pero termina siendo polinómica grado dos porque llega a un máximo de temperatura de calentamiento y se enfría hasta que se estabiliza. Hay que tomar en cuenta que la muestra se tomó en los límites desde que se prende el motor hasta que llega a un máximo y baja un poco su temperatura y se estabiliza.

Se puede notar también que la emisión de calor por parte del motor contribuye al calentamiento del ambiente pero no en gran parte, porque como vemos en la curva de calentamiento del ambiente interno del bus la elevación de temperatura es más rápida debido a otros factores como la radiación del ambiente exterior y la contribución de calor por las personas que ingresan al autobús en horas pico (medio día).

Para atenuar de mejor manera la transferencia de calor desde el ambiente del interno del motor hacia el ambiente de trabajo del chofer mediante una doble capa de aislante muy

eficiente y de fácil acceso al mercado; tomando en cuenta entre otras cosas, el diseño del tapa máquina, distancias recomendadas entre motor y cubierta, etc., entonces, se aplicó la misma capa de insulación por aspersión de Poliuretano (Mezcla térmica de Polioli e Isocianato) de 3 cm más una capa de Superlón metalizado (Polietileno reticulado) de 1 cm, y la capa de pared del tapa máquina de material compuesto de Fibra de vidrio y resina poliéster. Con sus factores de conductividad térmica (k):

Capa de insulado (k): $0.024 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}^1$.

Superlón (k): $0.040 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}^2$

Material compuesto (K): $0.030 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}^3$

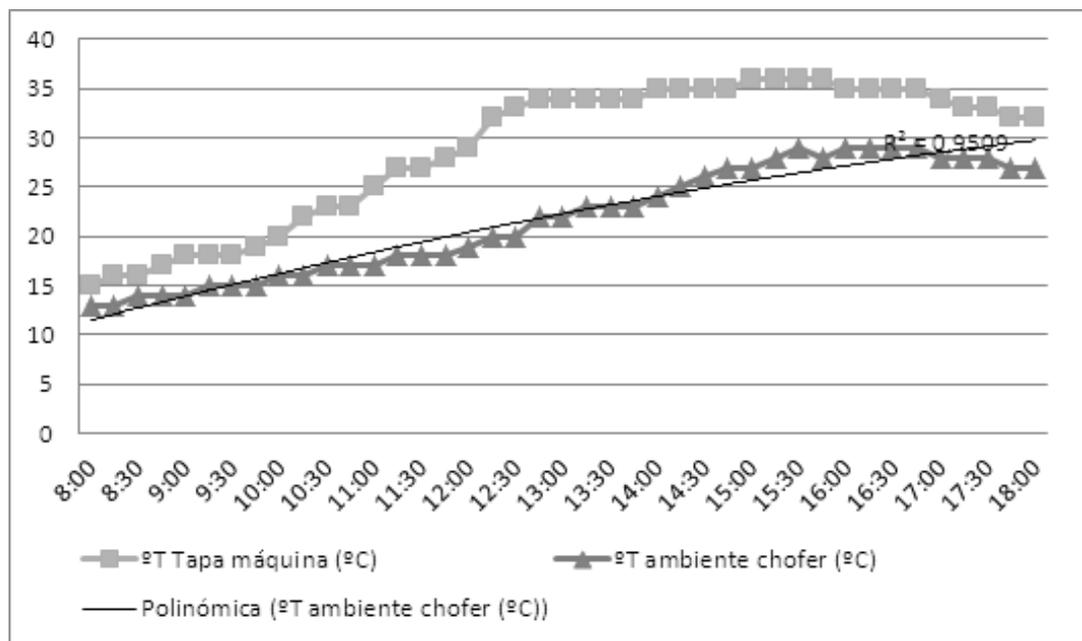


Gráfico 4.4. Calentamiento superficial de la tapa del motor mejor aislado a la altura del turbo y temperatura del ambiente interno

(FUENTE: Autor)

Al cambiar la capa de fibra de vidrio por el insulado de poliuretano, permitió que la tasa de transferencia de calor se reduzca en un 15%. Además que el Superlón contribuye a atenuar la tasa de transferencia de calor permite una mejor apariencia externa.

¹ Yanus A. Cengel. Transferencia de calor y masa. Tercera edición. Pag.850.

² Aislamientos Salvador Escoda S.A. pág.1 Barcelona-España.

³ Andercol S.A. Manual de aplicaciones poliéster-Cristalán Reforzado con Fibra de Vidrio.



Fotografía 4.7. Mejoramiento del aislante térmico en tapa máquina

(Fuente: Autor)

4.1.1.12.- AISLAMIENTO DE CABINA DE CONDUCTOR

El aislamiento de la cabina de conductor tiene dos enfoques; el primero, que al ser la unidad de servicio urbano, no se puede aislar completamente el puesto de trabajo del conductor; el segundo enfoque es consecuencia del primero, que el sistema de trabajo del conductor depende de la transferencia de calor que sucede entre el medio externo e interno del bus. Por lo tanto el aislamiento de paredes y techo de la unidad contribuyen a mantenimiento de la temperatura interna del autobús en la mayor parte del día (sensación de frescura) hasta $\frac{3}{4}$ partes del día, y mantiene el calor adquirido durante el día durante el trabajo en la noche.



Fotografía 4.8. Aislamiento de paredes y techo de Autobús

(Fuente: Autor)

4.1.1.13.- INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO

La instalación de un aire acondicionado, es la mejor opción para controlar la temperatura ambiente de forma relativamente inmediata, mejorando la sensación de confort.

En pruebas hechas en buses interprovinciales, el enfriamiento dirigido por medio de ductos y tomas de aire sobre los asientos de conductores es rápido, por tanto la sensación de confort es inmediata, y el equilibrio de la temperatura interna del bus, oscila entre 3 y 5 minutos con un equipo de 110000 btu.

Por el hecho mismo que en cualesquier ciudad que se maneje el vehículo; el enfriamiento natural y la ventilación forzada no baja satisfactoriamente la dosis de calor,

ya que depende de la temperatura del aire del ambiente interior y exterior de la unidad para reflejarse dentro del habitáculo del chofer.

En ciudades como Santo Domingo y Babahoyo analizadas anteriormente, la dosis de calor se debe bajar en un rango de entre 10 °C, para ubicarse en la curva de confort, lo que por aireación forzada no se puede cubrir, como se analizó anteriormente se puede atenuar con todas las modificaciones de diseño como apertura de ventoleras; solo de entre 2 a 5 °C en el mejor de los casos.

Por tanto la mejor opción es la instalación de un aire acondicionado, para el habitáculo del chofer, para bajar la dosis de calor y mantenerla en la zona de confort en las horas críticas de emisión de calor.

4.2.- COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

¿El desarrollo de medidas de control al sistema de trabajo de conductor de bus tipo Volkswagen 17210 de la carrocería modelo Orión marca IMCE mejorará el confort térmico y metabólico?

El Análisis e interpretación de resultados ratifica lo planteado en el problema de este estudio de como el disconfort térmico influye negativamente en el sistema del conductor de bus tipo, ya que la dosis de calor supera los límites permisibles para jornadas laborables de 8 horas diarias y 40 horas semanales, por lo que se hace necesario la implementación de medidas cautelares.

Las medidas de control analizadas atenúan de menor a mayor grado el disconfort térmico; siendo los periodos de trabajo y descanso calculado (75%-25%) los recomendados para reducir el gasto metabólico en la persona (conductor) y a más de las medidas de control en el ambiente como son: mejoramiento de aislantes, utilización de vestimenta liviana, apertura de ventoleras de aireación, implementación de aire forzado y aire acondicionado siendo este último el más óptimo. Las medidas de control en la fuente como aislantes en tapa máquina de motor e instalación de películas anti solares y/o cortinas en ventana y parabrisas permiten reducir el calor radiante.

Todos estos puntos mencionados como medidas de control, permiten comprobar la hipótesis planteada, satisfaciendo el objetivo principal que es obtener el confort térmico y reducción del gasto metabólico en los conductores de bus tipo Volkswagen 17210 de la carrocería modelo Orión marca IMCE.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Mediante la revisión de la fundamentación teórica y el análisis e interpretación de los datos recolectados, investigaciones y análisis de aspectos generales de la conducción referente al presente estudio, se obtienen las siguientes conclusiones y recomendaciones:

5.1.- CONCLUSIONES

- El disconfort térmico influye negativamente en el sistema del conductor de bus tipo modelo de carrocería Orión marca IMCE en chasis Volkswagen 17210, debido a dosis de calor relativamente altas mayormente en ciudades del litoral y cercanas como se muestra en la tabla 4.3.
- La población mayor de conductores en las ciudades estudiadas oscilan de entre los 20 a 40 años (40%), dato importante para obtener el gasto metabólico por edad. Cuadro 4.2.
- La percepción de los conductores hacia los factores negativos para su salud coloca al calor y al ruido como los de mayor porcentajes, calor por el ambiente y emitido por agentes como el turbo de motor, motor y radioactividad del sol por ventanas y parabrisas. Cuadro 4.5.
- Se determinó un valor permisible de exposición al calor del 75% de trabajo y 25% de descanso, en las tres ciudades estudiadas.
- La dosis por calor resultó de $>1,0$ que determina medidas de control inmediato, en las ciudades de Santo Domingo, Babahoyo y como alternativa en la ciudad de Quito en el caso de la instalación de aire acondicionado.

- El gasto metabólico es alto debido principalmente a las jornadas de trabajo intensas de hasta 10 horas de trabajo ininterrumpidamente, esto es un descuido por parte de propietarios y conductores por la imperiosa necesidad de obtener un mejor salario en caso de conductores y de pagar deudas altas por la compra de unidades nuevas por parte de los propietarios.
- A partir de la dosis obtenida en la tabla 4.6; y comparando dichos valores a los mostrados en el cuadro 2.7, se observa que la valoración del riesgo por Estrés Térmico se encuentra entre 3 a 4 que corresponde a riesgo con Daño Medio e Intolerable Parcialmente para las tres ciudades, determinados por valores altos del factor de carga térmica metabólica y por la temperatura WGTB promedio.

5.2.- RECOMENDACIONES

- Desarrollar un programa de prevención ergonómica para disminuir riesgos por exposición de calor prolongada y reducción de gasto metabólico, en puntos como vestimenta a usar, alimentación, hidratación, reprogramación rutas, planificación de actividades sociales y recreativas. Todas estas acordes al nivel de educación de la población mayor. Cuadro 4.3.
- Mantener políticas de contratación de choferes con experiencia suficiente para el mejor desempeño y cuidado personal y patrimonial de las unidades. Cuadro 4.4.
- Mantener la política de insular interiores de vehículos con poliuretano inyectado por aspersion y en accesorios fabricados como tableros y tapa máquinas al ser este material compuesto de magnífico comportamiento aislante termo-acústico.
- Continuar el estudio y evaluación sobre temperatura WGTB en todas las regiones del país, ya que por sus características ambientales son diversas en sus regiones y su comportamiento cambia durante año; ya que las mediciones varían de un día al otro por climas cambiantes, por lo que se recomiendan efectuar medidas de WGTB en condiciones climáticas homogéneas y en condiciones críticas para datos más exactos.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

TEMA:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE CHOFER PARA BUS TIPO MARCA IMCE CONSTRUIDO SOBRE CHASIS VOLKSWAGEN 17210.”

6.1.- DATOS INFORMATIVOS

La implementación del sistema de climatización para chofer de bus tipo IMCE en chasis Volkswagen como solución para bajar la dosis por estrés térmico, se lo realizó en la provincia de Tungurahua, ciudad de Ambato, específicamente en la planta de producción de Carrocerías IMCE número 2 ubicada en la Panamericana norte km 7-1/2 entrada a Samanga Alto.

El sistema de climatización se refiere exclusivamente a la adaptación de un sistema de aire acondicionado para bajar la temperatura WBGT y por ende aminorar el gasto metabólico que inciden en el estrés térmico que sufre el chofer de bus tipo. Los datos de partida se contemplan en el estudio de los capítulos anteriores donde se refleja la necesidad de la implementación de este sistema.

El sistema implementado al ser de índole genérico, se diseñó: la ubicación de todos sus componentes, las vías de interconexión de flujos y eléctrica, componentes de protección como tapas, elementos de sujeción y soportes como bases, sujetadores, etc., también se ejecutó la adaptación de la fuente de generación para el compresor del sistema, siendo este sustentable por la rotación del eje principal del motor del vehículo mediante poleas para la transmisión de movimiento.

Para la elaboración de todas y cada una de las actividades se contó con el recurso humano y herramental de Carrocerías IMCE. Finalmente se realizó las mediciones de temperatura WBGT, para las evaluaciones finales una vez probado el funcionamiento correcto del equipo implementado.

6.2.- ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Como se menciona en los antecedentes de la presente investigación, existen estudios sobre la ergonomía de puestos de conductores y partes de su estudio la valoración del estrés térmico pero se ha quedado en resultados investigativos y no se ha desarrollado una propuesta constructiva de climatización para solucionarlo.

Existen diversos proyectos de investigación en el campo de la climatización de ambientes vehiculares, pero solo prototipos o bancos de prueba para laboratorios de universidades tales como la investigación bajo el tema: “Construcción de un sistema didáctico de aire acondicionado vehicular, para el laboratorio de la Escuela Politécnica de Chimborazo” la cual fue ejecutada por los señores: Marco Enrique Checa Muñoz y Pablo Daniel Caiza Alarcón con el fin de estudiar los sistemas de aire acondicionado en su comportamiento en todas su variables.

Al igual estudios como el tema: “Diseño y construcción de un entrenador de aire acondicionado con climatizador para simulación de fallas en el sistema” desarrollado por: Alegría Guillén, Luis Alejandro Masapanta, Cristian Miguel Allende de la Escuela Politécnica del Ejército en la carrera de Ingeniería Automotriz; con el propósito de desarrollar controladores automatizados para controlar las variables en un sistema de climatización, importante con el avance de la Industria Automotriz.

6.3.- JUSTIFICACIÓN

En el país se está prestando mucha atención al mejoramiento del servicio público en todos los ámbitos entre aquellos se está normalizando reglamentos que cumplir el

requisito de proteger la integridad física tanto de los usuarios como también de los conductores de transportación masiva de personas; entre ellas tenemos las normas NTE INEN 1323:2009, NTE INEN 2205:2010, entre otras.

En las mencionadas normas, se encuentra la disposición de que el sistema de trabajo de un chofer de bus Tipo cuenta entre varias cosas lo mencionado en el ítem g.2) de la NTE INEN 2205:210, con respecto a la ventilación delantera: “Los buses y minibuses urbanos debe disponer de un sistema de ventilación delantera, con regulación de temperatura y control de dispersión, el cual debe incluir un dispositivo anti vaho para el parabrisas frontal”. Esta disposición tiene el propósito de brindar un ambiente de trabajo confortable que brinde facilidad para realizar su actividad diaria.

6.4.- OBJETIVOS

6.4.1.- OBJETIVO GENERAL

Implementar un sistema de aire acondicionado para el sistema de trabajo de chofer de bus tipo en carrocería modelo Orión marca IMCE.

6.4.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar todos los elementos del sistema de aire acondicionado en lo que respecta a ductos, sistema de transmisión de movimiento, sistemas de soporte y sujeción de elementos; así como la selección de mangueras de flujo de refrigerante.
- Construir, seleccionar y acoplar todos los elementos diseñados.
- Realizar pruebas de funcionamiento del sistema.
- Evaluar la dosis de calor con el sistema implementado.
- Realizar un análisis económico del sistema de aire acondicionado implementado.

6.5.- ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Se determina que la elaboración de la propuesta es factible de realizarse, ya que se cuenta con el apoyo del cliente dueño de la unidad OPN°09/2013 de la cooperativa Eloy

Alfaro de la ciudad de Guayaquil, Sr. Marco Guerrero; que ha permitido la implementación del sistema de climatización en base a la necesidad del ambiente de trabajo de su ciudad.

Por otra parte se cuenta con el equipo humano y herramental de la empresa Carrocerías IMCE, con la clara visión de una oportunidad de dar este valor agregado a sus clientes de la costa y oriente.

Finalmente se cuenta con la disponibilidad en el mercado ecuatoriano de todos los equipos de marca y genéricos necesarios para la adaptación del mencionado sistema. Todos los elementos considerados para el desarrollo de la propuesta son de costo moderado y se encuentran en el mercado por lo que son de fácil adquisición haciendo que este proyecto sea factible de realizarse.

6.5.1.- ANÁLISIS TECNOLÓGICO

Se ha llegado a un acuerdo del proyecto con la empresa “La Casa del Frío” de la ciudad de Guayaquil, donde se tiene el respaldo técnico, provisión de repuestos, y servicios de mantenimiento de última tecnología, para que se mantenga en correcto funcionamiento el sistema implementado; así como se también dicha empresa ayudó en la asesoría en la implementación del mismo.

6.6.- FUNDAMENTACIÓN

6.6.1.- GENERALIDADES

Climatizar o acondicionar el aire significa regular la temperatura, la humedad, la pureza y la circulación del aire. Un acondicionador de aire en el vehículo enfría el aire y extrae de este la humedad y el polvo. Por medio de las unidades manuales o automáticas combinadas de refrigeración y calefacción, el conductor puede regular a su elección la temperatura en el interior del vehículo.

6.6.2.- CONCEPTO DE REFRIGERACIÓN

Por refrigeración se entiende al acto de retirar calor de un cuerpo, con el objeto de que su temperatura sea más baja que la ambiental. Proceso de remoción de energía térmica de una sustancia o un espacio.

6.6.2.1.- CALOR

El calor es una forma de energía, la cual está en transición y necesita que haya una diferencia de temperatura entre cuerpos para manifestarse. Las unidades en que se mide el calor se dan de acuerdo a los diferentes sistemas de unidades. Las más utilizadas son: En el sistema internacional de medidas, (S.I.), la unidad es el Joule (J). Se usan los múltiplos como el Kilojoule (kJ) y el Megajoule (MJ).

En el sistema de inglés de medidas, la unidad es el BTU (Unidad térmica británica). En el sistema MKS la unidad es la caloría y como múltiplo es muy utilizada la Kilocaloría. En algunas partes se identifica a la kilocaloría con frigoría cuando se está hablando de retiro de calor.

1 Kcal = 3.968 BTU (4BTU) 1BTU= 0.25 Kcal

1 Kcal = 4186 Joule 1BTU= 1.046 KJ

1 Kcal = 4.186 KJ 1Kj= 0.23 Kcal

6.6.2.2.- MANIFESTACIÓN DEL CALOR EN LOS CUERPOS

- Sensible
- latente

CALOR SENSIBLE

Se manifiesta por un cambio de temperatura en el cuerpo cuando este gana o pierde calor, además se presenta en un estado específico del material. Este calor no es posible

medirlo directamente, se lo cuantifica conociendo el cambio de temperatura y la masa del cuerpo.

$$Q_s = mC(T_o - T_f) = mC\Delta T \quad (\text{Ec.6.1})$$

Dónde:

Qs: Calor [BTU].

m: Masa de la sustancia [lbm].

C: Calor específico de la sustancia [BTU/lbm·°R].

ΔT: Diferencial de temperatura [°F].

CALOR LATENTE

Es el calor que recibe o cede un cuerpo cuando cambia de estado. Como característica general, la temperatura se mantiene constante durante el proceso de cambio de estado. El agua tiene un calor latente de fusión de 80 kcal/kg (144 BTU/lb) y de evaporación de 538 kcal/kg (970.2 BTU/lb)

$$Q_L = m * C \quad (\text{Ec.6.2})$$

Dónde:

Q_L: Calor latente [BTU].

m: Masa de la sustancia [lbm].

C: Calor latente específico [BTU/lbm·°R].



Figura 6.1. Calor latente de evaporación

(Fuente: Eduardo Hernández G. Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración” año 1984)

6.6.2.3.- TRANSFERENCIA DE CALOR

Velocidad con que el calor puede atravesar cuerpos o las fronteras de un sistema a diferente temperatura. Las unidades son: Kcal/h o Watt

6.6.3.- CICLO DE REFRIGERACIÓN

6.6.3.1.- PRINCIPIO DE CARNOT – CLAUSIUS (MÁQUINA FRIGORÍFICA)

1. El funcionamiento de una máquina frigorífica debe comportar la existencia de dos fuentes de calor a temperaturas diferentes T_k y T_o La fuente fría es el evaporador (T_o) La fuente de calor es el condensador (T_k).
2. Para todos los fluidos que describen un ciclo frigorífico entre las temperaturas T_k y T_o el efecto frigorífico óptimo se obtendrá haciéndolos describir un *ciclo de Carnot*.

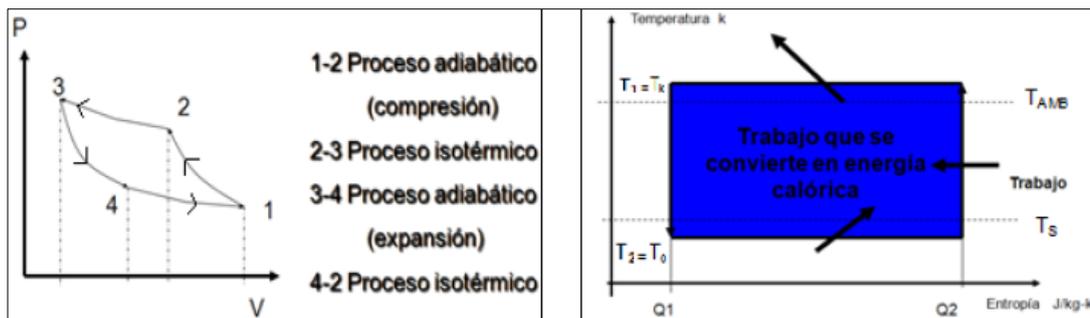


Figura 6.2. Ciclos de Carnot y Diagrama °T vs Entropía

(Fuente: Eduardo Hernández G. Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración” año 1984)

El ciclo de *Carnot*, es un ciclo teórico imposible de realizar, pues debemos trabajar con un fluido que deba hacer los procesos adiabáticos a una velocidad extremadamente grande y los procesos isotérmicos a una velocidad infinitamente lenta. Desde el punto de vista industrial se busca un ciclo que se aproxime al de Carnot.

El diagrama de un ciclo de refrigeración, se acostumbra dibujarlo en un sistema coordinado de ejes Presión vs. Entalpía.

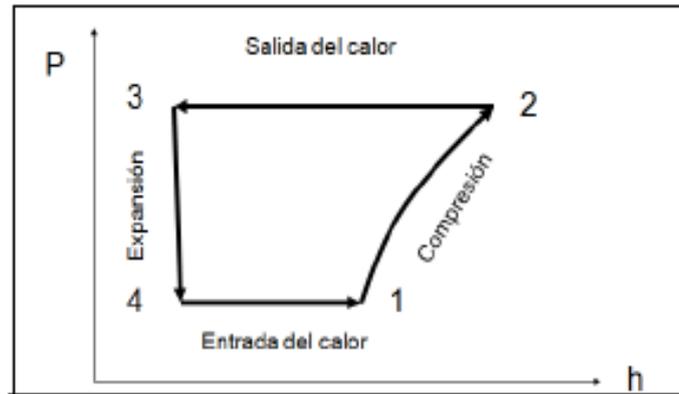


Figura 6.3. Ciclo de refrigeración

(Fuente: Eduardo Hernández G. Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración” año 1984)

Diagrama de propiedades de un líquido refrigerante y el ciclo de refrigeración se presente como en la siguiente figura:

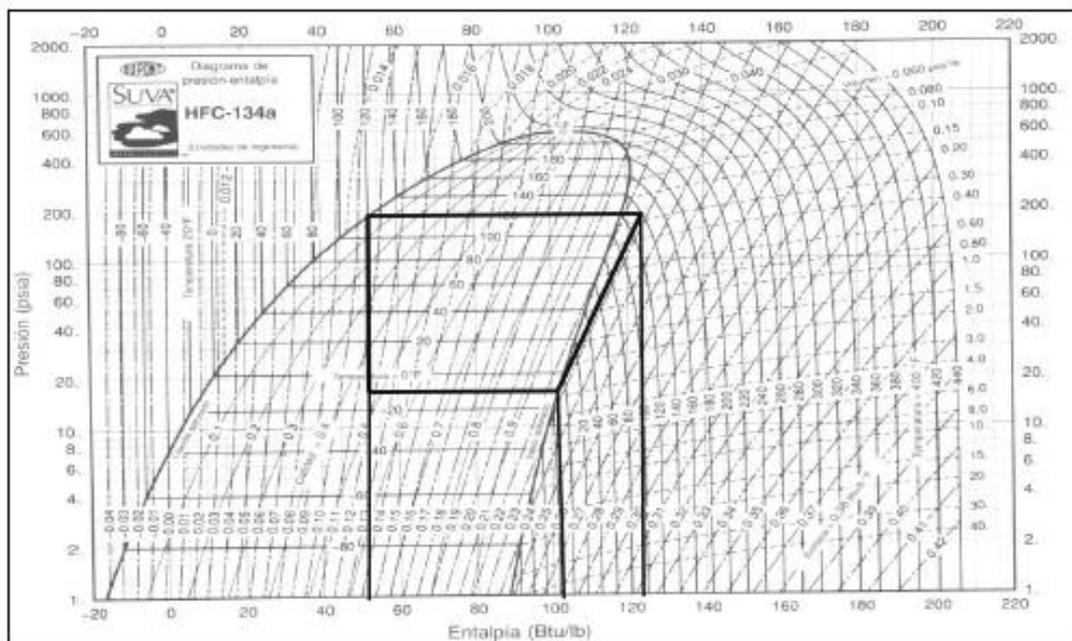


Figura 6.4. Propiedades y ciclo de refrigeración

(Fuente: Eduardo Hernández G. Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración” año 1984)

6.6.4.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA A/C

El aire acondicionado es una parte importante de un sistema integrado que proporciona enfriamiento, calentamiento, descongelación, eliminación de neblina, filtrado de aire y control de humedad para la comodidad del pasajero y la seguridad del vehículo.

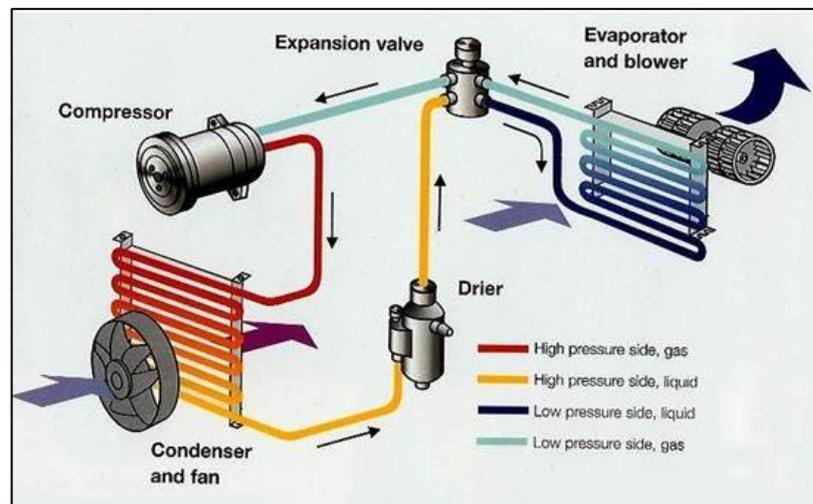


Figura 6.5. Elementos fundamentales

(Fuente: Steve Rendle. Sistema de aire acondicionado para automóviles)

6.6.4.1.- COMPRESOR

Comúnmente denominado el corazón del sistema, como su nombre lo indica, comprime el gas refrigerante tomando para ello potencia. Los sistemas de aire acondicionado están divididos en dos partes, parte de alta presión y parte de baja presión; también denominados descargas y succión respectivamente.



Figura 6.6. Compresor del sistema

(Fuente: La Casa del Frío - proveedor)

Elemento mediante el cual es posible la circulación y el constante cambio de estado del refrigerante. Succiona el refrigerante vaporizado que sale del evaporador, imprimiéndole un aumento de presión y temperatura para enviarlo de inmediato al condensador para su condensación.

LUBRICANTE DEL COMPRESOR

El R-134a se está utilizando con lubricantes de polialquilenglicol (PAG) y con lubricantes de poliéster (POE). La mayoría de fabricantes de equipos originales de automoción han optado por lubricantes PAG específicos para sus sistemas.

El lubricante se caracteriza por presentar una excelente lubricidad, bajo punto de fluidez, alto índice de viscosidad, alta estabilidad térmica, entre otras cosas. Se emplean en compresores con refrigerantes del tipo hidrocarburo como propano, aire, gases inertes, así como amoníaco y tetrafluoroetano.

6.6.4.2.- REFRIGERANTE DEL SISTEMA

El refrigerante 134a marca Suva, ha sido introducido por DuPont, como reemplazo de los clorofluorocarbonos (CFC) en muchas aplicaciones. La producción de CFC es reemplazada por el hidrofluorocarbono HFC-134a.

Este refrigerante no contiene cloro y puede ser usado en muchas aplicaciones que actualmente usan CFC-12. Sin embargo en algunas ocasiones se requieren cambios en el diseño del equipo para optimizar el desempeño del Suva 134^a en estas aplicaciones. Las propiedades termodinámicas y físicas del Suva 134^a y su baja toxicidad lo convierten en un reemplazo seguro y muy eficiente del CFC-12 en muchos segmentos de la refrigeración industrial más notablemente en el aire acondicionado automotriz, equipos domésticos, equipo estacionario pequeño, equipo de supermercado de media temperatura.

El Suva134a ha mostrado que es combustible a presiones tan bajas como 5,5 psi a 177°C cuando se mezclan con aire a concentraciones generalmente mayores al 60% en volumen de aire. A bajas temperaturas se requieren mayores presiones para la combustibilidad. No deben ser mezclados con el aire para pruebas de fuga. En general no se debe permitir que estén presentes con altas concentraciones de aire arriba de la presión atmosférica.

El R-134a tiene un punto de ebullición de -26,3°C. Esto demuestra que esta sustancia es adecuada como sustituto del refrigerante R-12.

El R-134a, cuya fórmula química es CF_3CH_2F , es un isómero de la sustancia R-134. Su denominación química exacta es 1,1,1,2 Tetrafluoroetano. Tal como se desprende de la fórmula estructural, la molécula no contiene ningún átomo de cloro, responsable de la descomposición del ozono, según el estado actual de la ciencia. Por eso se le adjudica a esta sustancia el potencial 0, respecto a la destrucción del ozono.

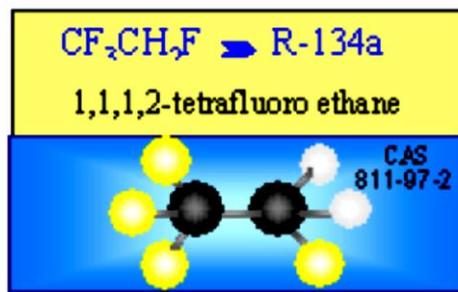


Figura 6.7. Denominación Química refrigerante R134A

(Fuente: Eduardo Hernández G. Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración” año 1984)

En el empleo de R-134a como refrigerante se pueden constatar las siguientes ventajas con respecto al R-12:

- Una temperatura final de compresión más baja.
- Los mismos diámetros de las tuberías conductoras del refrigerante.
- Casi iguales relaciones de compresión.

Como desventaja se podría citar:

- Se necesita un mayor volumen de cilindrada, es decir hay que emplear un
- compresor mayor.

- Calidad con una pureza: min. 99,9%.

Sus características, entre las más importantes tenemos:

- Gas incoloro: no explosivo
- Olor ligeramente etéreo: no irritante
- Químicamente estable: no corrosivo
- Libre de acidez: no inflamable

Los datos técnicos que posee el refrigerante R-134^a se muestran a continuación:

Tipo Gas		R-134a
Nombre químico		1,1,1,2-Tetrafluoroetano
Fórmula química		CF ₃ -CHF ₂
Número CAS		811-97-2
Masa molecular	Kg/kmol	102,0
Temperatura de ebullición a 1.013 bar	°C	-26,3
Punto de fusión a 1.013 bar	°C	-101
Temperatura crítica	°C	101,1
Presión crítica	bar	40,6
Densidad del líquido a -15°C	g/cm ³	1,343
Densidad del líquido a 30°C	g/cm ³	1,188
Calor latente de evaporación a -15°C	kJ/kg	206,8
Calor específico del líquido saturado a 30°C	kJ/kgK	1,440
Calor específico del vapor saturado a 30°C	kJ/kgK	1,104
Ratio de calor específico 1.013 bar y a 30°C (cp/cv)		1,115
Inflamabilidad		no inflamable

Tabla 6.1. Datos técnicos de refrigerante R134A

(Fuente: La Casa del Frío - proveedor)

En el gráfico presión-temperatura muestra su comportamiento al incrementarse el valor de sus propiedades.

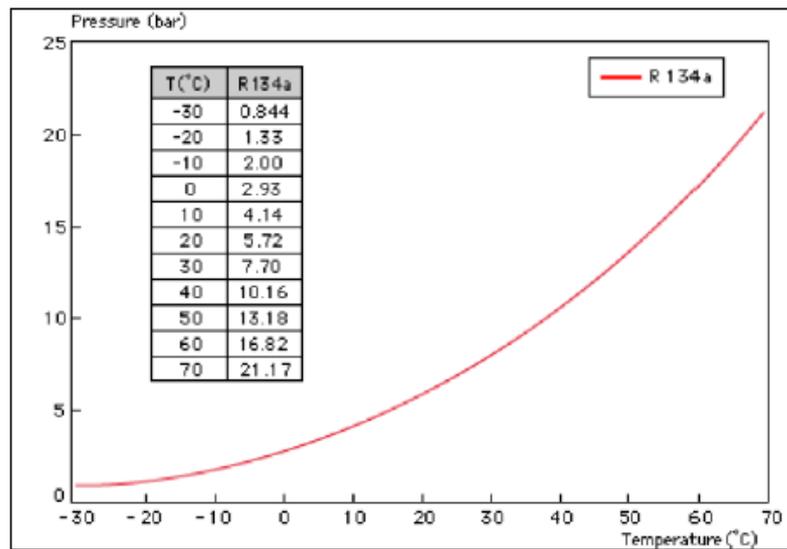


Figura 6.8. Presión Vs. Temperatura de F-134A

(Fuente: La Casa del Frío - proveedor)

En el siguiente tabla se muestra el valor de varias propiedades del refrigerante F-134a, a valores distintos de presión y temperatura.

Temperatura		Presión		Manómetro	Temperatura		Presión		Manómetro
[°C]	[°F]	[bar abs]	[psia]	Pul Hg/psig	[°C]	[°F]	[bar abs]	[psia]	Pul Hg/psig
-30	-22.00	0.84	12.24	-5.01	10	50.00	4.15	60.12	45.43
-29	-20.20	0.88	12.83	-3.81	11	51.80	4.29	62.15	47.46
-28	-18.40	0.93	13.44	-2.66	12	53.60	4.43	64.24	49.55
-27	-16.60	0.97	14.08	-1.26	13	55.40	4.58	66.38	51.69
-26	-14.80	1.02	14.75	0.06	14	57.20	4.73	68.57	53.88
-25	-13.00	1.06	15.43	0.74	15	59.00	4.88	70.82	56.13
-24	-11.20	1.11	16.14	1.45	16	60.80	5.04	73.12	58.43
-23	-9.40	1.16	16.88	2.19	17	62.60	5.21	75.47	60.78
-22	-7.60	1.22	17.63	2.94	18	64.40	5.37	77.89	63.20
-21	-5.80	1.27	18.43	3.74	19	66.20	5.54	80.36	65.67
-20	-4.00	1.33	19.24	4.55	20	68.00	5.72	82.90	68.21
-19	-2.20	1.39	20.10	5.41	21	69.80	5.90	85.49	70.80
-18	-0.40	1.45	20.97	6.28	22	71.60	6.08	88.15	73.46
-17	1.40	1.51	21.87	7.18	23	73.40	6.27	90.86	76.17
-16	3.20	1.57	22.81	8.12	24	75.20	6.46	93.64	78.95
-15	5.00	1.64	23.77	9.08	25	77.00	6.65	96.48	81.79
-14	6.80	1.71	24.77	10.08	26	78.80	6.85	99.38	84.69
-13	8.60	1.78	25.80	11.11	27	80.60	7.06	102.36	87.67
-12	10.40	1.85	26.85	12.16	28	82.40	7.27	105.40	90.71
-11	12.20	1.93	27.96	13.27	29	84.20	7.48	108.50	93.81
-10	14.00	2.01	29.09	14.40	30	86.00	7.70	111.68	96.99
-9	15.80	2.09	30.25	15.56	31	87.80	7.93	114.93	100.24
-8	17.60	2.17	31.45	16.76	32	89.60	8.15	118.23	103.54
-7	19.40	2.26	32.70	18.01	33	91.40	8.39	121.63	106.94
-6	21.20	2.34	33.97	19.28	34	93.20	8.63	125.08	110.30
-5	23.00	2.43	35.28	20.59	35	95.00	8.87	128.62	113.93
-4	24.80	2.53	36.64	21.95	36	96.80	9.12	132.21	117.52
-3	26.60	2.62	38.03	23.34	37	98.60	9.37	135.89	121.20

Tabla 6.2. Propiedades de refrigerante R134A

(Fuente: La Casa del Frío - proveedor)

6.6.4.3.- EVAPORADOR

El evaporador está localizado sobre el autobús, y sirve para absorber tanto el calor como el exceso de humedad dentro del mismo. En el evaporador el aire caliente pasa a través de las aletas de aluminio unidas al tubo; y el exceso de humedad se condensa en las mismas, y el sucio y el polvo que lleva el aire se adhiere a su vez a la superficie mojada de las aletas, luego el agua es drenada hacia el exterior.

La temperatura ideal del evaporador es 0 °C (32 °F). El refrigerante entra por el fondo del evaporador como líquido a baja presión. El aire caliente que pasa a través de las aletas del evaporador hacen que el refrigerante dentro de los tubos se evapore (el refrigerante tiene un punto de ebullición muy bajo).



Figura 6.9. Evaporador de sistema

(Fuente: La Casa del Frío - proveedor)

6.6.4.4.- CONDENSADOR

Aquí es donde ocurre la disipación del calor del refrigerante. El condensador tiene gran parecido con el radiador debido a que ambos cumplen la misma función. El condensador está diseñado para disipar calor, y normalmente está localizado frente al radiador, pero a veces, debido al diseño aerodinámico de la carrocería del vehículo, se coloca en otro lugar.

El condensador debe tener un buen flujo de aire siempre que el sistema esté en funcionamiento. Dentro del condensador, el gas refrigerante que proviene del compresor se encuentra caliente; en él es enfriado. Durante el mencionado enfriamiento, el gas se condensa para convertirse en líquido a alta presión.

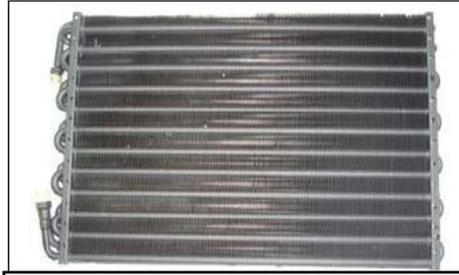


Figura 6.10. Condensador de sistema

(Fuente: La Casa del Frío - proveedor)

6.6.4.5.- BOTELLA DESHIDRATANTE Y RESERVA

Se utiliza en el lado de alta presión de los sistemas que utilizan una válvula de expansión térmica. Éste tipo de válvula requiere de líquido refrigerante, y para tener la seguridad de que sólo eso entrará a dicha válvula, se utiliza el depósito – secador, el cual separa el gas y el líquido, además de eliminar la humedad y filtrar las impurezas. Normalmente el depósito – secador tiene un vidrio de nivel, en la parte superior, el cual se utiliza para recargar el sistema; en condiciones normales, las burbujas de vapor no deben ser visibles por el vidrio de nivel.



Figura 6.11. Botella deshidratante

(Fuente: La Casa del Frío - proveedor)

6.6.4.6.- VÁLVULA DE EXPANSIÓN

Éste tipo de dispositivo de expansión es muy eficiente regulando el flujo de refrigerante que entra al evaporador. La válvula de expansión está en el circuito de entrada del evaporador y define el lado de alta y baja. Reduce la presión por expansión del fluido, dosificando la llegada del mismo al evaporador. El refrigerante debe evaporarse completamente en el evaporador y salir de él en estado gaseoso ligeramente recalentado.

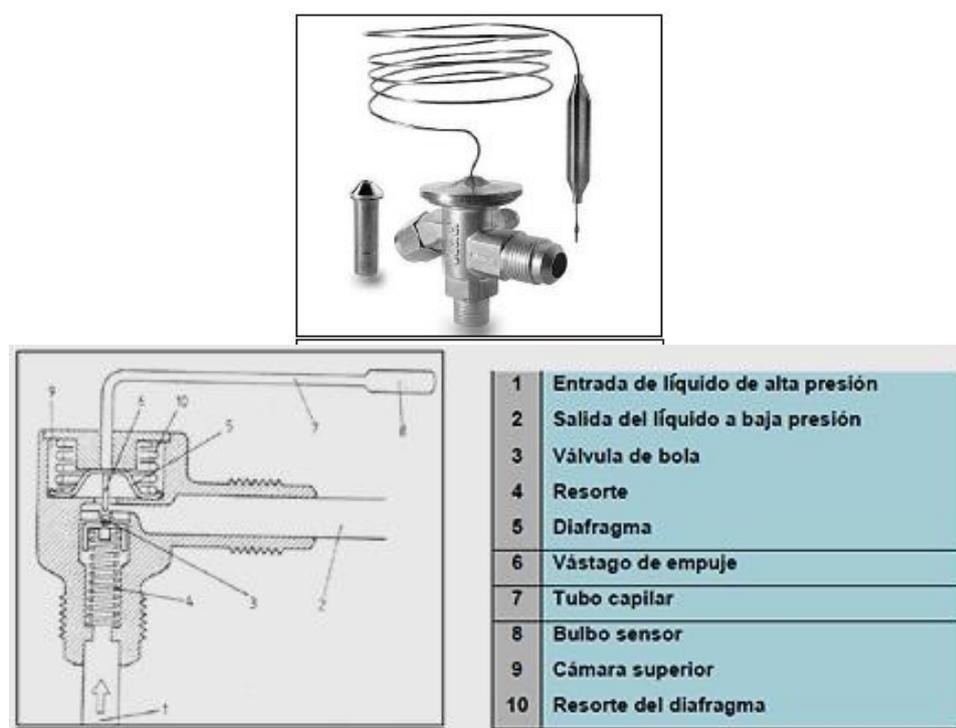


Figura 6.12. Válvula de expansión

(Fuente: La Casa del Frío - proveedor)

6.6.4.7.- ELECTRO-VENTILADOR

El electro-ventilador del condensador envía un flujo de corrientes de aire, suficiente para refrigerar el fluido a través del condensador. El electro-ventilador del condensador se conecta y desconecta en el rango de presiones establecidas por el fabricante



Figura 6.13. Electro-ventilador

(Fuente: La Casa del Frío - proveedor)

6.7.- DESARROLLO DE PROPUESTA

6.7.1.- CÁLCULOS PARA EL DISEÑO

6.7.1.1.- CARGAS TÉRMICAS

La conducción es el modo de transferencia de calor por el cual se verifica un intercambio de energía desde una región de alta temperatura hacia otra de baja temperatura, debido al impacto cinético o directo de moléculas. El calor fluye por conducción térmica, y su valor es expresado por la ecuación:

$$Q_1 = UxAx\Delta^{\circ}T \quad (\text{Ec.6.3})$$

Esta es la misma ecuación definida en la ley de Fourier de la conducción de calor para calcular la rapidez de flujo por conducción.

Dónde:

Q_1 : Calor que pasa a través de un componente [W].

U: Conductividad térmica del componente estructural en W/m² por grados Kelvin de diferencia de temperatura entre la superficie exterior y la superficie interior del componente. [W/ m² °K]. Para este proyecto U carrocería = 2.53 W/ m² °K; U vidrios: 5.12 W/ m² °K.

A: Área del componente estructural que queda expuesto a la temperatura interior y la temperatura exterior [m²].

Δ°T: Diferencia de temperatura entre el interior y el exterior [°K].

También el calor ingresa al interior del vehículo por radiación solar a través de los parabrisas y vidrios del coche, para estimar la cantidad que entra al vehículo utilizamos la siguiente expresión:

$$Q_2 = R * A \quad (\text{Ec.6.4})$$

Dónde:

R: Aportación a través de vidrio latitud 0° al medio día [800 W / m² °K].

A: Área de vidrio expuesto [m²].

Para determinar la carga total de calor que entra en el interior del autobús particularmente al habitáculo del chofer, se utiliza la ecuación de la ley de Fourier, aplicándola al techo y vidrios del coche, así como a las puertas, para tener la carga térmica que debemos desalojar, para así determinar los elementos del sistema de refrigeración.

La energía entregada por el calor emitido por la superficie de la tapa máquina, se determina por la siguiente relación:

$$Q_3 = \varepsilon * \sigma * A * T_s^4 \quad (\text{Ec.6.5})$$

Dónde:

ε: Emisividad de la superficie.

σ: Constante de Boltzman [W/m²·°K⁴].

A: Área superficial [m²].

Ts: Temperatura superficial [°K].

La potencia necesaria que se necesita se resumen en las siguientes tablas de cálculo:

PARTE	LARGO (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m ²)	U (W/m ² .°K)	DT (°C)	Q ₁ (W)
PISO	1,600	2,450	3,920	2,530	10	99,18
PAREDES 1	1,600	0,700	1,120	2,530	10	28,34
PAREDES 2	0,500	0,700	0,350	2,530	10	8,86
TECHO1	1,200	1,220	1,464	2,530	10	37,04
TECHO2	1,200	0,660	0,792	2,530	10	20,04
TAPA MÁQUINA	1,100	0,850	0,935	0,035	10	0,33
TOTAL						193,77

Tabla 6.3. Cálculos Térmicos de Carrocería

(Fuente: El autor)

PARTE	LARGO (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m ²)	U (W/m ² .°K)	DT (°C)	Q ₂ (W)
PARABRISAS	1,200	1,590	1,908	6,300	10	120,20
VIDRIO LATERAL 1	1,170	0,850	0,995	6,300	10	62,65
VIDRIO LATERAL 1	0,300	1,250	0,375	6,300	10	23,63
PUERTA DELANTERA	2,000	0,700	1,400	6,300	11	97,02
TARJETERO	2,400	0,280	0,672	6,300	10	42,34
TOTAL						345,84

Tabla 6.4. Cálculos Térmicos en cristales

(Fuente: El autor)

PARTE	LARGO (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m ²)	R (W/m ² .°K)	Q ₃ (W)
PARABRISAS	1,200	1,590	1,908	800	1526,40
VIDRIO LATERAL 1	1,170	0,850	0,995	800	795,60
VIDRIO LATERAL 1	0,300	1,250	0,375	800	300,00
PUERTA DELANTERA	2,000	0,700	1,400	800	1120,00
TARJETERO	2,400	0,280	0,672	800	537,60
TAPA MÁQUINA	1,100	0,850	0,935		402,93
TOTAL					4682,53

Tabla 6.5. Cálculos Térmicos por radiación

(Fuente: El autor)

Agregamos un 10% adicional por errores en la estimación de la carga y posibles entradas de calor no consideradas; entonces, la carga térmica total es:

$$QT = (Q_1 + Q_2 + Q_3) * 1.1 \quad (\text{Ec.6.6})$$

$$QT = (193,77 + 345,84 + 4682,53) * 1.1$$

$$QT = 5744,35 \text{ W}$$

$$QT = 5744,35 * 3.41 = 19588,23 \text{ Btu/h}$$

6.7.1.2.- CÁLCULO DE LAS RPM EN LAS POLEAS DEL COMPRESOR

DATOS

Diámetro # 1 de la polea motriz: 120 mm

Diámetro # 2 de la polea compresor: 110 mm

Revoluciones motriz # 1: 950 rpm

RPM de la polea # 2 del compresor:

$$d1 \times N1 = d2 \times N2 \quad (\text{Ec.6.7})$$

$$N2 = \frac{d1 \times N1}{d2} = \frac{120 \times 950}{110} = 1036 \text{ rpm}$$

EN ESTADO RELANTI

Capacidad frigorífica: 2.75 KW a 1030 rpm

Capacidad frigorífica = $2.75 * 3412 = 9383$ Btu/h

Potencia consumida: 1.5 KW

Potencia consumida: $1.5 * 1.34 = 2.01$ HP

EN ACELERACIÓN NORMAL ZONA URBANA

Capacidad frigorífica: 5.0 KW a 2000 rpm

Capacidad frigorífica = $5.0 * 3412 = 17060$ Btu/h

Potencia consumida: 1.5 KW

Potencia consumida: $2.8 * 1.34 = 3.75$ HP

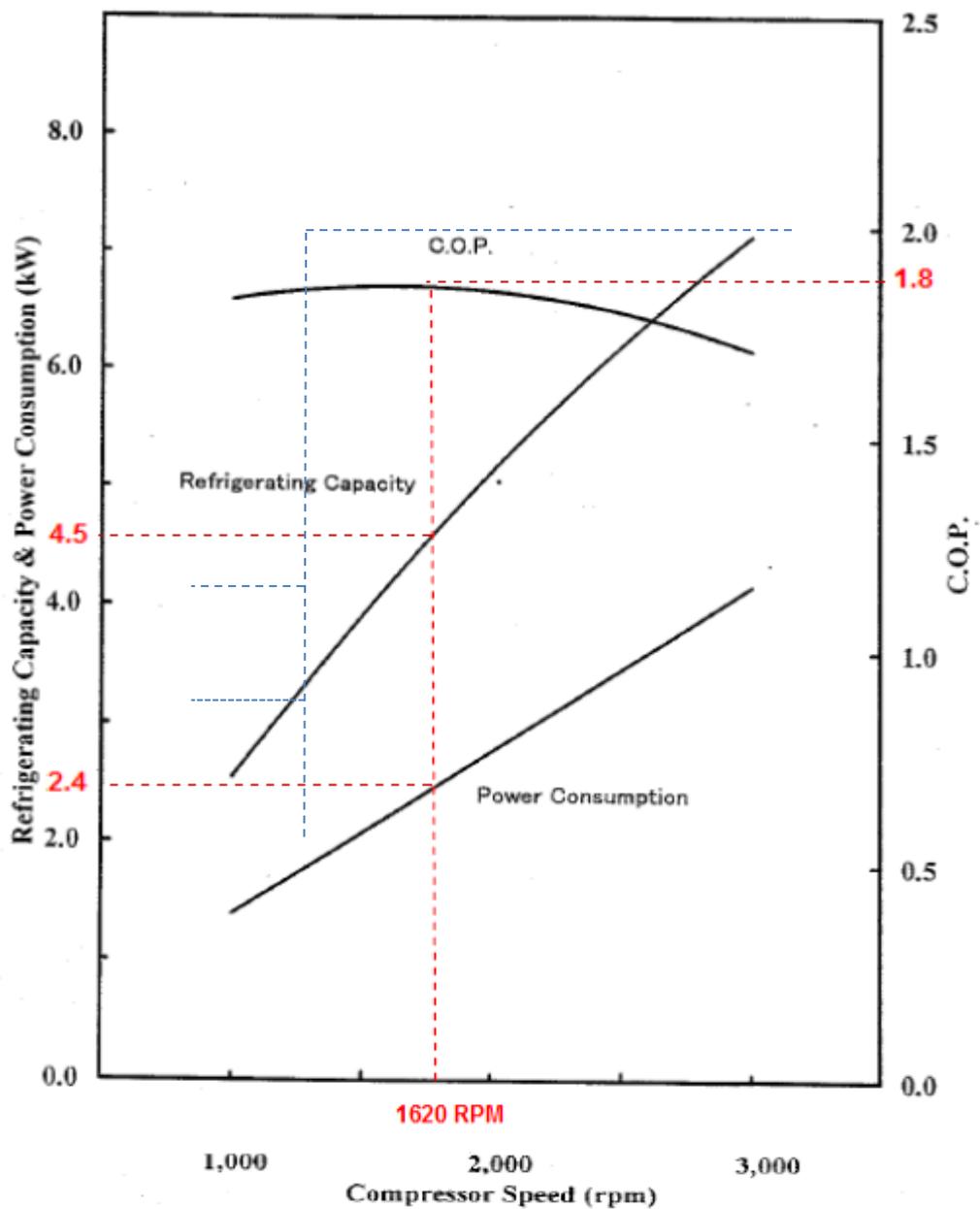


Figura 6.14. Curva del funcionamiento del compresor TM-16 a 1030 RPM

(Fuente: La Casa del Frío - proveedor)

Para asegurar la climatización interior, se adquiere la serie de compresor TM16 DE 2 CANALES 24V JAPONÉS, con una capacidad de enfriamiento nominal de 24000 Btu/h 1200 rpm. Esto nos quiere decir que trabajará con la capacidad de 20600 Btu/h en estado relanti, siendo suficiente para contrarrestar la carga térmica determinada.

6.7.1.3.- SELECCIÓN DE CORREA DE POLEA MOTRIZ

Paralelamente como la potencia no sobrepasa los 5HP, la incidencia de la potencia total del motor del VWG 17210 de 210 HP, es casi imperceptible. Esto también permite seleccionar la correa de transmisión siendo una correa de tipo A, al funcionar a bajas revoluciones y potencia de transmisión.

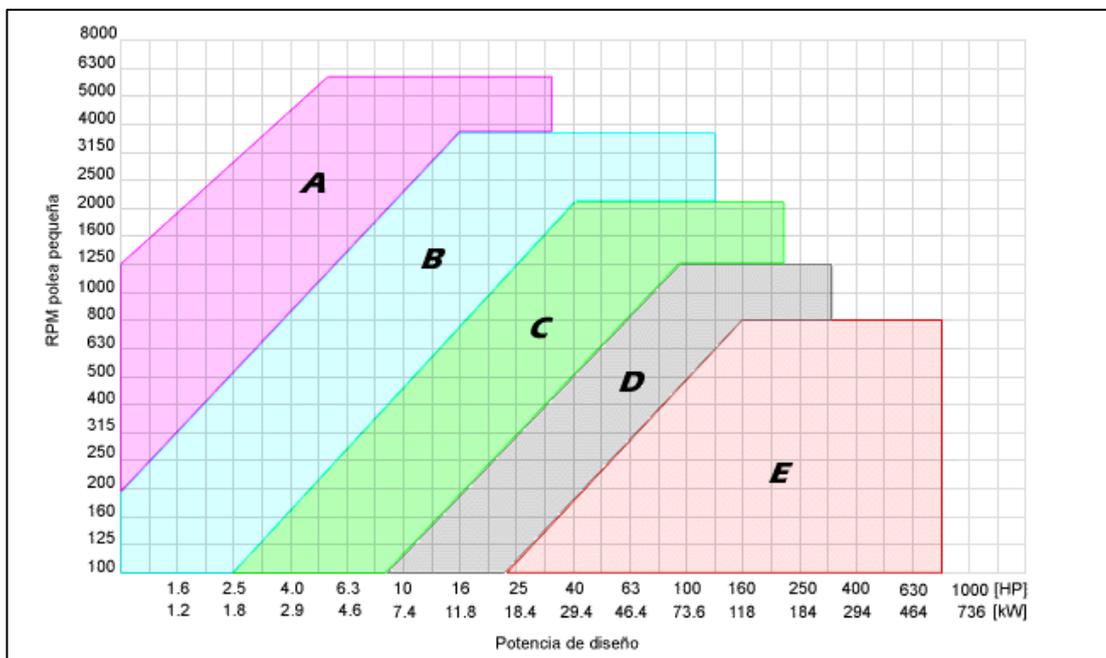


Figura 6.15. Selección de perfil de correa

(Fuente: La Casa del Frío - proveedor)

6.7.1.4.- SELECCIÓN DEL CONDENSADOR

Para determinar la potencia a disipar en el condensador (según catálogo CZ5 de anexo D2), multiplicamos la capacidad del compresor según las temperaturas de evaporación y condensación, por los factores de corrección.

$$P_c = F_1 * F_2 * F_3 * F_4 * F_5 * P_{cp} \quad (\text{Ec.6.8})$$

Dónde:

P_c: Potencia condensador [KW].

F₁: Tipo de compresor: abierto, hermético, semi-hermético.

F2: Temperatura ambiente, t_a [°C].

F3: $^{\circ}T = t_c - t_a$.

F4: Refrigerante.

F5: Altitud [m].

P_{pc} : Potencia Frigorífica del Compresor [KW].

t_e : Temperatura de evaporación [°C].

t_c : Temperatura de condensación [°C].

En el gráfico del Anexo D6, mediante la temperatura de evaporación (t_e) del refrigerante R-134^a de -26°C y la temperatura ambiente (t_a) de 30°C; entonces tenemos que F1 tiene un valor de 1.28. Para F2 obtenemos de la respectiva tabla de anexo mencionado, el valor de 1.01. La diferencia de temperatura entre t_a y t_c es de 10°C; entonces el factor F3 equivale a 1.50. Finalmente el factor de refrigerante F4 es de 1.03 y el factor de altitud equivale a 1, porque aproximadamente es sobre el nivel del mar; entonces tenemos que:

$$P_c = 1.28 * 1.01 * 1.50 * 1.03 * 1.0 * 24000 \text{ BTU}$$

$$P_c = 47937.024 \text{ BTU}$$

$$P_c = 14.05 \text{ KW}$$

Se selecciona el condensador modelo CZ5-2851.68 con capacidad de 14.5 KW.

6.7.1.5.- SELECCIÓN DEL EVAPORADOR

Naturalmente que el evaporador debe suplir la cantidad de calor calculada, además es de suma importancia que los ventiladores tengan la capacidad suficiente para remover el flujo de aire del sistema; entonces tenemos:

$$\dot{m}_T = \frac{\dot{Q}_T}{C_p * \Delta T} \quad (\text{Ec.6.9})$$

Dónde:

\dot{m}_T : Flujo de aire total del sistema [lbm/h].

\dot{Q}_T : Flujo de calor total del sistema [Btu/h].

C_p : poder calorífico [Btu/lbm°F].

ΔT : incremento de temperatura [°F].

El incremento de temperatura es en promedio de 16°C, ya que la temperatura de confort oscila entre los 20-22 °C, y la temperatura ambiente es de 35°C.

Tomando las propiedades del aire a 35°C (95°F), C_p tiene un valor de 0.2404 Btu/lbm.°F y una densidad (δ_{aire}) del aire de 0.07217 lbm/p³; entonces se obtiene:

$$\dot{m}_T = \frac{24000}{0.2404 * 59} = 1692 \text{ lbm/h}$$

En tal virtud el caudal del aire que debe sustentar los ventiladores del evaporador es:

$$Ca = \frac{\dot{m}_T}{\delta_{\text{aire}}} \quad (\text{Ec.6.10})$$

$$Ca = \frac{1692 \text{ lbm/h}}{0.07217 \text{ lbm/p}^3} = 23444.64 \frac{\text{p}^3}{\text{h}} = 664,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

Se selecciona el evaporador marca UAC modelo: UN 0891C, con capacidad de enfriamiento 8116 Kcal/h (32196 Btu/h), 610 CFM (1036 m³/h) de volumen de aire, con selector de tres velocidades para su regulación, y naturalmente con un voltaje de operación de 12V. Este evaporador cumple con mucha solvencia el requerimiento, y se selecciona en particular por su disponibilidad.

6.7.1.6.- DISEÑO DE DUCTOS

La premisa en el diseño de ductos tanto en la succión como en la descarga es que la dimensión de las tomas deben ser mayor o igual a las originales de los elementos impulsores; es decir que si se quiere cambiar su forma según la necesidad de instalación, se debe como mínimo conservar el área transversal de las tomas de succión y descarga.

La velocidad de salida del ventilador se halla mediante:

$$Ca_1 = A_1 * v_1 \quad (\text{Ec.6.11})$$

Dónde:

A_1 : Área transversal de salida del ventilador [m^2].

v_1 : Velocidad de flujo de aire a la salida del ventilador [m/h].

$$A_1 = (0.8m * 0.1m) = 0.08m^2$$

$$v_1 = \frac{Ca_1}{A_1} = \frac{664.4}{0.08} = 8305 \frac{m}{h} = 138.4 \frac{m}{min} = 2.3m/seg$$

Por condiciones de modelo al interior de vehículo, se distribuye el flujo a razón de $\frac{1}{4}$ para llevarlo por el parante delantero hacia los pies del chofer y los $\frac{3}{4}$ del flujo soplará sobre la cabeza del mismo conductor; entonces:

$$AR1 = \frac{1}{4} A_1 = 0.02 \text{ m}^2$$

$$AR2 = \frac{3}{4} A_1 = 0.06 \text{ m}^2$$

Las pérdidas de carga reales son prácticamente iguales a las teóricas determinadas por el Gráfico de Rozamiento de ASHRAE para conductos cilíndricos de chapa galvanizada, dentro del campo de velocidades de 0 a 15 m/s. En estas condiciones, es posible la utilización directa del gráfico indicado, por lo que se procede del modo siguiente:

- a) Establecer el diámetro del conducto rectangular, con una sección circular que presenta la misma pérdida de carga para igual caudal. Para ello, se utiliza la equivalencia:

$$De = 1.3 \frac{(a * b)^{0.625}}{(a + b)^{0.25}} \quad (\text{Ec.6.12})$$

Dónde:

De: Diámetro equivalente [mm].

a y b: Lados del conducto rectangular [mm].

- b) Conocido el caudal (m³/ h) y el valor “De”, se determina la pérdida de carga en el gráfico de Rozamiento correspondiente a estos conductos.

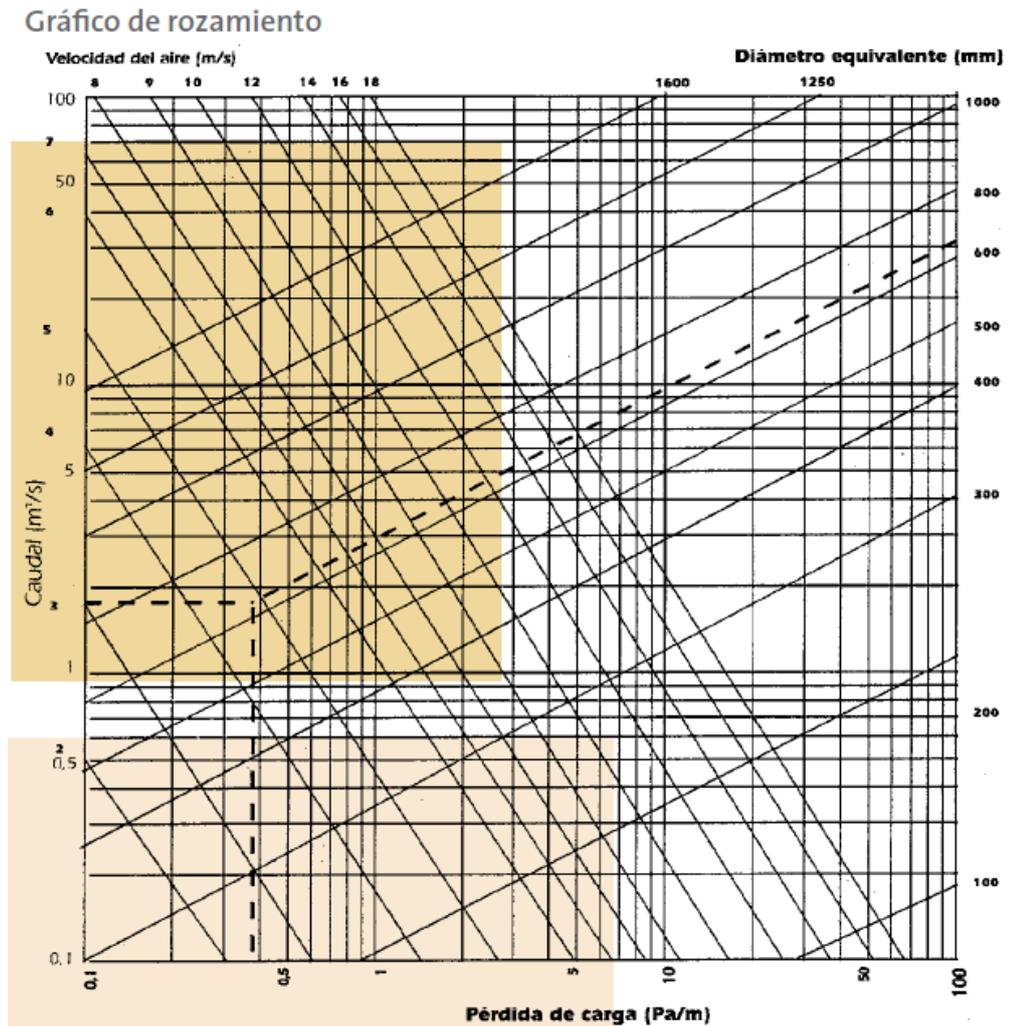


Figura 6.16. Gráfico de Rozamiento de ASHRAE para conductos cilíndricos de chapa galvanizada

(Fuente: Manual de Conductos de aire acondicionado CLIMAVÉR)

Ramal	a (mm)	b (mm)	A (mm ²)	De (mm)	Ca (m ³ /seg)	-P/m (Pa/m)	L (m)	-P (Pa)
Ramal 1	100	200	20000	152,3	0,05	7	2,3	16,10
Ramal 2	100	600	60000	244,9	0,14	0,4	0,48	0,19
TOTAL								16,292

Tabla 6.6. Cálculos pérdidas de presión en ductos

(Fuente: El autor)

La pérdida de presión en la descarga se le considera como despreciable; ya que dicha pérdida en los dos ramales de descarga sumados da un valor bajo de 16.292 Pa. Esto se debe a que las pérdidas de presión en ductos de acero galvanizado, afectan a partir de 6 veces su longitud equivalente (Gráfico de Rozamiento de ASHRAE para conductos cilíndricos de chapa galvanizada- CLIMAVÉR); en este caso, ninguno de los dos ramales sobrepasa su longitud en el mencionado valor.



Foto 6.1. Ducto de succión del evaporador

(Fuente: El autor)

6.7.2.- INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

6.7.2.1.- PROCESO DE INSTALACIÓN DE SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

Una vez diseñado y seleccionado todos y cada uno de los equipos necesarios para la implementación del sistema de enfriamiento, se diseña el proceso de instalación de los equipos sobre el Autobús, como se muestra en el siguiente esquema:

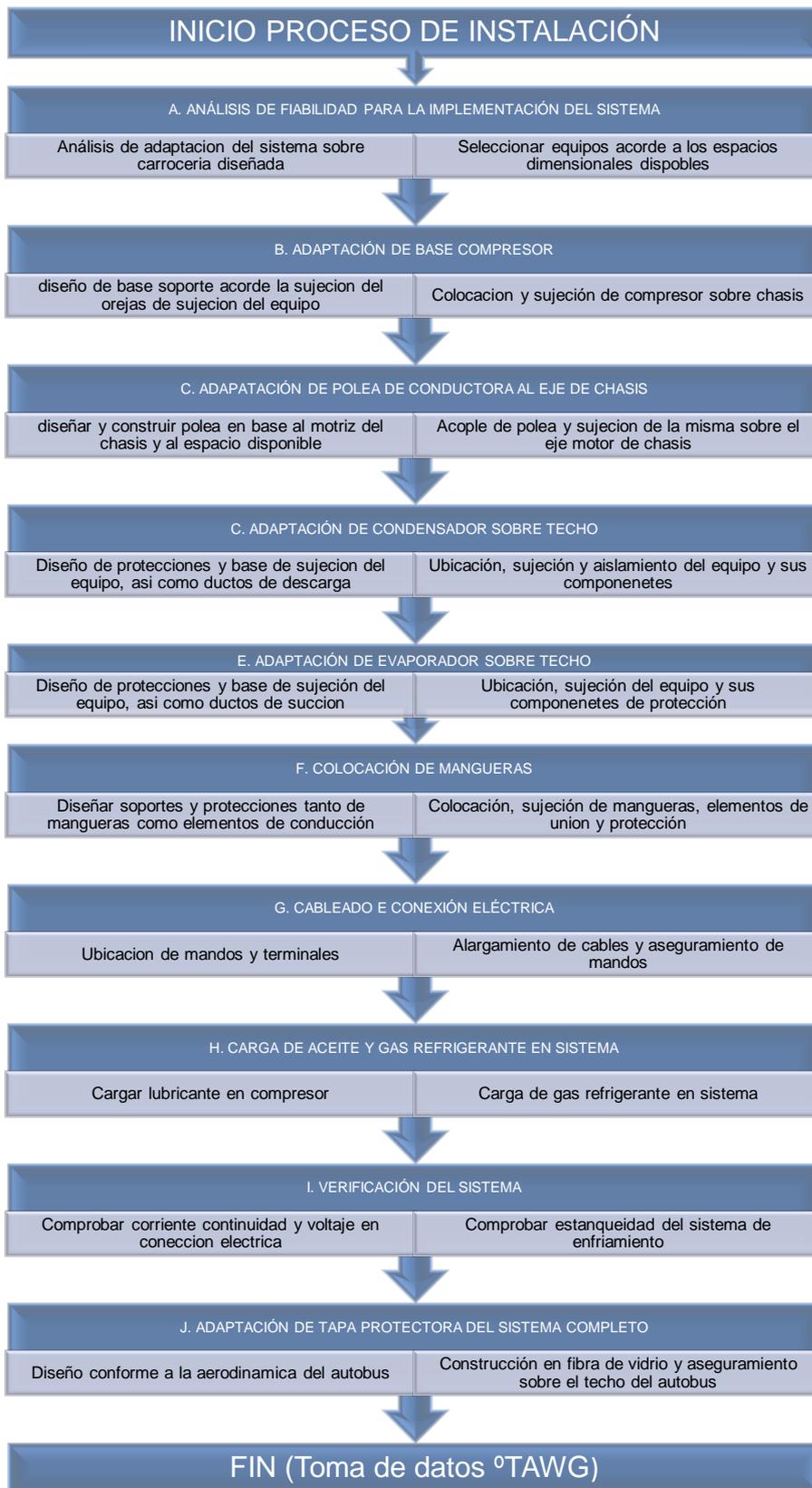


Figura 6.17. Proceso de instalación de sistema de aire acondicionado

(Fuente: La Casa del Frío - proveedor)

6.7.2.2.- ANÁLISIS DE FIABILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Los clientes demandan sistemas fiables, y más aún en el sector carroceros. El cliente de la costa es muy exigente, en la calidad y fiabilidad de sus vehículos. Su experiencia de muchos años en la profesión y los modos falla en el historial del transporte ecuatoriano, les hacen demandar a los fabricantes confiabilidad en las unidades automotores.

En nuestra propuesta, utilizaremos una técnica usada por la ingeniería de ensambladoras automotrices. La técnica denominada FMEA.

El análisis de los modos y de los efectos de fallo (FMEA) es metodología para analizar problemas potenciales de la confiabilidad temprana en el ciclo de desarrollo donde está más fácil tomar acciones para superar estas ediciones, de tal modo se pueda elevar la confiabilidad del diseño. FMEA se utiliza para identificar modos de fallo potenciales, para determinar su efecto sobre la operación del producto, y para identificar acciones para atenuar las fallas.

Componentes principales a ser examinados por un FMEA son:

- Polea de transmisión motriz.
- Compresor.
- Condensador.
- Mangueras y ductos conductores.
- Ductos de circulación de aire.

COMPONENTE: POLEA DE TRANSMISIÓN MOTRIZ

FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA (CAUSA FALLA)	EFEECTO FALLA	PREVISIÓN DE DISEÑO / ADAPTACIÓN	
1	Transmitir el movimiento giratorio del eje motriz del chasis hacia el compresor	1	No transmitir la velocidad y fuerza giratoria para con el compresor	A	Ruptura de polea	Sistema de A/C inutilizado	Material seleccionado para la construcción resistente a la potencia transmitida
				B	Elementos de apriete deficientes	sistema de A/C inutilizado, puede causar colisiones con elementos motriz del chasis	Elementos de uniones acerados grado 8 o superior, apretados con el ajuste necesario y pega especial para pernos
				C	Banda rota o sin ajuste	Inmovilización del sistema de A/C	Colocar polea loca o de ajuste, y seleccionar banda acorde a la potencia de transmisión requerida

Tabla 6.7. Análisis FEMEA de Polea de transmisión motriz
(Fuente: El autor)

COMPONENTE: COMPRESOR

FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA (CAUSA FALLA)	EFEECTO FALLA	PREVISIÓN DE DISEÑO / ADAPTACIÓN	
1	Capacidad de comprimir el gas refrigerante suficiente para el desenvolvimiento óptimo del sistema de A/C	1	Incapacidad de comprimir el gas refrigerante	A	Revoluciones motrices bajas	Generación de gas y presión incapaz de enfriar el aire en el intercambiador de calor	Selección de sistema de A/C que cubra las necesidades con de enfriamiento con revoluciones motrices generadas por chasis Volkswagen
				B	Remordimiento de eje motriz de compresor	Generación de gas y presión incapaz de enfriar el aire en el intercambiador de calor	Recomendaciones al cliente sobre el mantenimiento preventivo mínimo necesario
				C	Desalineamiento del eje motriz con eje motor de compresor	Desgaste de elementos internos del compresor y trabajo ineficiente del mismo	Montaje alineado y balanceado paralelo al eje motriz del chasis. Recomendaciones de inspecciones periódicas del componente en el mantenimiento preventivo
				D	Deterioro y rotura de componentes internos	Deshabilitación del equipo para efectuar su trabajo	Colocar protecciones en el sistema sobre todo en el retorno de gas en fase líquida, por medio de acumuladores y/o válvulas check

Tabla 6.8. Análisis FEMEA de Compresor
(Fuente: El autor)

COMPONENTE: CONDENSADOR

FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA (CAUSA FALLA)		EFECTO FALLA		PREVISIÓN DE DISEÑO / ADAPTACIÓN	
1	Absorber tanto el calor del refrigerante que entrega el compresor	1	No ser capaz de absorber el calor y humedad en circulación del sistema de A/C	A	Rotura de aletas y tuberías	Ineficiencia en el intercambiador de calor	Colocar protecciones pertinentes contra golpes o estrellamientos de cuerpos extraños del ambiente circundante.		
				B	Obstrucción interna y externa de fluidos	Ineficiencia en el intercambiador de calor, sobrecarga del sistema circulatorio, obstrucción al libre circular del aire ambiente para el enfriamiento	Colocar protecciones pertinentes contra golpes o estrellamientos de cuerpos extraños del ambiente circundante. Inspección periódica del componente limpiando contra incrustaciones de cuerpos extraños. Mantenimiento preventivo del intercambiador como una limpieza interna de ductos.		
				C	Remordimiento de Electroventiladores o su daño	Desaceleración del enfriamiento	Prever protecciones contra cuerpos extraños. Chequear alimentación eléctrica		

Tabla 6.9. Análisis FEMEA de Condensador
(Fuente: El autor)

COMPONENTE: MANGUERAS Y DUCTOS CONDUCTORES

FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA (CAUSA FALLA)		EFECTO FALLA	PREVISIÓN DE DISEÑO / ADAPTACIÓN
1	Mantener la circulación normal del refrigerante por todo el sistema de A/C	1	No permitir la libre circulación del fluido	A	Rotura de mangueras	Fugas del refrigerante	Agujeros sin filos cortantes y adición de protecciones antirasgaduras como cauchos alrededor de mangueras.
				B	Mangueras dobladas	Sobre carga en el sistema de circulación por sobreesfuerzo de los equipos de impulsión	Diseño de maguereado con curvas no pronunciadas y ligeras.
				C	Fugas en elementos de unión	reducción de carga de refrigerante en el sistema	Inspección periódica, y corregimiento inmediato de averías.

Tabla 6.10. Análisis FEMEA de Mangueras y ductos conductores

(Fuente: El autor)

COMPONENTE: DUCTOS DE CIRCULACIÓN DE AIRE

FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA (CAUSA FALLA)		EFECTO FALLA	PREVISIÓN DE DISEÑO / ADAPTACIÓN
1	Mantener la circulación normal del aire frío y caliente en una pura en todo el sistema de enfriamiento del mismo	1	No transportar el aire por el sistema cumpliendo los requisitos de confort y salud para con el chofer	A	cambios bruscos de dirección del aire	Ruidos, y generación de turbulencias que atascan la libre circulación del aire	Minimizar dichos cambios de dirección y dimensión de tomas y descargas de aire.
				B	filtros sucios	Sobre carga en el sistema de circulación por sobreesfuerzo de los equipos de impulsión y aire contaminado	Filtros de fácil colación y recambio. Realizar recomendaciones de mantenimiento preventivo
				C	Fugas en ductos y sus uniones	pérdida de volumen de aire para el acondicionamiento	Evitar uniones soldadas, sellar uniones, utilizar acero galvanizado de espesor necesario.

Tabla 6.11. Análisis FEMEA de Ductos de circulación de aire

(Fuente: El autor)

6.7.2.3.- ADAPTACIÓN DE BASE COMPRESOR

Es fundamental que se tenga grados de libertad para la alineación del compresor con el eje principal de motor, para esto se puede utilizar tornillos con doble tuerca y agujeros tipo ojo chino como se muestra en la foto.



Foto 6.2. Base soporte de compresor

(Fuente: El autor)

La placa base tiene un espesor de $\frac{1}{4}$ " de pulgada, según la pruebas hechas, este espesor permite minimizar movimientos bruscos que desalíen el paralelismo entre eje motriz y eje compresor, también permite que el compresor se mantenga rígido y no produzca atascamientos por vibración del vehículo encendido y por movimientos por caminos malos.



Foto 6.3. Montaje de compresor sobre base y chasis

(Fuente: El autor)

6.7.2.4.- ADAPTACIÓN DE POLEA SOBRE EJE MOTOR

Polea construida de acero de transmisión de 5.5 plg de diámetro, acoplada al eje principal del motor que se une al ventilador de radiador. Para su adaptación se desarma el eje base del ventilador, y sobre este se adapta la polea de transmisión de motriz para unirla a la polea del compresor como se denota en la fotografía.

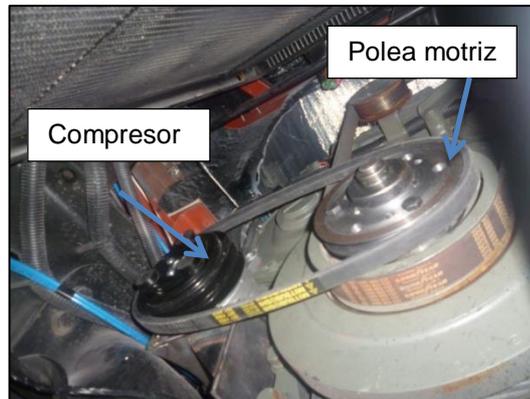


Foto 6.4. Alineación de polea compresor - motriz

(Fuente: El autor)

6.7.2.5.- ADAPTACIÓN DE CONDENSADOR SOBRE TECHO

La consideración importante que se toma al adaptar un equipo complementario, radica que puede ser móvil para su reparación en campo; o pueda desacoplarse con facilidad para reparaciones en talleres técnicos, con el fin de no interrumpir el trabajo diario y continuo del autobús.



Foto 6.5. Base soporte de Evaporador sobre techo de autobús

(Fuente: El autor)

Este elemento debe ser aislado completamente en todas sus paredes, es así que el techo es insulado con una capa de 3 a 4 cm y las demás paredes del equipo aislados con lana de vidrio de 1 pulgada más Superlon metalizado (Polietileno reticulado) de 1 cm, esto permite evitar la transferencia de calor hacia el interior, y no caliente el aire frío impulsado por el condensador.



Foto 6.6. Tapa del evaporador

(Fuente: El autor)

Las tapas y protectores en general son diseñados y fabricados en lámina de acero galvanizado de 1.1mm conformados a las formas de los equipos, colocados aislante térmico en sus paredes internamente.

6.7.2.6.- ADAPTACIÓN DE EVAPORADOR SOBRE TECHO



Foto 6.7. Evaporador ensamblado

(Fuente: El autor)

Por el trabajo que desempeña, esta unidad debe mantenerse libre de obstáculos para la circulación de aire del ambiente exterior, que abarque si es posible todas las caras del evaporador. En nuestro caso particular, la circulación frontal queda un poco obstruida por la tapa de protección del condensador, pero la circulación de aire queda libre en las partes laterales, posterior y por la parte baja ya que se elevó el nivel a 5 cm de la superficie del techo del bus, medida apropiada y no deforma el nivel de instalación del todo el equipo.



Foto 6.8. Alerones de tapa de equipo A/C

(Fuente: El autor)

6.7.2.7.- COLOCACIÓN DE MANGUERAS

Las mangueras son muy importantes por la facilidad en su manipulación, también es de gran ayuda en sistemas donde el direccionamiento tienen varios quiebres de sentido. En el autobús, la distancia recorrida desde el compresor al condensador es amplia, y por la configuración de la carrocería los quiebres mencionados son necesarios.



Foto 6.9. Sujeción de mangueras por debajo de chasis

(Fuente: El autor)

El aseguramiento es importante, ya que al ser elementos flexibles y propensos al corte o daño que un elemento de cobre o aluminio, se debe sujetar sobre elementos rígidos y de ser posible en conjunto para evitar confusiones con otras mangueras que el chasis posee y permita un mantenimiento fácil.

6.7.2.8.- CABLEADO Y CONEXIÓN ELÉCTRICA

El condensador de alto rendimiento incorpora todas las conexiones para la tres velocidades de flujo, energización y termostato, al ser este equipo de tipo genérico, para camionetas, se tuvo que alargar los cables de las distintas conexiones mencionadas, por la ubicación en el autobús (mirar plano general en el Anexo E).

El alargamiento de los conductores debe ser un número próximo mayor o igual que los conductores originales, para evitar un funcionamiento inapropiado del equipo, como también provocar calentamiento de los mismos que pueden llegar a cortos circuitos indeseados.



Foto 6.10. Base soporte de Evaporador sobre techo de autobús

(Fuente: El autor)

El mando del sistema debe ser colocado en un lugar específico de tal manera que solo el chofer tenga acceso, y pueda manipularlo mientras conduce.

6.7.2.9.- CARGA DE GAS REFRIGERANTE EN SISTEMA

El sistema de acondicionamiento de aire contiene refrigerante HFC-134a (R-134a). Antes de proceder con la carga de refrigerante se debe tener en cuenta las siguientes advertencias de seguridad.

- No se debe poner los ojos en el refrigerante, cualquier líquido refrigerante, que se escape accidentalmente puede causar graves lesiones. Para proteger los ojos de esta clase de accidentes, es necesario llevar siempre gafas de seguridad. Si el refrigerante R – 134a, toca sus ojos consulte inmediatamente a un médico.
- No se debe manipular refrigerante cerca de donde estén realizando soldaduras o limpiezas con vapor.
- Se debe conservar el refrigerante en un lugar frío y oscuro. Nunca se deben almacenar en lugares donde la temperatura es elevada por ejemplo expuesto a la luz del sol.
- Evite respirar los vapores producidos cuando se quema el R-134a, estos vapores pueden ser perjudicial para la salud.

PRECAUCIONES

- Cargue siempre a través del lado de baja presión del sistema A/C.
- Nunca cargue a través del lado de alta presión del sistema A/C.
- No efectúe la carga mientras el compresor este caliente.
- Siempre se debe utilizar manómetros, antes y durante el proceso de carga.
- Debe vaciar completamente el recipiente de refrigerante antes de descartarlo.

PROCEDIMIENTO DE CARGA

Este proceso sirve para cargar refrigerante sea en estado gaseoso o en estado líquido. La forma líquida (contenedor invertido) es más rápida pero se necesita conocer la cantidad exacta de refrigerante a cargar, para lo cual se utilizará una balanza para pesarlo. No utilizamos este método de carga.

Se puede cargar refrigerante en estado gaseoso por el lado de baja presión y con la botella en su posición habitual (es más lenta pero apropiada la primera vez que se carga un sistema nuevo en el que se desconoce la cantidad de refrigerante que debe ingresar).

Recomendaciones para cargar:

1. Procedemos a colocar el juego de medidores múltiples (manómetros), en su posición. Abra la válvula del recipiente del refrigerante para purgar la condición de carga, por último abra la válvula de lado de baja presión.
2. Comprobar que la válvula de lado alta presión este firmemente cerrada.

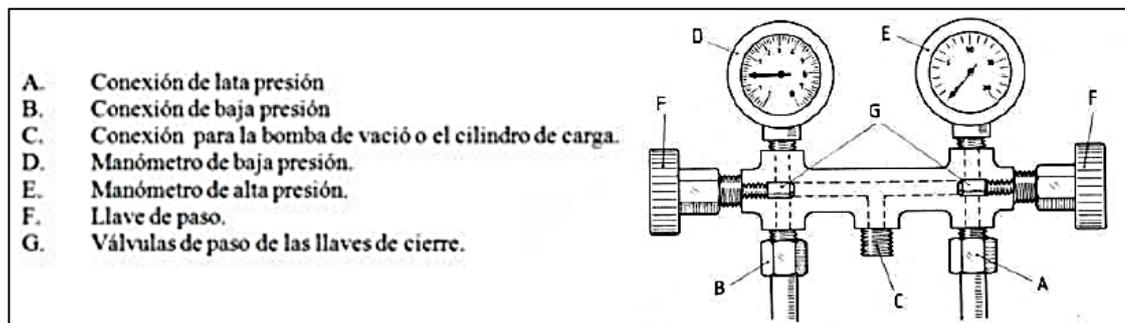


Figura 6.18. Manómetros de descarga de refrigerante

(Fuente: Eduardo Hernández G. Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración)

3. Por varios minutos se deja cargar, después encendemos en este caso el sistema A/C.
4. Cargue el sistema A/C con refrigerante en estado vapor. Durante este tiempo el recipiente del refrigerante se debe mantener vertical.
5. Después de cargar el sistema con la cantidad de refrigerante especificado, o cuando los manómetros de alta y baja presión hayan indicado el valor especificado respectivamente, cierre las válvulas de lado de baja presión del juego de medidores múltiples.
6. Manómetro de baja presión cuando el sistema está cargado con la cantidad especificada. Aproximadamente 245 kPa (2.5 kg/cm², 35.5 psi).
7. Manómetro de alta presión cuando el sistema está cargado con la cantidad especificada. Aproximadamente 1470kPa (215kg/cm², 213psi).

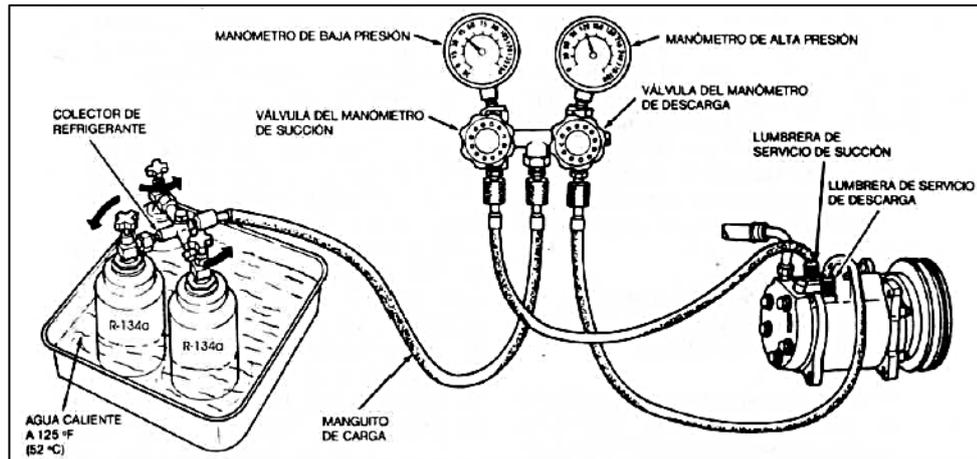


Figura 6.19. Conexión de sistema para carga de refrigerante por el lado de baja presión
(Fuente: Eduardo Hernández G. Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración” año 1984)

6.7.2.10.- VERIFICACIÓN DEL SISTEMA

- Se procedió a realizar una inspección visual, parte por parte del sistema A/C con el objetivo de detectar alguna anomalía.
- Observamos que todos los componentes estén en perfecto estado de operación (Compresor, evaporador, etc.) y que no haya problemas para su operación.
- Se procede a verificar que los valores de voltaje, corriente y continuidad estén correctos, en todo el circuito de energización.
- Ejecutar pruebas de funcionamiento.

En las pruebas de funcionamiento, se verifica entre otras cosas lo siguiente:

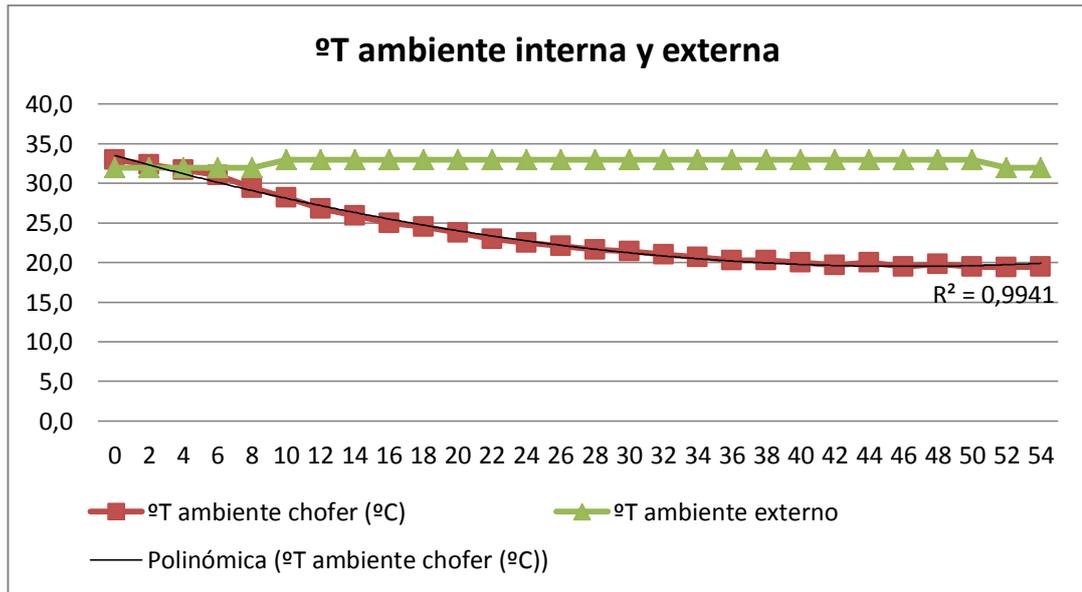
1. Verificar que la presión se mantienen constante, es decir, que la carga de gas este correcta y que no existan fugas en todos los conductores de gas.
2. Verificar que el sistema de transmisión de movimiento al compresor sea uniforme, alineado y balanceado, esto se logra observando que no exista vibraciones excesivas en los ejes, que la correa transmita su movimiento sin saltos.
3. Verificar todas las lecturas de comprobación de energía estén correctos; estas son: continuidad, corriente, voltaje.
4. Finalmente ruido en ductos, esto ocurre debido a cambios bruscos en dimensiones y direcciones.

Una vez chequeado y corregido los puntos mencionados, se procede a analizar el enfriamiento en el habitáculo del conductor. La prueba de enfriamiento se realiza en las siguientes condiciones:

- Bus completamente cerrado, ventanas y puertas.
- Hora inicio de medición de temperatura: 12 am.
- Se cierra el área de trabajo del chofer con cortinas de plástico transparente.
- Autobús en estado relanti con ligero aumento de revoluciones a 1000 rpm.
- Encendido del sistema de A/C a su máxima capacidad

DATO	TIEMPO (MÍN)	°T AMBIENTE CHOFER (°C)	°T AMBIENTE EXTERNO
1	0	33.0	32
2	2	32.4	32
3	4	31.7	32
4	6	31.0	32
5	8	29.4	32
6	10	28.2	33
7	12	26.8	33
8	14	25.9	33
9	16	25.0	33
10	18	24.5	33
11	20	23.8	33
12	22	23.0	33
13	24	22.5	33
14	26	22.1	33
15	28	21.6	33
16	30	21.4	33
17	32	21.0	33
18	34	20.7	33
19	36	20.3	33
20	38	20.3	33
21	40	20.0	33
22	42	19.7	33
23	44	20.0	33
24	46	19.5	33
25	48	19.8	33
26	50	19.5	33
27	52	19.4	32
28	54	19.5	32

Tabla 6.12. Pruebas de enfriamiento en habitáculo de chofer
(Fuente: El autor)



Gráfica 6.1. Pruebas de enfriamiento en habitáculo de chofer
(Fuente: El autor)

Se puede interpretar lo siguiente:

- El aire toma 45 minutos aproximadamente para bajar la temperatura desde el equilibrio térmico antes de encender el equipo (33°C) hasta enfriar su capacidad máxima de 19.5°C.
- El rango de control implica una regulación de temperatura de 12°C en las condiciones planteadas.
- Dicho rango permite bajar la dosis de calor, permitiendo reducir el índice permisible por debajo de valor mínimo ≤ 1 .

6.7.2.11.- ADAPTACIÓN DE TAPA PROTECTORA DEL SISTEMA COMPLETO SOBRE TECHO

En base a la experiencia comprobada de materiales compuestos aplicados en carrocerías, se diseña y fabrica la cubierta protectora del sistema de A/C; es decir se fabrica de fibra de vidrio más resina de poliéster en tres capas con un refuerzo de lámina Coremat para brindar rigidez en el alma de la pieza. La lámina de Coremat es un entretejido esponjoso que al ser mezclado con resina poliéster lo absorbe y a su secado forma una capa rígida que brinda resistencia a la deformación de elementos de fibra de vidrio.



Foto 6.11. Tapa protectora del sistema de A/C sobre techo de autobús

(Fuente: El autor)

Un componente de fibra de vidrio de área grande siempre requiere de un refuerzo estructural metálico, para ayudar a absorber golpes o colisiones considerables. Esto es necesario y ayuda a dar cumplimiento a la normativa constructiva de buses como la NTE:INEN 2205. En la práctica también ayuda a una sujeción completa y rígida sobre el techo del vehículo.



Foto 6.12. Protección completa de sistema de A/C sobre techo

(Fuente: El autor)

Una consideración importante en el diseño de cubierta es, que debe no distorsionar la aerodinámica de la carrocería como también cumplir su función primaria de proteger al equipo instalado.



Foto 6.13. Diseño aerodinámico de protección de sistema de A/C

(Fuente: El autor)

El único elemento del sistema de aire acondicionado que debe estar libre es el condensador, ya que utiliza el aire del ambiente para ayudarse a la transferencia de calor que se origina en el radiador del condensador propiamente dicho.

6.7.3.- EVALUACIÓN DE DOSIS POR CALOR CON EL SISTEMA IMPLEMENTADO

Bajo las mismas condiciones de las pruebas de funcionamiento, se efectúan las medidas de temperatura °WGTB, para recalcular la dosis de calor una vez instalado y verificado el equipo; así tenemos:

UBICACIÓN	°T WGTB	°TG	°TA	%humedad
NARIZ	20.5	25.2	27.3	33.5
	20.7	25.3	27.6	32.6
	20.6	24.6	27.0	32.6
ABDOMEN	20.5	25.9	28.1	32.8
	20.9	25.8	28.1	32.8
	20.6	25.7	28.2	32.9
TOBILLO	19.9	25.9	26.6	34.5
	19.8	25.2	27.1	34.2
	20.4	25.3	27.3	34.5

UBICACIÓN	°T WGTB	°TG	°TA	%humedad
NARIZ	20.6	25.0	27.3	32.9
ABDOMEN	20.7	25.8	28.1	32.8
TOBILLO	20.0	25.5	27.0	34.4
°T WGTB promedio	20.4	25.4	27.5	33.4

Tabla 6.13. Toma de datos de temperaturas con medidor de estrés térmico
(Fuente: El autor)

El procedimiento fue el mismo para tomar medidas de temperatura mediante el medidor de estrés térmico, en las tres posiciones normalizadas: nariz, abdomen y tobillo del chofer conduciendo a una velocidad normal.

Vemos que el promedio de temperatura WGTB es de 20.4, dato importante para el análisis de dosis por calor final.



Foto 6.14. Toma de medidas de °T WGTB con sistema de A/C implementado
(Fuente: El autor)

ACTIVIDADES DE CHOFERES Cía.. TRANSPLANETA	HORAS	MIN
TIEMPO DE TRABAJO POR TURNOS	10.20	612
TIEMPO DE DESCANSO	0.00	0

Nº	ACTIVIDAD	HORAS	MIN	TABLA	METAB. ACT.	RESULTADO w/m2
1	COMPONENTE POSTURAL	9.70	582	tabla 6	10	5820
2	CONDUCCIÓN DE AUTOBUS (TIPO ACTIVIDAD)	9.70	582	tabla 7	210	122220
4	TRABAJOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	0.25	15	tabla 7	1725	25875
5	LIMPIEZA DE LA UNIDAD INTERIOR	0.15	9	tabla 7	190	1710
6	PROGRAMACIÓN DE RUTA EN ESTACIÓN (4Km/h)	0.10	6	tabla 8	1725	10350
			612			165975
METABOLISMO POR ACTIVIDADES						271.2
METABOLISMO BASAL POR EDAD						46.18
METABOLISMO NECESARIO TOTAL						317.4
METABOLISMO NECESARIO TOTAL (Kcal/h)						204.39

METABOLISMO NECESARIO TOTAL (Kcal/h)	204.4
°T WGTB promedio	20.4

TLV PERMISIBLES POR ESTRÉS POR CALOR	28.0
DOSIS CALCULADA	0.73

Tabla 6.14. Cálculo de dosis por calor
(Fuente: El autor)

El valor del metabolismo basal se conserva, el calculado en capítulos anteriores (las actividades no cambian). Lo que se propuso en esta implementación como solución a la dosis de calor alta, es bajar la temperatura del habitáculo de chofer.

Como se evidenció en la prueba de funcionamiento la temperatura más baja registrada era de 19.5°, y con el medidor de estrés térmico con la unidad trabajando se evidencia una baja de temperatura de 6°C.

Con la implementación de la propuesta: climatización por enfriamiento, se logra bajar la dosis de 1.2 a 0.73, cumpliendo los estándares normativos (dosis < 1), y por ende solucionando el problema planteado en este estudio.

6.7.4.- CONTROL DE ESTRÉS TÉRMICO EN EL SISTEMA DE TRABAJO DE CONDUCTOR

OBJETIVO

Atenuar los factores causados por la Temperatura y el gasto metabólico.

METODOLOGÍA

DESCRIPCIÓN DE MÁQUINA USADA	PUESTO DE TRABAJO	RIESGO DETECTADO	MÉTODOS DE CONTROL
		Estrés térmico	Medidas técnicas
Bus tipo marca IMCE sobre chasis Volkswagen 17210 OD	Conductor de bus tipo	Intolerable parcialmente	En la fuente
			<ol style="list-style-type: none"> Vehículos deben cumplir con los sistemas de aire acondicionado y climatización exigida en la NTE INEN 2205:2010 5.1.2.4. g. para cumplir con sistemas de ventilación delantera con regulación de temperatura y dispersión y 5.1.2.7.e. para cumplir con mantener el confort térmico del interior del bus de acuerdo a las condiciones de cada ciudad. Analizar la mejor posibilidad de instalar el sistema de A/C en los autobuses de la región litoral y oriental. Para la atenuación de estrés térmico por gasto metabólico, determinar periodos de descanso
			En el medio
			<ol style="list-style-type: none"> Colocación de láminas opacas tipo visera para las ventanas laterales y parabrisas, siendo una posibilidad de instalar un parasol en este último. Al tener enfriamiento en por aire frío por acción del A/C, se controla el medio.
			En la persona
			<ol style="list-style-type: none"> Capacitación en golpe de calor y rehidratación en el trabajo. Ver instrucciones de conductores. Capacitación del aprovechamiento del sistema de A/C. Ver. Instrucciones de uso, mantenimiento y detección de averías

Tabla 6.15. Control de Estrés térmico en el sistema de trabajo de Conductor
(Fuente: El autor)

6.7.5.- INDUCCIÓN DE GOLPE DE CALOR Y REHIDRATACIÓN EN EL TRABAJO

OBJETIVO

Prevenir los riesgos debidos al estrés térmico por calor.

DESARROLLO

Para controlar las exposiciones a exceso de calor o estrés térmico por calor, se pueden adoptar una serie de **medidas de prevención y protección**, priorizando las actuaciones sobre el foco, para continuar sobre el medio y acometer las referentes al individuo cuando las adoptadas anteriormente no obtengan los resultados necesarios para eliminar el riesgo.

MEDIDAS A APLICAR A LOS TRABAJADORES EXPUESTOS	
<i>Reduciendo la producción del calor metabólico:</i>	<ul style="list-style-type: none">➤ Disminuyendo la carga de trabajo o distribuyéndola a lo largo de toda la jornada.➤ Automatizando o mecanizando el proceso o aplicando útiles que reduzcan el esfuerzo físico.
<i>Limitando la duración de la exposición:</i>	<ul style="list-style-type: none">➤ Distribuyendo el volumen de trabajo e incorporando ciclos de trabajo-descanso.➤ Rotando a los choferes en horario equitativo horas por igual al exposición de calor. Ej. de 3 am a 13:00 1er turno, de 13:00 a 23:00 2do turno. Incluyendo 30 min de descanso.➤ Previendo los descansos en ambientes frescos, con suministro de agua fresca. El receso de media hora se programaría de tal manera con las unidades para que se tome el descanso entre las 11:00 a 11:30 en la mañana y de 4:00 a 4:30.➤ Durante la jornada laboral, importante tener a la mano bebidas frescas, de preferencia aguas aromáticas frías.

<p><i>Creando un microclima en el puesto de trabajo</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilizando sistema de aire acondicionado. ➤ Estableciendo corrientes de aire en el puesto de trabajo. Abriendo la ventana de chofer, ventoleras laterales y de pies.
<p><i>Controlando la Salud</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Garantizando una vigilancia de la salud específica a los trabajadores expuestos mediante exámenes previos al ingreso y periódicos. ➤ Previendo un período de aclimatación de los trabajadores que vayan a trabajar inicialmente. Incrementando paulatinamente la duración de la exposición laboral hasta alcanzar la totalidad de la jornada para lograr la aclimatación a las altas temperaturas. Este proceso de aclimatación dura aproximadamente entre 6 y 10 días.
<p><i>El chofer debe ser completamente informado sobre:</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sobre el reconocimiento de síntomas de sobrecarga térmica. ➤ Sobre la carga de trabajo y el nivel de estrés por calor, así como la necesidad de reponer las pérdidas de líquidos mediante agua y sales. ➤ Aconsejando y controlando a aquellos trabajadores que estén con medicación que pueda afectar a la normalidad cardiovascular, a la tensión sanguínea, a la regulación de la temperatura corporal, a la función renal o de las glándulas sudoríparas. ➤ Evitando el consumo de drogas, la ingesta de alcohol o bebidas con cafeína, ya que deshidratan el cuerpo y aumentan las posibilidades de sufrir enfermedades debidas al calor. ➤ Fomentando estilos de vida sana, peso corporal ideal, así como durmiendo las horas suficientes para mantener un alto nivel de tolerancia al calor. ➤ Facilitando información a los trabajadores sobre la incidencia que tiene para el riesgo de estrés térmico el cumplimiento de unas adecuadas prácticas laborales y personales.
<p><i>Proporcionando o al trabajador ropa de trabajo adecuada, ligera, no voluminosa y que no dificulte sus movimientos</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Las ropas de trabajo deben permitir la traspiración. ➤ Se fomentará el uso de pantalones largos, camisa de manga larga, no ajustados, de tejidos ligeros y de color claro. ➤ Utilización de cremas de alta protección contra el sol, para que los trabajadores se protejan de la radiación térmica solar y ultravioleta.

Tabla 6.16. Inducción de golpe de calor y rehidratación en el trabajo
(Fuente: El autor)

6.7.6.- MANUAL DE USUARIO

OBJETIVO

Para el mejor cuidado y utilización del equipo de A/C.

DESARROLLO

Se hace indispensable inducir una capacitación rápida y entrega de un manual básico de instrucciones de operación, mantenimientos básicos y detección de averías usuales; de tal forma que se cuide la vida útil de todo el sistema de A/C instalado.

INSTRUCCIONES DE USO EQUIPO



Foto 6.15. Controles de equipo de A/C

1. Antes de encender el aire acondicionado, el vehículo debe estar funcionando, mínimo en estado relanti.
2. Accione el swich principal de energización ubicada en el tablero del vehículo.
3. Gire ligeramente la perilla TEM al estado ON y regule la temperatura acorde a su necesidad. La perilla llega al límite CITY cuando se requiere que trabaje a su máxima capacidad de enfriamiento.
4. Cuando el foco indicado verde de las perillas de accionamiento se enciende, indica que el compresor está trabajando.
5. Seleccione cualquiera de las posiciones de intensidad de flujo de aire usando la perilla AIR. La primera posición es flujo mínimo y la tercera es el flujo máximo de los ventiladores.
6. Si no va a usar el equipo apáguelo desde la perilla TEMP a la posición OFF, y si no

va a utilizarlo en periodo de tiempo largo o al siguiente día, accione el mando del tablero respectivo.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Este equipo genérico, tiene su funcionamiento y rendimiento eficiente cuando la zona de enfriamiento es totalmente hermética. Si el espacio físico por funcionalidad no se hermetiza en su totalidad, su rendimiento baja en un porcentaje de acuerdo a la hermeticidad mencionada, y su vida útil se ve reducida por la enorme carga térmica que debe absorber.

Para alargar la vida útil del equipo, se recomienda seguir las siguientes instrucciones de mantenimiento preventivo.

Nota: la empresa no se responsabiliza por el mal uso del equipo o descuido de las instrucciones de uso y mantenimiento preventivo. En tal virtud no cumple la garantía del mismo.

Este equipo en condiciones normales de funcionamiento requerirá un mantenimiento completo cada 6 meses aproximadamente y dependerá de otros factores externos como la cantidad de polvo, tráfico vehicular cercano, proximidad a avenidas o sitios en los cuales el viento arrastre mucho polvo

Entre otras cosas prestar atención a las siguientes recomendaciones:

1. Cambiar el filtro de la succión. En realidad los filtros se deberían cambiar cada pocos meses. Si no le damos mucho uso, se pueden limpiar de vez en cuando pero lo ideal es al menos cada mes ponerle filtros nuevos para asegurarnos de respirar el aire más puro. Tal vez parezca un mantenimiento caro, pero siempre es mejor realizar dicha actividad que comprar un equipo nuevo en pocos años. Sustituir con regularidad constante el filtro del habitáculo evita problemas respiratorios (debido al polvo depositado y los ácaros que esto provoca).
2. Revisar los electro-ventiladores, ya que son la puerta de salida del aire caliente. Verificar que al funcionar no estén remordidos, puede ser causados por impurezas del ambiente como polvo, lodo, etc.

3. Comprueba que el condensador no está bloqueado. Observa si la parte que sale al exterior tiene suficiente aire como para funcionar con normalidad. Límpielo también periódicamente o cuando se vea una suciedad.
4. Comprueba los niveles de gas por el visor ubicado junto al condensador. Ver si los niveles son normales. Si no es el caso, consiga que un profesional revise la instalación de vez en cuando. Comprueba si tiene fugas, mirando las uniones acoples, algún goteo.
5. Compruebe la instalación eléctrica para que los cables estén en perfecto estado.
6. Chequear que los soportes, bases de sujeción y tapas de los accesorios y el equipo no suenen o traqueteen; si se escuchara un sonido consecuencia de estos, reajustar los elementos de unión, como pernos, tornillos, etc.
7. Verificar que las mangueras que pasan por paredes o perfilaría no estén abolladas y rajadas para evitar su ruptura.
8. Verificar que la banda de transmisión del compresor este ajustada (realizarla con el autobús apagado), si se encontrare floja, ajustarla por medio de la excéntrica que sujeta a la polea de templado o loca llamada comúnmente.

Nota: para la guía de los elementos constitutivos del sistema, remítase al plano de ensamblaje del equipo.

6.7.7.- LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS BÁSICAS





Tabla 6.17. Localización básica de averías
(Fuente: El autor)

6.8.- ANÁLISIS ECONÓMICO

En esta sección se evidencia los valores económicos invertidos en la propuesta, los cuales nos permitirá analizar el costo de su implementación y para un posterior análisis de recuperación, que permita recomendar al usuario a tomar la decisión de su instalación. Para este estudio realizaremos los siguientes análisis:

1. Análisis de costos.
2. Financiamiento.
3. Ingresos agregados por la utilización del sistema de A/C. (Estimación).
4. Estado de resultados que permitan proyectar si la inversión es rentable, utilizando técnicas financieras como: VAN (valor actual neto) el TIR (tasa interna de rendimiento) y periodo de recuperación de la inversión (PRI).

6.8.1.- ANÁLISIS DE COSTOS

6.8.1.1.- COSTOS DIRECTOS

Todos aquellos rubros en materiales y mano de obra necesarios para el desarrollo operativo que genera ingreso.

CANT	UNID.	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	u	COMPRESOR TM16 DE 2 CANALES 24V JAPONES	580	580
1	u	EVAPORADOR DOBLE TURBINA 24 VOLTIOS	280	280
25	pies	MANGUERA DE 1/2 GOOD YEAR GALAXI	3	75
15	pies	MANGUERA 5/16 GOOD YEAR GALAXI	3	45
4	u	FITTING O-RING 90 GRADOS 5/16	1.5	6
1	u	UNION 13/32 CON VALVE/CARGA-134A	4	4
1	u	FITTING RECTO MACHO HEMBRA 5/16	3	3
1	u	FITTING MACHO HEMBRA RECTO 1/2	3	3
6	u	COPILLA DE 1/2	0.5	3
4	u	COPILLA DE 13/32	0.5	2
1	u	POLEA DE AJUSTE (LOCA)	15	15
2	u	ELECTRO VENTILADOR DE 12" 24V	60	120
25	pies	MANGUERA 13/32 GOOD YEAR GALAXI	3	75
2	u	FITTING DE O-RING 90 GRADOS 13/32	1.5	3
2	u	FITTING DE O-RING 90° 1/2	1.5	3
1	u	UNIÓN 1/2 CON VALVULA DE CARGA R-134A	4	4
6	u	COPILLA DE 5/16	0.5	3
1	u	CONDENSADOR 14X24 ALTO RENDIMIENTO	85	85
1	u	RELAY BUSH 24V	8	8
1	u	EXCÉNTRICA 1-1/2 N°24	6	6
1	u	PERNO PARA POLEA	3.5	3.5
6	u	ORRING 5/16	0.25	1.5
4	u	ORRING 13/32	0.25	1
6	u	ORRING 1/2	0.25	1.5
1	u	FILTRO ESTÁNDAR MACK DE ORRING	28	28
1	u	TROMPO UNIVERSAL	7	7
1	u	SOQUE	6	6
1	u	CONECTOR 90° HIERRO 13/32	4.5	4.5
2	u	CONECTORES HIERRO 1/2	4.5	9
4	u	CONECTORES DE CAMPANA	3	12
2	u	ACEITE DE 8 ONZAS PAG 150	8	16
1	u	ACUMULADOR	35	35
1	u	VÁLVULA CHECK	48	48
1	u	VISOR	45	45
2	u	REJILLAS EXTERIOR	3.5	7
2	u	REJILLAS INTERIOR	3	6
40	mts	CORTINAS TRANSPARENTES	4.25	170
1	u	KID DE HERRAJES Y INSUMOS DE AJUSTE	20	20
1	u	VARIOS INSUMOS, PEGAS ETC.	32	32
0.5	u	PLANCHA DE LANA DE VIDRIO		0
5	mts	CAUCHO PLATINA DE 2 CM	1.09	5.45
1	u	BANDA A37 MITSU BOSAR	2.5	2.5
				0
SUB-TOTAL				1783.95
IVA 12%				214.074
TOTAL				1998.024

Tabla 6.18. Costo de materiales directos
(Fuente: El autor)

CANT	UNID.	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	u	POLEA PRINCIPAL	10	10
1	u	BASE DE COMPRESOR	15	15
1.25	U	PLANCHA GALVANIZADA DE 0,9 MM (DUCTOS)	29	36.25
0.5	U	PLANCHA NEGRA DE 2 MM (BASES)	53	26.5
1	U	FIBRA CONCHA TAPA DE EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN	150	150
2	U	ALERONES LATERALES DE CONCHA	17	34
			SUB-TOTAL	271.75
			IVA 12%	32.61
			TOTAL	304.36

Tabla 6.19. Costo de Elementos fabricados
(Fuente: El autor)

Nº	ACTIVIDAD	PERSONAL	TIEMPO (HORAS)	COSTO/HORA	TOTAL
1	Instalación de Equipo en techo	JOSÉ LLUGSA	40	2.42	96.80
2	Instalación de Equipo en techo	GUANGASI JOSE	40	1.80	72.00
3	Construcción de concha y alerones	ÁNGEL LLUGSA	24	2.11	50.64
4	Torneado de Poleas y accesorios	NAULA ÁNGEL	6	2.00	12.00
5	Pintura de acabado	VILLA OMAR	2	2.29	4.58
6	construcción piezas fibra de vidrio	CANDO GEOVANNY	8	2.07	16.56
7	Pintura de acabado	SUPE JOSÉ	2	2.29	4.58
8	Acabados de conexiones	AGUAGALLO HÉCTOR	8	2.56	20.48
9	Instalación aire acondicionado	TÉCNICO	16	8.00	128.00
				TOTAL	405.64

Tabla 6.20. Mano de obra directa
(Fuente: El autor)

6.8.1.2.- COSTOS INDIRECTOS

Los costos indirectos incluyen todos aquellos gastos correspondientes a la utilización de la maquinaria, el costo de supervisión, gestión de inventario, entre otros gastos que no se ven reflejados directamente en la construcción pero que fueron necesarios para la misma.

Nº	DESCRIPCIÓN	TIEMPO (HORAS)	COSTO/HORA	TOTAL
1	Dobladora Hidráulica	2	5.00	10.00
2	Suelda MIG	4	1.90	7.60
3	Torno	4	2.50	10.00
4	Taladro de pedestal	0.5	0.50	0.25
5	Guillotina	0.5	5.00	2.50
6	Compresor	2	3.50	7.00
7	Destornillador eléctrico	2	0.40	0.80
8	Pulidora	2	0.40	0.80
9				0.00
			TOTAL	38.95

Tabla 6.21. Costo en maquinaria y equipos
(Fuente: El autor)

Nº	ACTIVIDAD	PERSONAL	TIEMPO (HORAS)	COSTO/HORA	TOTAL
1	Supervisión Técnica	ING. CRISTIAN PÉREZ	32	4.20	134.40
2	Gestión de inventario	EDISON VÁZQUEZ	4	2.20	8.80
			TOTAL		143.20

Tabla 6.22. Mano de obra Indirecta
(Fuente: El autor)

Nº	DESCRIPCIÓN	TOTAL
1	Servicios básicos	50.00
3	Asesoría técnica	200.00
4	Movilización	20.00
5	Transporte de equipos	20.00
6	Alimentación Técnicos y operarios (5 días)	67.50
7	Imprevistos (5%)	7.88
TOTAL		365.38

Tabla 6.23. Gastos indirectos varios
(Fuente: El autor)

Sumando todos los rubros desglosados obtenemos la inversión total en la construcción e implementación del sistema de aire acondicionado sobre el autobús; Así tenemos:

COSTO DIRECTO (USD)	2708.024
MATERIALES DIRECTOS	2302.38
MANO DE OBRA DIRECTA	405.64
COSTO INDIRECTO (USD)	547.53
MANO DE OBRA INDIRECTA	143.20
COSTO MAQUINARIA Y EQUIPOS	38.95
GASTOS INDIRECTOS	365.38
COSTO TOTAL DE INSTALACIÓN (USD)	3255.55

Tabla 6.24. Costo total de instalación de A/C
(Fuente: El autor)

6.8.2.- FINANCIAMIENTO

Se analiza como proyecto de introducción, la financiación directa por parte de la empresa. Esto quiere decir que el capital ajeno tiene un valor de 3255.55 USD; con una tasa de interés del 16% referencial.

6.8.3.- INGRESOS AGREGADOS POR LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA DE A/C (ESTIMACIÓN)

El ingreso libre de un día de trabajo de un autobús de las compañías estudiadas es de 150 USD con una carga de trabajo de 16 horas.

Considerando que se mejoró el confort térmico del puesto de trabajo del chofer de autobús urbano, se puede recuperar tiempos muertos por descansos por extenuación de los choferes antes golpes de calor fuertes. Este tiempo muerto se estima una media hora por turno; esto quiere decir que se podría recuperar esta hora de trabajo perdida.

Tomando como referencia esta estimación, se puede recuperar la ganancia por eliminación de la hora muerta por día; entonces:

GANANCIA POR HORA	7.50
GANANCIA MENSUAL POR UNA HORA RECUPERADA	195.00
GANANCIA ANUAL POR UNA HORA RECUPERADA	2,340.00

Tabla 6.25. Ingreso por hora recuperada estimada
(Fuente: El autor)

6.8.4.- ESTADO DE RESULTADOS

CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
PAGO CAPITAL	651.11	651.11	651.11	651.11	651.11
PAGO INTERÉS	520.89	416.71	312.53	208.36	104.18
DIVIDENDO TOTAL	1,172.00	1,067.82	963.65	859.47	755.29

Tabla 6.26. Tabla de amortización de deuda
(Fuente: El autor)

El tiempo de vida del A/C se estima de:	5.00	años	
Valor de depreciación anual de maquinaria:	10%		
Valor de salvamento:	5%	162.78	
Valor residual:	5 años	1,709.17	USD

CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
DEPRECIACIÓN (USD)	309.28	309.28	309.28	309.28	309.28

Tabla 6.27. Depreciación
(Fuente: El autor)

CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
ENTRADA POR 1h RECUPERADA	2,340.00	2,340.00	2,340.00	2,340.00	2,340.00
COSTO VARIABLE (Mtto.)	370.00	370.00	370.00	370.00	370.00
DEPRECIACIONES	309.28	309.28	309.28	309.28	309.28
UTILIDAD OPERATIVA	1,660.72	1,660.72	1,660.72	1,660.72	1,660.72
INTERÉS	520.89	416.71	312.53	208.36	104.18
UTIL. ANTES PART. LAB.	1,139.83	1,244.01	1,348.19	1,452.37	1,556.54
15% PART. LAB.	170.97	186.60	202.23	217.85	233.48
UTIL. ANTES. IMP.RENTA	968.86	1,057.41	1,145.96	1,234.51	1,323.06
25% IMP. RENTA	242.21	264.35	286.49	308.63	330.77
UTILIDAD NETA	726.64	793.06	859.47	925.88	992.30

Tabla 6.28. Proyección del estado de pérdidas y ganancias
(Fuente: El autor)

CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
UTILIDAD OPERATIVA	1,660.72	1,660.72	1,660.72	1,660.72	1,660.72
(+) DEPRECIACIONES	309.28	309.28	309.28	309.28	309.28
(-) PART. LABORAL	170.97	186.60	202.23	217.85	233.48
(-) IMPUESTO RENTA	242.21	264.35	286.49	308.63	330.77
(-) VALOR RES. ACT. FIJOS					
FLUJO NETO DE CAJA NOMINAL	1,556.81	1,519.05	1,481.28	1,443.52	1,405.75

Tabla 6.29. Cálculo de los flujos netos de caja
(Fuente: El autor)

En esta parte utilizaremos diferentes criterios para tomar una buena decisión de Inversión. La evaluación financiera determina si es viable o no realizar la inversión para el desarrollo del proyecto, asimismo permite que los inversionistas visualicen si invertir en el proyecto de producción les generará una buena rentabilidad.

Los métodos a utilizar en la evaluación financiera del proyecto son: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Periodo de Recuperación de la inversión (PRI). Entonces tenemos:

TASA DETALLE	VALOR
Tasa pasiva	4,53
Tasa de inflación	2,68
Riesgo país	6,36
TMAR	13,57

Tabla 6.30. Tasa mínima aceptable de rendimiento de capital
(Fuente: El autor)

Con los valores obtenidos de los flujos netos de caja, procedemos a calcular el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR), por lo que se obtiene los siguientes resultados:

INVERSIÓN	-3255,56
FNC1	1.556,81
FNC2	1.519,05
FNC3	1.481,28
FNC4	1.443,52
FNC5	1.405,75
Tasa de Descuento	13,57%

VAN	TIR
\$ 1.686,98	36%

Tabla 6.31. Cálculo valor actual neto y tasa interna de retorno
(Fuente: El autor)

Los criterios de aceptación evaluamos como sigue en las siguientes tablas:

VALOR	SIGNIFICADO	DECISIÓN A TOMAR
VAN > 0	La inversión produciría ganancias	El proyecto puede aceptarse SI es viable
VAN < 0	La inversión produciría pérdidas	El proyecto debería rechazarse NO es viable
VAN = 0	La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas	El proyecto es indiferente.

Tabla 6.32. Criterios de Aceptación de según el VAN
(Evaluación de proyectos, 1999)

MÉTODO	DECISIÓN A TOMAR	
	SI es Rentable	NO es Rentable
TIR	\geq TMAR	$<$ TMAR

Tabla 6.33. Criterios de Aceptación de según la TIR
(Evaluación de proyectos, 1999)

Periodo de recuperación de la inversión PRI, es el tiempo que se necesita para recuperar la inversión total que se ha efectuado en el proyecto, mientras menor sea el periodo de recuperación del capital se considera apropiado.

FLUJOS DE CAJA NETO ANUAL	VALOR	F.N.C.ACUM
FNC1	1,556.81	1,556.81
FNC2	1,519.05	3,075.86
FNC3	1,481.28	4,557.14
FNC4	1,443.52	6,000.66
FNC5	1,405.75	7,406.41
INVERSIÓN	3,255.56	

TIEMPO DE RECUPERACIÓN	2.12	AÑOS
	1.44	MESES
	13.20	DIAS

Tabla 6.34. Cálculo de periodo de recuperación de inversión (PRI)
(Fuente: El autor)

Finalmente, se determina que el proyecto tiene viabilidad, ya que todos los indicadores de evaluación financiera (VAN, TIR, PRI) son positivos para la decisión de invertir en el sistema de climatización, siendo el último indicador favorable a la recuperación de la inversión en un tiempo de 2 años un mes con 13 días.

6.9.- ADMINISTRACIÓN

Una vez concluida la investigación planteada, se deducen los siguientes gastos detallados en la siguiente tabla:

CONCEPTO	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Movilización	3	100.00	300.00
Asesoría de medición WBGT	1	1000.00	1000.00
Normas de medición WBGT	1	350.00	350.00
Normas evaluación gasto metabólico	1	150.00	150.00
Consulta bibliográfica e internet	1	120.00	120.00
Alquiler de equipos de medida	2	360.00	720.00
Mano de obra	2	100.00	200.00
Material de escritorio	1	50.00	50.00
Bibliografía	2	20.00	40.00
Transcripción informe	1	25.00	25.00
-	0	0.00	0.00
Subtotal			2955.00
Imprevistos (10%)			295.50
Total (USD)			3250.50

Tabla 6.35. Costo total de la investigación
(Fuente: El autor)

6.10.- CONCLUSIONES DE LA PROPUESTA

- El sistema de aire acondicionado instalado en bus tipo para la ciudad de Guayaquil, cumple el objetivo de bajar la dosis de calor, al bajar la temperatura WBGT en un rango de aproximado de 8-10°C. según los resultados de la pruebas de funcionamiento y el cálculo de la dosis de calor con el sistema implementado.
- Con el sistema de aire acondicionado instalado en el habitáculo de chofer de bus tipo IMCE, se proporcionará un confort térmico a la persona que conduce ya que la temperatura ambiente del habitáculo se puede regular a una temperatura confortable de entre 20 a 24°C (para chofer de la costa en particular)
- El diseño del sistema con sus protecciones, no afecta al normal funcionamiento del autobús original, ya que si hablamos de potencia el sistema consume un 1.7% de la potencia que genera el chasis Volkswagen 17210; con respecto al diseño de

apariciencia exterior el diseño aerodinámico realza el modelo original siendo esto una ventaja comercial. Esto se puede observar en las fotos de anexos.

6.11.- RECOMENDACIONES DE LA PROPUESTA

- Se recomienda llevar a cabo las indicaciones de operación, mantenimiento preventivo y detección de averías a los elementos que conforman el sistema de aire acondicionado para que se encuentre en óptimas condiciones de operación y cumpla su ciclo de vida normal
- Es sumamente importante asegurarse que el sistema cuente con aceite. la falta de lubricación es la principal causa de falla de compresores.
- Se podría mejorar el sistema de A/C de este proyecto analizando la forma de impermeabilizar el habitáculo del chofer, pero esto se torna difícil por la idiosincrasia tanto del chofer como de los pasajeros al momento de cobrar los pasajes y controlar el acceso al interior del autobús de los pasajeros; todo esto, hace que impida la implementación de posibles soluciones como por ejemplo una cabina de vidrio que sirva como protección de chofer y paralelamente cierre por completo el ciclo de refrigeración (enfriamiento) mejorando su rendimiento.
- Finalmente, se puede mejorar el aireamiento del conductor, viendo la posibilidad de cambiar el diseño del modular de chofer, para que la descarga sea más direccionada. También este mismo diseño se podría hacer que la concha de protección del sistema sobre el techo, sea más baja y se optimice el diseño aerodinámico.

4.1.- BIBLIOGRAFÍA

1. **CAMINO, Jaqueline.** 2005. Manual de Elaboración del Perfil del Proyecto y Estructura del Informe Final de Investigación. Biblioteca FICM. Aprobado por HCU.
2. **COVENIN 2254,** 1995. Norma Venezolana de Temperatura, Caracas, Venezuela: Editorial COVENIN.
3. **CÓRDOVA, Manolo.** Tesis: Tesis en opción al Grado Académico de Magister en Seguridad y Prevención de Riesgos de Trabajo.
4. **FARRER, MINAYA** 1995. *Manual de Ergonomía II Parte. Fundación MAPFRE*, Madrid, España: Editorial MAPFRE S.A. Madrid.
5. **GRÖSBRINK,** 1998. *Enciclopedia Salud y Seguridad en el Trabajo OIT, Industria del Transporte y Almacenamiento* . Madrid, España: Editorial Gestión, Madrid. 1998.
6. **HERNÁNDEZ, Eduardo.** Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración” año 1984.
7. **INCROPERA, Frank.** 1999. Fundamentos de Transferencia de Calor. Cuarta Edición. Prentice Hall. México.
8. **INSTITUTO DE EMPLEO SERVICIO PÚBLICO DE EMPLEO ESTATAL.** 2002. Clasificación Ocupacional. Madrid – España.
9. **LUNA,** 1998, *Valoración del Riesgo de Estrés Térmico. Nota Técnica de prevención 322*, INSHT, Madrid, España: Editorial INSHT, Madrid.
10. **MONDELO,** 1994. *Ergonomía Fundamentos.* Barcelona, España: Ediciones de la Universidad Politécnica de Catalunya, SL.

11. **OSHA 18001**, 2008, *Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo*. Madrid, España: Ediciones AENOR.
12. **PETERS Y COLS, WALLENTOWITZ Y COLS**. 1996. *Enciclopedia Salud y Seguridad en el Trabajo OIT, Tránsito Urbano*. Madrid, España: Editorial Gestión, Madrid.
13. **SÁNCHEZ M.- FORENO S**. 2004. Tesis: Condiciones de trabajo conductores de vehículos de carga en Colombia para proponer mejoras en su puesto de trabajo. Bogotá Colombia.
14. **SGS TECNOS**. 2008. Análisis ergonómico, organizacional y psicosocial del puesto de conductor de autobuses urbanos e interurbanos. Departamento de Desarrollo de Proyectos e Innovación. Madrid, Diciembre 2008.
15. **VOGT Jean-Jacques**. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. calor y Frío Riesgos generales.
16. **YUNUS**, 2001. *Enciclopedia Salud y Seguridad en el Trabajo OIT, Trastornos Músculo Esqueléticos, Enfermedades Profesionales Musculares*. Madrid, España: Editorial Gestión, Madrid. 2001.

PÁGINAS WEB

- Prevention World (2000). *Guía Práctica de Riesgos y Medidas Preventivas para Autónomos en el Sector del Transporte*. Recuperado de <http://www.prevention-world.com/es/comunidad/archivos/guia-practica-riesgos-y-medidas-preventivas-autonomos-sector-transporte>.
- Notas técnicas de prevención (2008). *NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT*. Tomado de <http://www.prevencionlaboral.org/documentacion-ntp.html>

- Notas técnicas de prevención (2008). *NTP 323: Determinación del metabolismo energético*. Tomado de <http://www.prevencionlaboral.org/documentacion-ntp.html>
- Estrés térmico por calor. Tomado de http://www.rioja.ccoo.es/comunes/recursos/17/doc58791_ESTRES_TERMICO_POR_CALOR.pdf
- Iván José Turmero Astros. tomado de <http://www.monografias.com/trabajos89/evaluacion-ergonomica-metodos-rula-y-niosh/evaluacion-ergonomica-metodos-rula-y-niosh.shtml>
- NIOSH. Publication of the National Institute of Occupational Safety and Health. <http://www.cdc.gov/niosh/89-106.html>.
- OIT. (1996). *Enciclopedia de Medicina y Seguridad en el Trabajo*. Tomado de <http://www.oit.or.cr/mdtsanjo/sst/enciclopedia/tomo2/42.pdf>.

ANEXOS

ANEXO A

MEDICIONES DE TEMPERATURA WBGT CON
MEDIDOR DE ESTRÉS TÉRMICO

ANEXO A1



FOTOS. Mediciones de temperatura WBGT en la ciudad de Quito. Compañía Transplaneta

ANEXO A2



FOTOS. Mediciones de temperatura WBGT en la ciudad de Santo Domingo de los Tsachilas. Compañía “Transmetro”

ANEXO A3



**FOTOS. Mediciones de temperatura WBGT en la ciudad de Babahoyo.
Cooperativa “Santa Rita”**

ANEXO A4



FOTOS. Mediciones de temperatura WBGT con bus climatizado en la ciudad de Guayaquil. Cooperativa “Eloy Alfaro”

ANEXO B

PROCESO DE INSTALACIÓN DE SISTEMA DE AIRE
ACONDICIONADO

PROCESO DE INSTALACIÓN

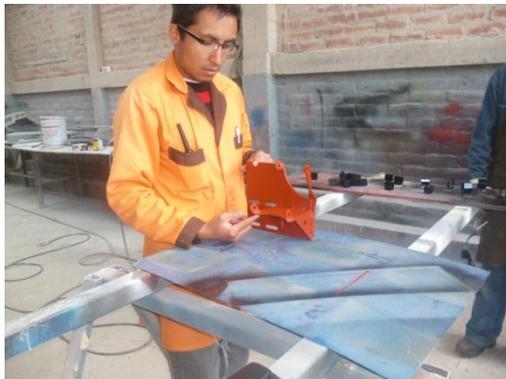
MODELO ORIGINAL DE AUTOBUS



UBICACIÓN DE COMPRESOR



DISEÑO DE BASE DE COMPRESOR



ALINEACIÓN DE COMPRESOR



ASEGURAMIENTO DE COMPRESOR



DISEÑO Y COLOCACIÓN DE SOPORTE DE EQUIPO EN TECHO



PROCESO DE INSTALACIÓN

COLOCACIÓN DE SOPORTE DE EVAPORADOR Y CONDENSADOR



COLOCA Y SUJECCIÓN DE EVAPORADOR



CONSTRUCCIÓN DE DUCTOS DE AIRE



AISLAMIENTO Y COLOCACIÓN DE TAPAS DE PROTECCIÓN

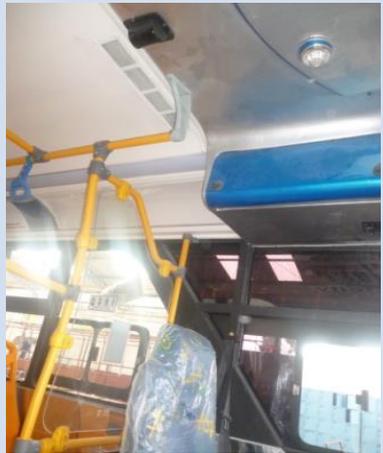


MONTAJE DE CONJUNTO CONDENSADOR



MANGUERADO SOBRE TECHO Y ARMADO DE ELEMENTOS DE CONDUCCIÓN DE REFRIGERANTE



PROCESO DE INSTALACIÓN	
MANGUEREADO BAJO CHASIS Y SUJECIÓN DE ELEMENTOS DEL SISTEMA	ASEGURAMIENTO DE ACUMULADOR
	
COLOCACIÓN DE FILTROS Y REJILLAS EN SUCCIÓN	COLOCACIÓN DE FILTROS Y REJILLAS EN DESCARGA
	
CONSTRUCCIÓN DE PROTECCIÓN DE EQUIPO EN FIBRA DE VIDRIO	ENSAMBLAJE TOTAL DEL SISTEMA DE A/C
	

PROCESO DE INSTALACIÓN

INSTALACIÓN DE CONEXIONES Y SISTEMA ELÉCTRICO



CARGA DE GAS REFRIGERANTE



ARMADO DE PROTECCIONES DEL SISTEMA TOTAL



UNIDAD TERMINADA INSTALADA SISTEMA DE A/C



ANEXO C

NORMAS UTILIZADAS PARA CÁLCULO DE GASTO
METABÓLICO

ANEXO C1



NTP 323: Determinación del metabolismo energético



Determination du métabolisme énergétique
Determination of metabolic rate

Vigencia	Actualizada por NTP	Observaciones
Válida		
ANÁLISIS		
Criterios legales		Criterios técnicos
Derogados:	Vigentes:	Desfasados: Operativos: SI

Redactores:

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

Pablo Luna Mendaza
Ldo. 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 8996. 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 = 0,644 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 8996, clasificados en niveles según su precisión y dificultad.

Tabla 1: Métodos para determinar el gasto energético. ISO 8996

NIVEL	MÉTODO	PRECISIÓN	ESTUDIO DEL PUESTO DE TRABAJO
I	A. Clasificación en función del tipo de actividad	Informaciones imprecisas 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 C. Utilización de la frecuencia cardíaca en condiciones determinadas	Precisión: ± 15%	
III	Medida	Riesgo de errores en los límites de precisión de la medida y del estudio de los tiempos. Precisión: ±5%	Estudio necesario de los tiempos

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, ensamble 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 (claveteado, 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 carretas ligeras o de carretillas; marcha a una velocidad de 3,5 a 5,5 km/hora; 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 maderas duras; segar a mano; excavar; marcha a una velocidad de 5,5 a 7 km/hora.

Empuje o tracción de carreteras o de carretillas muy cargadas, levantar las vigas 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 palear 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:

$M = 75 + 126 \text{ w/m}^2$ (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		IMPRENTA	
Albañil	110 a 180	Obrero de altos hornos	170 a 220	Compositor manual	70 a 95
Carpintero	110 a 175	Obrero de horno eléctrico	125 a 145	Enquadernador	75 a 100
Vidriero	90 a 125	Moldeador a mano	140 a 240	AGRICULTURA	
Pintor	100 a 130	Moldeador a máquina	135 a 165	Jardinero	110 a 130
Panadero	110 a 140	Fundidor	140 a 240	Conductor de tractor	85 a 110
Carnicero	105 a 140	FERRETERÍA Y CERRAJERÍA		CIRCULACIÓN	
Relojero	65 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
Erepujador de vagones	70 a 85	Tomero	75 a 125	Conductor de tranvía	80 a 115
Pisador de hulla (estratificación base)	140 a 240	Fresador	80 a 140	Conductor de trólech	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 100
				Profesor	85 a 100
				Vendedor	100 a 120
				Secretaría	70 a 85

Consumo metabólico en tareas concretas

Este método ofrece mayor precisión que los anteriores, ya que limita la extensión de la actividad a la que asigna el gasto metabólico, utilizando tablas que otorgan valores de gasto energético a tareas que suelen formar parte del trabajo habitual.

La tabla 4 muestra valores de gasto energético para algunas tareas concretas, incluyendo en esos valores el metabolismo basal.

Tabla 4 Clasificación del metabolismo por actividad-tipo

Actividad	Metabolismo W/m ²	Actividad	Metabolismo W/m ²
ACTIVIDADES DE BASE			
• Andar en llano		ladrillo hueco (masa 4,2 kg)..... 140	
2 km/h	110	ladrillo hueco (masa 15,3 kg)..... 125	
3 km/h	140	ladrillo hueco (masa 23,4 kg)..... 135	
4 km/h	165	PREPARACIÓN DE ELEMENTOS	
5 km/h	200	AGARRAR EN HORMIGÓN	
• Andar en subida, 3 km/h		encofrado y desencofrado (revestimiento de hormigón preforsado)..... 180	
inclinación de 5°	185	colocación de armazones de acero ... 130	
inclinación de 10°	275	vertido del hormigón (revestimiento de hormigón preforsado)..... 180	
inclinación de 15°	380	CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS	
• Andar en bajada, 5,5 km/h		preparación del mortero de cemento 155	
inclinación de 6°	130	vertido de hormigón para cimientos 275	
inclinación de 10°	115	compactaje de hormigón por vibración 220	
inclinación de 15°	120	encofrado..... 180	
• Subir una escalera (0,172 m/peldaño)		carga de canchales con piedras arena y mortero 275	
80 peldaños/minuto	440	• Industria siderúrgica	
• Bajar una escalera (0,172 m/peldaño)		Altos hornos:	
80 peldaños/minuto	155	preparación del canal de colada..... 340	
• Transportar una carga en llano, 4 km/h		perforación..... 430	
masa 30 kg	185	Moldeo (usualmente a mano)	
masa 30 kg	250	moldeo de piezas medianas 285	
masa 50 kg	350	vaciado con martillo mecánico..... 175	
PROFESIONES		moldeo de piezas pequeñas 140	
• Industria de la construcción		Moldeo a máquina	
Poner ladrillos (construcción de un muro de superficie plana)		descendido..... 125	
ladrillo macizo (masa 3,8 kg)		moldeo, colada mediante un operario..... 220	
150			
Actividad	Metabolismo W/m ²	Actividad	Metabolismo W/m ²
moldeo, colada mediante dos operarios..... 210		valor medio en invierno..... 380	
moldeo a partir de una colada suspendida..... 150		• Agricultura	
TALLER DE ACERO		cavado..... 380	
trabajo con martillo neumático..... 175		labrar con filo de estacas..... 235	
amolado, irregular..... 175		labrar con tractor..... 170	
• Industria forestal		siembra con tractor..... 95	
TRANSPORTE Y TRABAJO CON HACHA		tina (masa de la azucilla 1,25 kg)..... 170	
andar por el bosque (4 km/h) y transporte (masa 7 kg)..... 285		DEPORTES	
transporte a mano (4 km/h) de una tronadora (18 kg)..... 385		• Correr	
trabajo con hacha (masa 2 kg, 33 golpes/minuto)..... 500		9 km/h..... 435	
cortar raíces con hacha..... 375		12 km/h..... 465	
peda (betón)..... 415		15 km/h..... 550	
Aserrado		• Esquí, en terreno llano y con buena nieve	
corta transversal, tronzado mediante 2 operarios		7 km/h..... 350	
60 doble golpes por minuto, 20 cm ² por doble golpe..... 415		8 km/h..... 405	
40 doble golpes por minuto, 20 cm ² por doble golpe..... 240		12 km/h..... 510	
tira por tronzado		• Patínaje	
tronzado por un operario..... 235		12 km/h..... 225	
tronzado por dos operarios..... 205		15 km/h..... 265	
corta transversal		18 km/h..... 360	
tronzado por un operario..... 205		TRABAJO DOMÉSTICO	
tronzado por dos operarios..... 180		hacer la limpieza..... 100 a 200	
		cocinar..... 50 a 135	
		regar platos de plá..... 145	

tronizado por dos operarios.....	205	TRABAJO DOMÉSTICO	
como transversales.....		hacer la limpieza.....	100 a 200
tronizado por un operario.....	205	cocinar.....	80 a 135
tronizado por dos operarios.....	190	fregar platos, de pló.....	145
descoqueado.....		lavar a mano y planchar.....	120 a 200
valor medio en vertical.....	225	afilarlo, lavarlo y vestirse.....	100

EJEMPLO 3

Estimación del consumo metabólico de un albañil que construye un tabique colocando ladrillos huecos de 4,2 Kg de peso.

A través de la tabla 4:

$$M = 140 \text{ w/m}^2$$

Consumo metabólico a partir de los componentes de la actividad

Mediante este tipo de tablas se dispone, por separado, de información sobre posturas, desplazamientos, etc., de forma que la suma del gasto energético que suponen esos componentes, que en conjunto integran la actividad, es el consumo metabólico de esa actividad. Es posiblemente el sistema más utilizado para determinar el consumo metabólico.

Los términos a sumar son los siguientes:

- **Metabolismo basal.** Es el consumo de energía de una persona acostada y en reposo. Representa el gasto energético necesario para mantener las funciones vegetativas (respiración, circulación, etc.). La tabla 5 muestra su valor en función del sexo y la edad. Puede tomarse como una buena aproximación, 44 w/m² para los hombres y 41 w/m² para mujeres (corresponden aproximadamente al metabolismo basal de un hombre de 1,7 metros de altura 70 Kg de peso y 35 años de edad, y de una mujer de 1,6 metros de altura, 60 Kg de peso, y 35 años).

Tabla 6: Metabolismo basal en función de la 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	58,267
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	51,366
13-15	53,766	12,5	50,553
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	47,361	17,5	43,384

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	25-44	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	37,488
60-64	41,157		
65-69	40,358		

- **Componente postural.** Es el consumo de energía que tiene una persona en función de la postura que mantiene (de pie, sentado, etc.). La tabla 6 muestra los valores correspondientes.

Tabla 6: Metabolismo para la postura corporal. Valores excluyendo el metabolismo basal

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

- **Componente del tipo de trabajo.** Es el gasto energético que se produce en función del tipo de trabajo (manual, con un brazo, con el tronco, etc.) y de la intensidad de éste (ligero, moderado, pesado, etc.) (Ver tabla 7).

Tabla 7: Metabolismo para distintos tipos de actividades. Valores excluyendo el metabolismo basal

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 2 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

- **Componente de desplazamiento:** Se refiere al consumo de energía que supone el hecho de desplazarse, horizontal o verticalmente a una determinada velocidad. El uso de la tabla 8, donde figuran estos datos, implica multiplicar el valor del consumo metabólico, por la velocidad de desplazamiento para obtener el gasto energético correspondiente al desplazamiento estudiado.

Tabla 8: Metabolismo del desplazamiento en función de la velocidad del mismo. Valores excluyendo el metabolismo basal

Tipo de trabajo	Metabolismo (W/m ²)/ (m/s)
Velocidad de desplazamiento en función de la distancia	
Andar 2 a 5 km/h	110
Andar en subida, 2 a 5 km/h	
Inclinación 5°	210
Inclinación 10°	360
Andar en bajada, 5 km/h	
Declinación 5°	60
Declinación 10°	50
Andar con una carga en la espalda, 4 km/h	
Carga de 10 kg	125
Carga de 30 kg	185
Carga de 50 kg	285
Velocidad de desplazamiento en función de la altura	
Subir una escalera	1725
Bajar una escalera	490
Subir una escalera de mano inclinada	
sin carga	1660
con carga de 10 kg	1870
con carga de 50 kg	3320
Subir una escalera de mano vertical	
sin carga	2030

ANEXO C2

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
2254:1995**

**CALOR Y FRÍO. LÍMITES
MÁXIMOS PERMISIBLES DE
EXPOSICIÓN EN LUGARES
DE TRABAJO.
(1^{RA} REVISIÓN)**



PROLOGO

La Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), creada en 1953, es el organismo encargado de programar y coordinar las actividades de Normalización y Calidad en el país. Para llevar a cabo el trabajo de elaboración de normas, la COVENIN constituye Comités y Comisiones Técnicas de Normalización, donde participan organizaciones gubernamentales y no-gubernamentales relacionadas con un área específica.

La presente norma sustituye totalmente a la Norma Venezolana COVENIN 2254:1990 fue elaborada bajo los lineamientos del Comité Técnico de Normalización CT6: HIGIENE, SEGURIDAD Y PROTECCIÓN por el Subcomité Técnico SC3: HIGIENE INDUSTRIAL, y aprobada por la COVENIN en su reunión No. 137 de fecha 95/12/06.

**NORMA VENEZOLANA
CALOR Y FRÍO.
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES
DE EXPOSICIÓN EN LUGARES DE TRABAJO**

**COVENIN
2254:1995
(1^{RA} REVISIÓN)**

1 OBJETO

Esta Norma Venezolana establece:

1.1 Los límites máximos permisibles a las exposiciones al calor y frío en los lugares de trabajo.

1.2 El método para la evaluación del calor en el lugar de trabajo, mediante el índice TGBH (Temperatura de globo y de bulbo húmedo).

1.3 Los límites de exposición máxima diaria al frío en situaciones de trabajo.

1.4 La evaluación del efecto del calor sobre la persona expuesta durante un período representativo de su actividad.

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Venezolana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión se recomienda, a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las normas citadas seguidamente.

COVENIN 2237-89. Ropa, equipos y dispositivos de protección personal. Selección de acuerdo al riesgo ocupacional.

3 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Venezolana se aplican las siguientes definiciones:

3.1 Índice de temperatura de globo, bulbo húmedo natural y bulbo seco

Es el término utilizado para evaluar la sobrecarga térmica basado en la combinación de las temperaturas de globo, bulbo húmedo natural y bulbo seco.

3.2 Calor metabólico (carga térmica o metabólica)

Es el calor generado por el metabolismo basal más el generado por la actividad física durante el desarrollo de cualquier trabajo.

3.3 Temperatura de globo (tg)

Es la temperatura obtenida por un sensor de temperatura colocado en el centro de una esfera metálica hueca pintada de negro mate, para absorber la mayor cantidad posible de la radiación infrarroja incidente.

3.4 Temperatura de bulbo seco (ts)

Es la temperatura medida por un sensor colocado en contacto directo con el medio ambiente.

3.5 Temperatura de bulbo húmedo natural (tbn)

Es la temperatura medida con un sensor de temperatura que está en contacto con una manga humedecida con agua destilada.

4 REQUISITOS

4.1 Calor

4.1.1 Valor límite permisible de la exposición

La exposición al calor en los lugares de trabajo no deberá sobrepasar los valores establecidos en la tabla 3 que relaciona las categorías de carga de trabajo con el índice TGBH teniendo como parámetro los ciclos de trabajo-recuperación.

NOTA 1: La tabla 3 representa los valores límites permisibles correspondientes a una situación dada a partir del índice TGBH y la categoría de carga de trabajo.

4.1.2 Método de evaluación de la exposición

4.1.2.1 Cálculo del índice TGBH

El cálculo del índice TGBH, al que se hace referencia en el punto 4.1.1, se determina mediante las expresiones siguientes:

a) Interior y exterior de edificaciones sin exposición directa a la energía solar.

$$TGBH = 0,7 t_{bn} + 0,3 t_g$$

b) Exterior de las edificaciones con exposición directa a la energía solar:

$$TGBH = 0,7 t_{bn} + 0,2 t_g + 0,1 t_a$$

Donde:

TGBH : Índice de la temperatura de globo y bulbo húmedo (°C)

t_{bn} : Temperatura de bulbo húmedo natural (°C)

t_g : Temperatura de globo (°C)

t_a : Temperatura de bulbo seco (°C)

4.1.2.2 Medición de las condiciones ambientales en el lugar de trabajo

4.1.2.2.1 Equipo y/o instrumentos (véase la figura 1)

a) Medidor de temperatura de bulbo húmedo natural para condiciones naturales con las siguientes características:

1. Termómetro de vidrio de bulbo cilíndrico que utilice como elemento de medición el mercurio y reúna las siguientes características:

- Diámetro del bulbo, 6 mm \pm 1 mm
- Longitud del bulbo, 30 mm \pm 5 mm
- Vástago del termómetro igual a 6 mm
- Rango de medición, 5°C a 40°C
- Apreciación de la medición, \pm 0,5°C

2. Una manga de tela de algodón absorbente, blanca y limpia, con una longitud de 200 mm. Esta manga debe cubrir el bulbo y 129 mm sumergibles en el líquido (véase la figura 1). Además, la manga debe ser tal que se ajuste al bulbo.

3. Un recipiente abierto para el agua destilada, diseñado de tal forma que la temperatura del agua no pueda elevarse por efecto de la radiación de la atmósfera. Puede emplearse un matraz erlenmeyer de 125 ml.

4. Un frasco lavador o una jeringa.

b) Termómetro de globo con las siguientes características:

2.

1. Termómetro de vidrio con bulbo cilíndrico que utilice como elemento de medición mercurio, cuyo bulbo llegue al centro de la esfera que se detalla en el punto c, y cuyo vástago sobresalga de la esfera a partir de los 20 cm.

2. El rango de medición del termómetro debe ser de 20°C a 120°C, con una apreciación \pm 5°C.

c) Esfera hueca metálica de 150 mm de diámetro y espesor de la pared tan delgado como sea posible. Puede usarse una esfera de cobre pintada de negro mate.

d) Termómetro de bulbo seco con las siguientes características:

1. Termómetro que tenga una exactitud de \pm 1°C y un rango de medición de 10°C a 60°C.

2. Cubierta protectora contra radiación infrarroja, de metal pulido o papel de aluminio.

e) Soporte de altura variable y cuatro (4) pinzas para fijar los instrumentos (véase figura 1).

NOTA 2: El instrumento aquí descrito es de carácter "primario". Puede usarse cualquier otro diseñado en base a los parámetros aquí definidos y cuya calibración cumpla con este estándar "primario".

4.1.2.2.2 Reactivos

Agua destilada.

4.1.2.2.3 Procedimiento

a) Condiciones ambientales homogéneas alrededor del trabajador.

1. Se selecciona para efectuar la medición el momento más caluroso de la jornada de trabajo.

2. Se ensambla el sistema de medición mostrado en la figura 1; cuidando que no se restrinja el libre flujo de aire alrededor de los bulbos y que los termómetros se mantengan en posición vertical.

3. Se coloca el sistema de medición en lugares representativos de las condiciones normales de trabajo y a una altura que corresponda al centro del tórax del trabajador, bien sea de pie o sentado.

4. Se moja la manga de algodón con agua destilada 30 min. antes de efectuar la lectura y se mantiene la manga en contacto con el agua destilada en el recipiente abierto. En caso de secarse la manga se debe humedecer, usando la jeringa o el frasco lavador.

5. Se instala la cubierta protectora de la radiación alrededor del bulbo del termómetro de bulbo seco, de tal forma que no interfiera el libre movimiento del aire alrededor del mismo.

6. Se anotan las temperaturas de los termómetros de bulbo húmedo natural, de globo y bulbo seco, una vez que éstas se estabilicen, lo cual tardará aproximadamente 25 minutos.

7. Se calcula el índice TGBH según 4.1.2.1.

b) Condiciones ambientales heterogéneas alrededor del trabajador.

1. Se selecciona para ejecutar la medición el momento más caluroso de la jornada de trabajo.

2. Se ajustan tres (3) medidores siguiendo el mismo procedimiento indicado anteriormente, con la variante que el sistema de termómetros se ubicará de la siguiente forma:

- Si el trabajador permanece de pie, las alturas de medición deben ser 0,1 m, 1,1 m y 1,7 m, medidos desde la superficie donde se apoya el trabajador-

- Si el trabajador permanece sentado, las alturas de medición deben ser 0,1 m, 0,6 m y 1,1 m, medidas desde la superficie donde se apoya el trabajador.

NOTA 3: Las lecturas se deben efectuar en lo posible de forma consecutiva, para cada altura.

3. Se calcula el índice TGBH correspondiente a cada altura según 4.1.2.1.

4. Se calcula el índice TGBH promedio, mediante la fórmula siguiente:

$$TGBH = \frac{TGBH_1 + (2 \times TGBH_2) + TGBH_3}{4}$$

Donde:

TGBH₁ : Índice obtenido en la lectura superior (cabeza)

TGBH₂ : Índice obtenido en la lectura media (abdomen)

TGBH₃ : Índice obtenido en la lectura inferior.

c) Condiciones ambientales variables con el tiempo.

1. Se selecciona para hacer la medición el momento más caluroso de la jornada de trabajo.

2. Se determinan los índices TGBH para los periodos en los cuales se mantenga cualquiera de las condiciones establecidas en los puntos a y b, utilizando los procedimientos descritos en dichos puntos.

3. Se calcula el índice TGBH ponderado para una hora, si la exposición es continua y para dos (2) horas si es intermitente, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$TGBH = \frac{(TGBH_1 \times t_1) + (TGBH_2 \times t_2) + \dots + (TGBH_n \times t_n)}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

Donde:

TGBH₁ = Índice determinado para la condición 1

TGBH₂ = Índice determinado para la condición 2

TGBH_n = Índice determinado para la condición n

t₁, t₂, ..., t_n = Tiempo que pasa el trabajador sometido respectivamente a las condiciones 1, 2, ..., n

NOTA 4: Las condiciones corresponden tanto a periodos de trabajo como de descanso.

4.1.2.3 Determinación del calor metabólico

a) El calor metabólico se obtiene de la tabla 1, dependiendo del tipo de actividad que desarrolla el trabajador.

b) En caso que la actividad realizada varíe, el calor metabólico se determina mediante la ecuación siguiente:

$$M = \frac{M_1 \times t_1 + M_2 \times t_2 + \dots + M_n \times t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

Donde:

M₁, ..., M_n = Cargas de calor metabólico correspondientes a las actividades realizadas durante los periodos t₁, t₂, ..., t_n

t₁, t₂, ..., t_n = Tiempo que pasa el trabajador sometido respectivamente a las condiciones 1, 2, ..., n

4.1.2.4 Determinación del grado de exposición al calor

Con los valores del índice TGBH y la categoría de carga de trabajo, y utilizando la tabla 3, se determina el grado de exposición al calor en relación al límite permisible para el ciclo de trabajo - recuperación que corresponda.

4.1.2.5 Informe de evaluación

El informe de evaluación debe contener los siguientes datos:

- a) Norma Venezolana COVENIN bajo la cual se realizó el ensayo.
- b) Fecha y hora de realización del ensayo.
- c) Lugar de realización del ensayo, indicando a qué caso corresponde del punto 4.1.2.1.
- d) Persona que realizó el ensayo.
- e) Resultados detallados de las mediciones o parámetros estimados.
- f) Valor medio del índice TGBH y su interpretación en relación a los valores de referencia.

NOTA 5: En el anexo A se muestran ejemplos de evaluación de exposición al calor.

4.1.2.6 Frecuencia de evaluación

- a) Recién instalado el lugar de trabajo.
- b) Cada dos (2) meses cuando el índice TGBH del lugar de trabajo esté por encima del límite permisible para trabajo continuo.
- c) Cada seis (6) meses cuando el índice TGBH del lugar de trabajo esté por debajo del límite permisible para trabajo continuo.
- d) Cada vez que haya cambios en las condiciones del ambiente de trabajo u operación.

4.2 Frío

4.2.1 Valores límites permisibles de exposición

La exposición al frío en lugares de trabajo deberá cumplir con los valores dados en la tabla 2, según el rango de temperatura.

4.2.2 Método de evaluación de la exposición

4.2.2.1 Equipos y/o instrumentos

Un sensor de temperatura con un rango de medición de 10°C a -80°C y con una exactitud de $\pm 0,5^\circ\text{C}$.

4.2.2.2 Condiciones del ensayo

Se selecciona para realizar el ensayo el momento de mayor exposición al frío de la jornada de trabajo.

4.2.2.3 Procedimiento

- a) Se coloca el sensor a una altura representativa del centro del tórax, acorde con la posición adoptada durante la exposición.
- b) Se registra la lectura una vez estabilizado el sensor.

4.2.2.4 Informe de evaluación

El informe deberá contener los siguientes datos:

- a) Norma Venezolana COVENIN bajo la cual se realizó el ensayo.
- b) Fecha y hora de realización del ensayo.
- c) Lugar de realización del ensayo.
- d) Persona que realizó el ensayo.
- e) Resultados obtenidos y su interpretación en relación a los límites establecidos según la tabla 2.
- f) Observaciones generales.

BIBLIOGRAFÍA

ISO 7243-1989 Hot environments. Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-Index (wet bulb globe temperature).

Occupational exposure to hot environments, año 1986 NIOSH, National Institute for Occupational Safety and Health Washington, DC 2042.

COVENIN 2273-1991 Principios ergonómicos de la concepción de los sistemas de trabajo.

ISO 8996-1990 Ergonomics. Determination of metabolic heat production.

Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices 1994 - 1995. American Conference Governmental of Industrial Hygienists (ACGIH).

ANEXO D

CATÁLOGOS PARA SELECCIÓN DE EQUIPOS DE
AIRE ACONDICIONADO

ANEXO D1: CATÁLOGO DE COMPRESOR

ANEXOS # 2.- INFORMACIÓN TÉCNICA DEL COMPRESOR

2.1.- Modelos de compresores Marca SANDEN

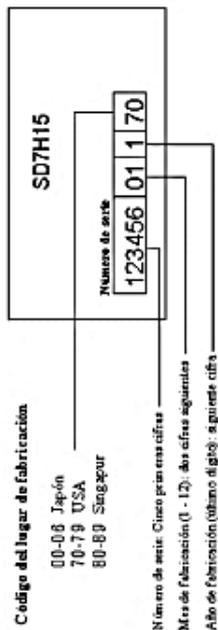
TIPO	Conversiones de modelos	
	R12	R 134a
5 Cilindros	SD-505	SD7B10 / SD5H09
	SD-507	SD5H11
	SD-508	SD5H14
	SD-510	SD7H15HD y SD5H14HD
7 Cilindros	SDB-708	SD7B10
	SD-708	SD7H13
	SD-709	SD7H15
	SDB-709	SD7B15

2.2.- Tabla de Temperaturas y Presiones de Saturación

Temp.(°F)	Presión (psig)	Temp.(°F)	Presión (psig)	Temp.(°F)	Presión (psig)
-40	-7.2 in. Hg	25	22	105	135
-30	-4.8 in. Hg	30	26	110	147
-20	-1.7 in. Hg	40	35	115	159
-15	0	50	45	120	172
-10	2	60	57	130	200
-5	4	70	71	140	231
0	6	80	85	150	264
5	9	85	95	160	301
10	12	90	104	180	3
15	15	95	114	200	485
20	18	100	124	210	549

2.3.- Identificación de los compresores.

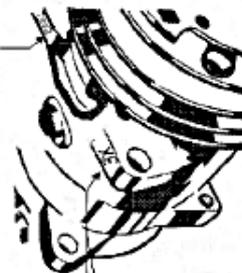
Etiqueta.



2.4.- Códigos de Fecha de Fabricación Estampados en el Compresor Sólo en los Fabricados en los EEUU.

Los códigos de fecha de fabricación van estampados sobre la oreja izquierda del compresor según se ve mirando el embrague, con el tapon o adaptador del aceite hacia arriba.

Código I.D. interno de Sanden



Mes de fabricación (primer dígito):
(3 indica fabricación en 1993)
Mes de fabricación (último dígito):
Ene.: 1 Sep.: 9
Feb.: 2 Oct.: 0
Mar.: 3 Nov.: 1
Abr.: 4 Dic.: 2

Canal	Tensión, lb (kgf)
A	121 ± 5 (55 ± 2)
B	132 ± 5 (60 ± 2)
C	132 ± 5 (60 ± 2)
M	132 ± 5 (60 ± 2)
PV4	132 ± 5 (60 ± 2)
PV6	158 ± 5 (90 ± 2)

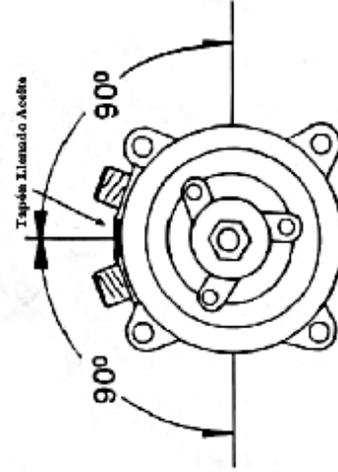
(Tensión de la Poly V basada en 33 lb (1.5kgf), por canal).

2.7.- Pares de apriete de montaje

COMPONENTE	Ib. pie	N.m	kgf/cm
Tuerca retención plato arrastre 1/2" - 20	22.4 ± 2.9	30.4 ± 3.9	310 ± 40
Tuerca retención plato arrastre M8	13.0 ± 2.2	17.7 ± 2.9	180 ± 30
Tornillos enlati, M6	10 ± 2.2	13.7 ± 2.9	140 ± 30
Tornillos enlati, M8	25.3 ± 3.6	34.3 ± 4.9	350 ± 50
Tapón roscado llenado aceite	14.5 ± 13.6	19.6 ± 4.9	200 ± 50
Rotor manguera 1" - 14 rotoblock	26.7 ± 2.9	36.3 ± 3.9	370 ± 40
Tubo-O 7/8"	23.9 ± 2.9	32.4 ± 3.9	330 ± 40
Tubo-O 3/4"	17.3 ± 2.5	23.5 ± 3.4	240 ± 35
Tornillo rotor brida, M10	28.9 ± 2.9	39.2 ± 3.9	440 ± 40
Tornillo rotor brida, 3/8" - 24	28.9 ± 2.9	39.2 ± 3.9	440 ± 40
Tornillo rotor brida, M8	26.3 ± 2.9	34.3 ± 3.9	350 ± 40
Tornillo abrazadera cable-alimentación embrague	11 ± 3 puellb	1.3 ± 0.3	1.3 ± 3
Válvula alivio alta presión	7.2 ± 1.4	9.8 ± 2.0	100 ± 20
Tornillo abrazadera interruptor protector Térmico (6 - M5)	7.2 ± 2.2 · 1.4	9.8 ± 2.9 · 2.0	100 ± 30 · 20
Tornillos guardapolvo embrague (6 - M5)	6.5 ± 1.4	9 ± 2	90 ± 20
Tornillos guardapolvo embrague (3 - 1/4" - 20)	2.7 ± 0.9	3.6 ± 1.2	37 ± 12

2.8.- Ángulos de montajes aceptables

Todos los Compresores SD - R134a



2.5.- Velocidad de funcionamiento normal

Modelo	Tipo de Embrague	RPM máximas	
		Constante	Puntual
SD5H14	SdL	6.000	7.000
SD5H14	HD	4.000	6.000
SD7B10	All	6.000	7.000
SD7H13	All	6.000	8.000
SD7H15	SdL	6.000	8.000
SD7H15	HD	4.000	6.000
SD7H15	SHD	4.000	4.000

2.6.- Especificaciones básicas del compresor

Modelo	Refrigerante	Desplazamiento piq. cúb. (cc)	Peso normal, lb. (kg.)		Coeficiente Embrague	Tipo de Aceite	Carga de aceite normal		Rotación
			Compresor	Embrague			Cantidad l. cc. (oz)	Tipos de Sistema	
SD5H14	R134a	8.4 (130)	11.2 (5.1)	6.0 (2.7)	17.2 (7.8)	SP-20	TXV CCOT	7.2±0.5 (210±15) No normal	Anteb sentido CW (Check Wise) Solo Sentido Relay
SD7B10	R134a	6.1 (100)	5.9 (2.7)	3.3 (1.5)	9.2 (4.2)	SP-10	TXV	No normal	CW (Check Wise) Solo Sentido Relay
SD7H13	R134a	7.5 (129)	9.3 (4.2)	4.0 (2.1)	13.9 (6.3)	SP-20	TXV	4.6±0.5 (135±15) 8.1±0.5 (240±15) CCOT	CW (Check Wise) Solo Sentido Relay
SD7H15/HD	R134a	9.5 (155)	9.9 (4.5)	5.3 (2.4)	15.2 (7.4)	SP-20	TXV	4.6±0.5 (135±15) 8.1±0.5 (240±15) CCOT	CW (Check Wise) Solo Sentido Relay
SD7H15/SHD	R134a	9.5 (155)	9.9 (4.5)	2.7 (0.5)	17.6 (8.0)	SP-20	TXV	4.6±0.5 (135±15) 8.1±0.5 (240±15) CCOT	CW (Check Wise) Solo Sentido Relay

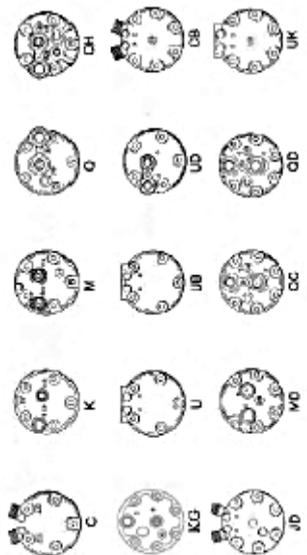
2.9.- Guía de los racores en la culata

➤ Serie de compresores SD R134a

Nº Pines / Revisión Sanden	Nombre	Posición en Culata	Información sobre racores		Serie Compresor SD			
			Racor Aspiración Dimensione/ Tipo	Racor Descarga Dimensione/ Tipo	IFT o Interceptor Presión Típica	3H14	7H13	7H15 RD/SHD
9385-9650*	C	Vertical	Take-O-1" - 14 rotoblock	Take-O 1" - 14 rotoblock	No	X		
7084	H	Vertical	Take-O #18 (1.8")	Take-O #8 (0.8")	No	X		
8034-9650	K	Horizontal	Take-O #18 (1.8")	Take-O #8 (0.8")	No	X		
9699-9650*	M	Horizontal	Take-O 1" - 14 rotoblock	Take-O 1" - 14 rotoblock	No	X		
9150-9650*	Q	Horizontal	Tonillo rotor brida 3/8" - 24	Tonillo rotor brida 3/8" - 24	No	X		
9895-9650*	QH	Horizontal	Tonillo rotor brida 3/8" - 24	Tonillo rotor brida 3/8" - 24	SI	X		
9298-9650*	U	Vertical	Tonillo rotor brida M10 x 1	Tonillo rotor brida M10 x 1	No	X		
9317-9650*	UB	Vertical	Tonillo rotor brida M10 x 1.25	Tonillo rotor brida M10 x 1.25	No	X		
9316-9650*	UB	Horizontal	Tonillo rotor brida M10 x 1.25	Tonillo rotor brida M10 x 1.25	No	X		
7412-9650	CB	Vertical	Take-O 1" - 14 rotoblock	Take-O 1" - 14 rotoblock	No	X	X	X
7832-9650	JD	Vertical	Take-O #18 (1.8")	Take-O #8 (0.8")	No	X	X	X
7844-9650	JE	Vertical	Take-O #18 (1.8")	Take-O #8 (0.8")	No	X	X	X
7862-9650	KG	Horizontal	Take-O #18 (1.8")	Take-O #8 (0.8")	No	X	X	X
8106-9650*	MD	Horizontal	Take-O 1" - 14 rotoblock	Take-O 1" - 14 rotoblock	No	X	X	X
7433-9650	QC	Horizontal	Tonillo rotor brida 3/8" - 24	Tonillo rotor brida 3/8" - 24	No	X	X	X
7484-9650	QD	Horizontal	Tonillo rotor brida M10 x 1.25	Tonillo rotor brida M10 x 1.25	No	X	X	X
7305-9651	UK	Vertical	Tonillo rotor brida M10 x 1.25	Tonillo rotor brida M10 x 1.25	No	X	X	X

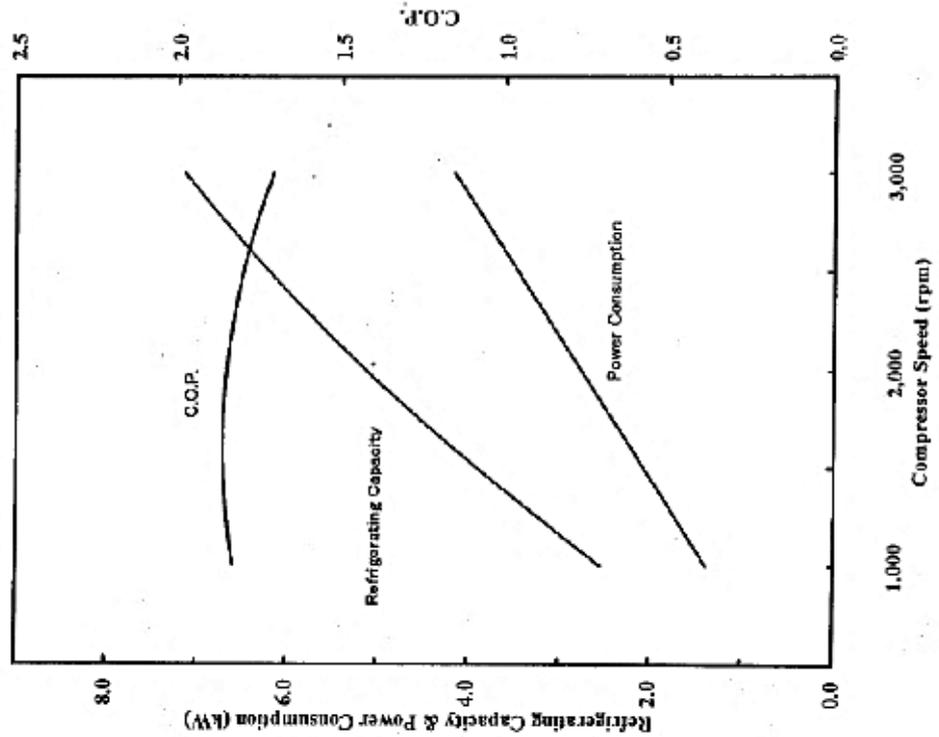
A) Los compresores Sanden R134a no ofrecen la opción de válvulas de carga en el compresor.

B) * Indica que el compresor que presenta esta culata no se debe montar con el rotor de aspiración hacia abajo.



2.10.- Curva de funcionamiento del compresor SD5H14

Pressure Dis / Suc : 1.67(MPa) / 196(LbPs) [auge]
Sub Cool / Super Heat : 0 / 10(K)



ANEXO D2: CATÁLOGO DE CONDENSADORES

Condensadores CZ5 CZ5 Condensers

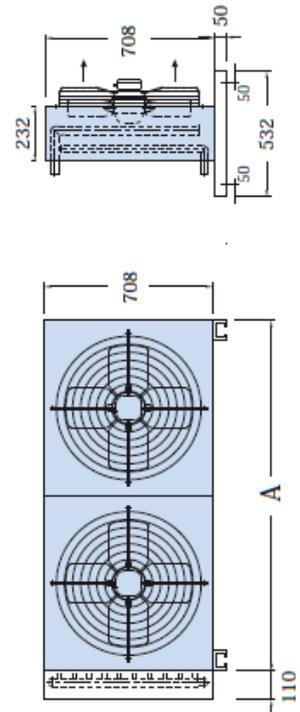


MODELO	Motores					Motores					MODELO	Vol. Int. Space	Superf. Surface	Dimensiones	CONEXIONES	FANS	PESO	
	920 W, 1.84 Amp. AT=15°C, 1370 r.p.m.	700 W, 1.06 Amp. AT=15°C, 1130 r.p.m.	315 W, 0.83 Amp. AT=15°C, 900 r.p.m.	210 W, 0.45 Amp. AT=15°C, 640 r.p.m.	Potencia	Capacidad	Caudal aire	Nivel sonoro	dB(A)*	Sound Level								Potencia
CZ5-2821.46	13.4	7.800	54.0	12.1	6.500	51.0	10.2	5.000	44.0	9.4	4.100	40.0	3.01	19.63	740	19	16	43
CZ5-2831.46	17.4	7.200	54.0	15.3	5.800	51.0	12.8	4.500	44.0	11.4	3.700	40.0	4.50	29.44	740	28	19	47
CZ5-2841.46	20.3	6.750	54.0	17.3	5.300	51.0	14.3	4.200	44.0	12.0	3.300	40.0	6.00	39.29	740	28	19	51
CZ5-2851.46	21.5	6.200	54.0	18.4	4.950	51.0	14.5	3.800	44.0	12.7	3.050	40.0	7.50	49.07	740	28	19	56
CZ5-2822.46	27.8	16.000	57.0	24.3	13.200	54.0	21.5	10.200	47.0	19.4	8.400	43.0	5.96	40.99	1.480	28	19	71
CZ5-2832.46	36.0	14.800	57.0	32.0	12.000	54.0	27.1	9.400	47.0	23.1	7.500	43.0	8.94	61.49	1.480	28	19	80
CZ5-2842.46	42.0	13.600	57.0	36.6	11.000	54.0	30.1	8.600	47.0	25.5	6.900	43.0	11.91	81.98	1.480	35	28	89
CZ5-2852.46	45.5	12.700	57.0	38.5	10.200	54.0	30.3	7.800	47.0	25.9	6.400	43.0	14.89	102.48	1.480	35	28	98
CZ5-2823.46	42.0	24.000	58.8	38.0	20.100	55.8	32.5	15.300	48.8	30.0	12.750	44.8	8.92	62.35	2.220	35	28	100
CZ5-2833.46	54.5	22.200	58.8	47.7	18.000	55.8	41.3	14.100	48.8	35.9	11.400	44.8	13.37	93.53	2.220	35	28	114
CZ5-2843.46	63.5	20.400	58.8	54.6	16.500	55.8	46.5	13.050	48.8	39.5	10.450	44.8	17.82	124.70	2.220	35	28	127
CZ5-2853.46	67.8	19.200	58.8	58.3	15.600	55.8	47.8	12.000	48.8	40.1	9.600	44.8	22.28	155.88	2.220	35	28	141

* Medidos en campo libre a 10 mts. de la unidad. / Measured in free field at 10 mts. from the unit.

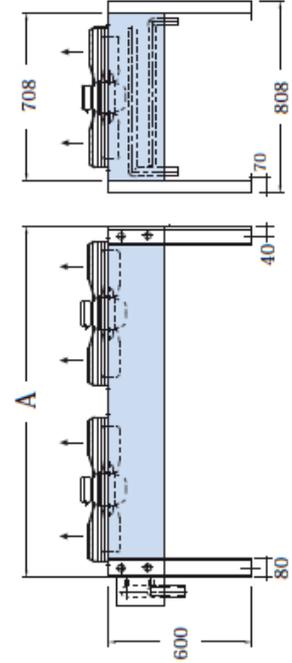
DISPOSICIÓN HORIZONTAL (H)

HORIZONTAL LAYOUT (H)

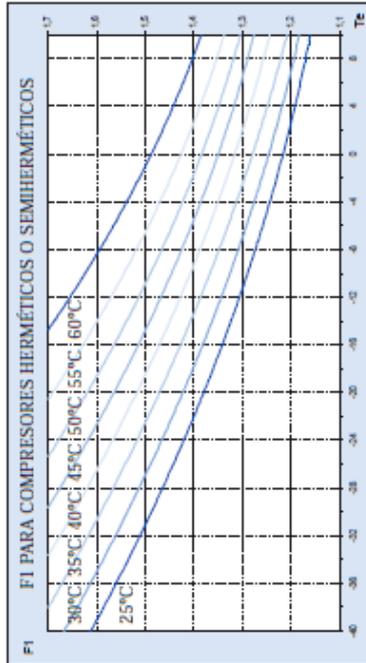
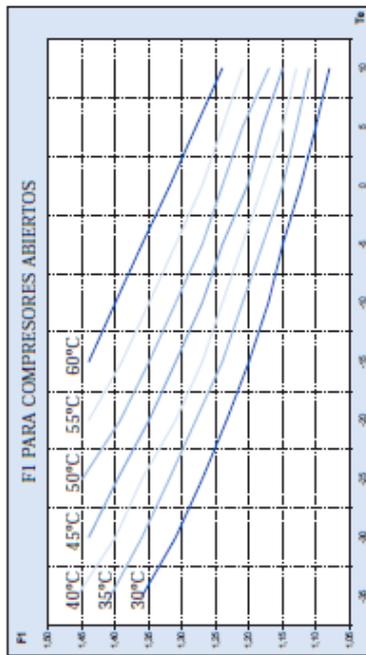


DISPOSICIÓN VERTICAL (V)

VERTICAL LAYOUT (V)



FACTORES DE CORRECCIÓN / CORRECTION FACTORS



F₂ = FACTOR DE TEMPERATURA AMBIENTE / AMBIENT TEMPERATURE FACTOR

t_a Amb. °C	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
F ₂	0.95	0.96	0.97	0.98	1	1.01	1.03	1.04	1.05	1.07

F₃ = FACTOR DE ΔT (T^a CONDENSACIÓN - T^a AMBIENTE) / ΔT FACTOR (CONDENSING TEMP - AMBIENT TEMPERATURE)

ΔT (°C)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
F ₃	1.86	1.67	1.50	1.36	1.25	1.15	1.07	1.00	0.94	0.88	0.83	0.79	0.75

F₄ = FACTOR DE REFRIGERANTE / REFRIGERANT FACTOR

REFRIGERANTE	R 12	R 22	R 134 _a	R 404A	R 407 C	R 507	R 407 A	R 502
F ₄	1.06	1.00	1.03	1.03	1.01	1.16	0.96	1.03

F₅ = FACTOR DE ALTITUD / ALTITUDE FACTOR

ALTITUD (m)	0	200	400	600	800	1.000	1.200	1.400
F ₅	1.00	1.01	1.03	1.04	1.06	1.07	1.09	1.11
ALTITUD (m)	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800	3.000
F ₅	1.12	1.14	1.16	1.18	1.20	1.22	1.24	1.26

ANEXO D3: CATÁLOGO DE EVAPORADOR



*Perfect Fit...
Affordable Price.*

[1441 Heritage Parkway, Mansfield, TX 76063](http://1441.Heritage.Parkway.Mansfield.TX.76063)

[1-800-648-8648](tel:1-800-648-8648)

uacsales@uacparts.com

Universal Under-Dash Unit



UN 0891C

Evaporator: (36 Pass 4 Way)

Temp: (Electric Thermo.)

Air Flow: (3 Speed)

Weight: (8.98 Kg)

Dimension: (802x365x140mm)

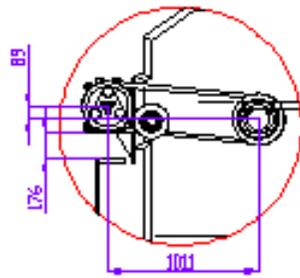
Cooling Capacity: (8116 Kcal./H)

Max Air Vol.: (610 CFM)

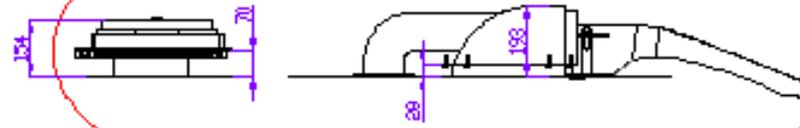
Power: (12V/8.5Ax2)

ANEXO E

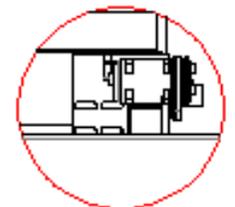
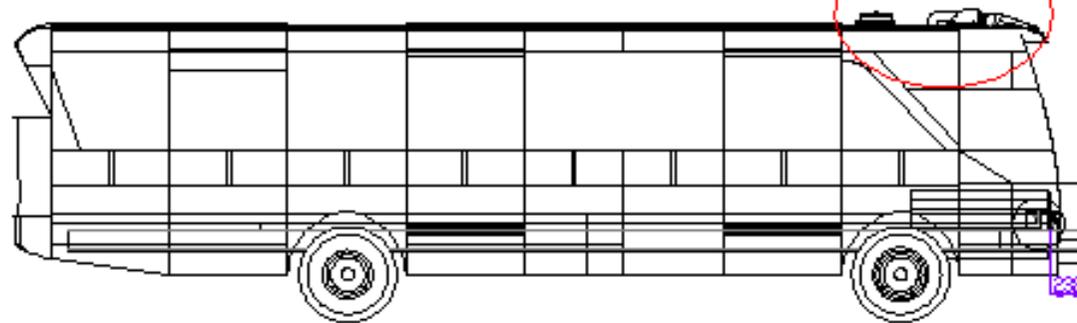
PLANOS DE DISEÑO DE PARTES DEL SISTEMA
DE AIRE ACONDICIONADO



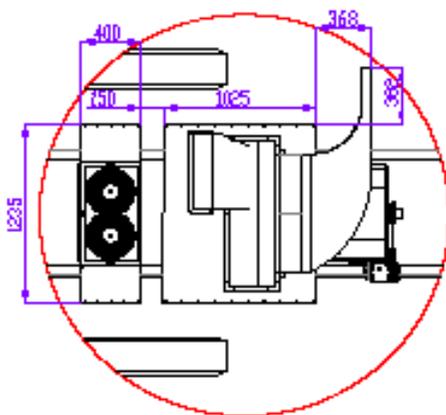
DETALLE F
ESCALA 1 : 10



DETALLE J
ESCALA 1 : 10



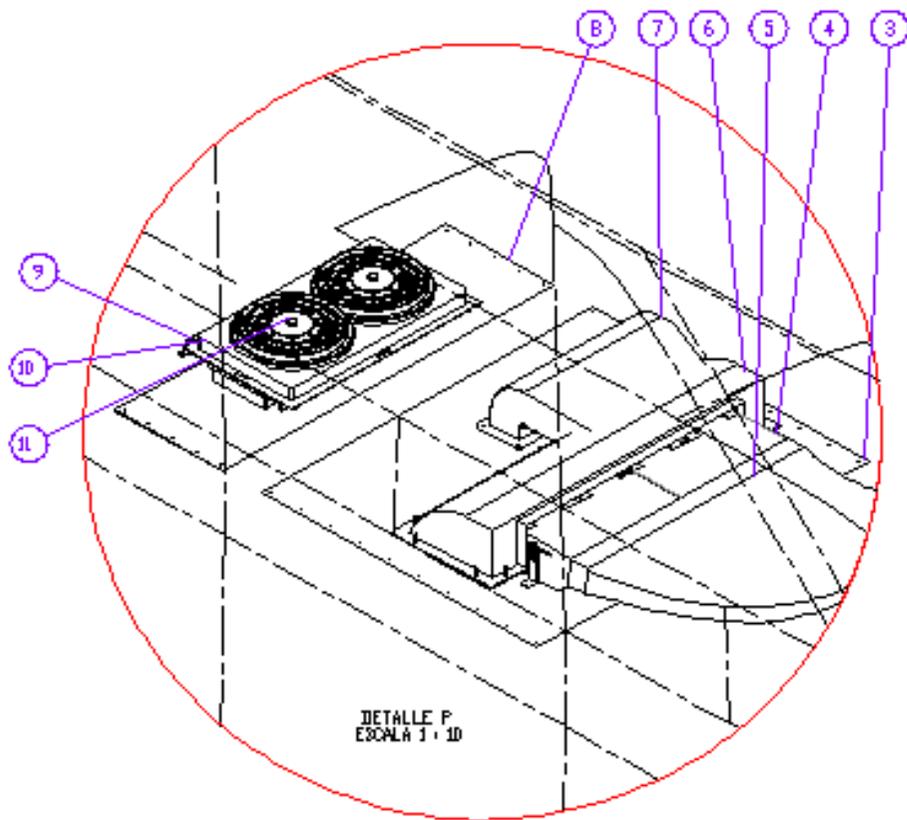
DETALLE G
ESCALA 1 : 10



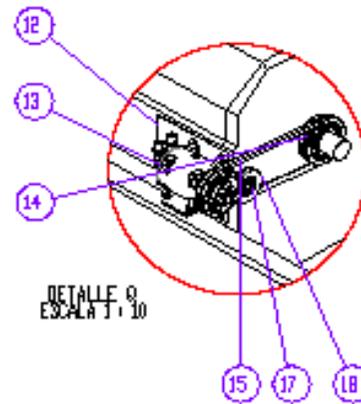
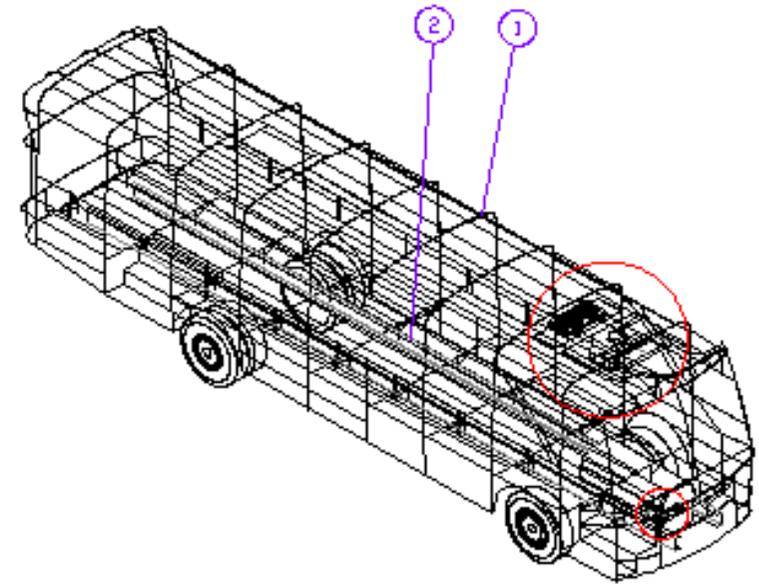
DETALLE J
ESCALA 1 : 25



CONCEPTO SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO		ESCALA 1 : 10	
PROYECTISTA CARROCERÍAS IMCE		CLIENTE IMCE	
FECHA 2010	PROYECTO SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	ESTADO VARIOS	TIPO DE VISTAS VISTAS GENERALES
PROYECTISTA CARROCERÍAS IMCE	PROYECTO SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	ESTADO VARIOS	TIPO DE VISTAS VISTAS GENERALES
PROYECTISTA CARROCERÍAS IMCE	PROYECTO SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	ESTADO VARIOS	TIPO DE VISTAS VISTAS GENERALES



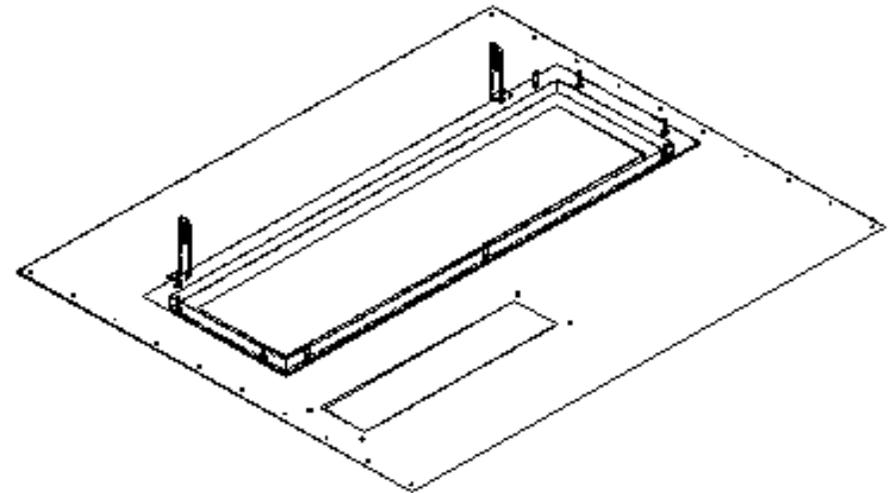
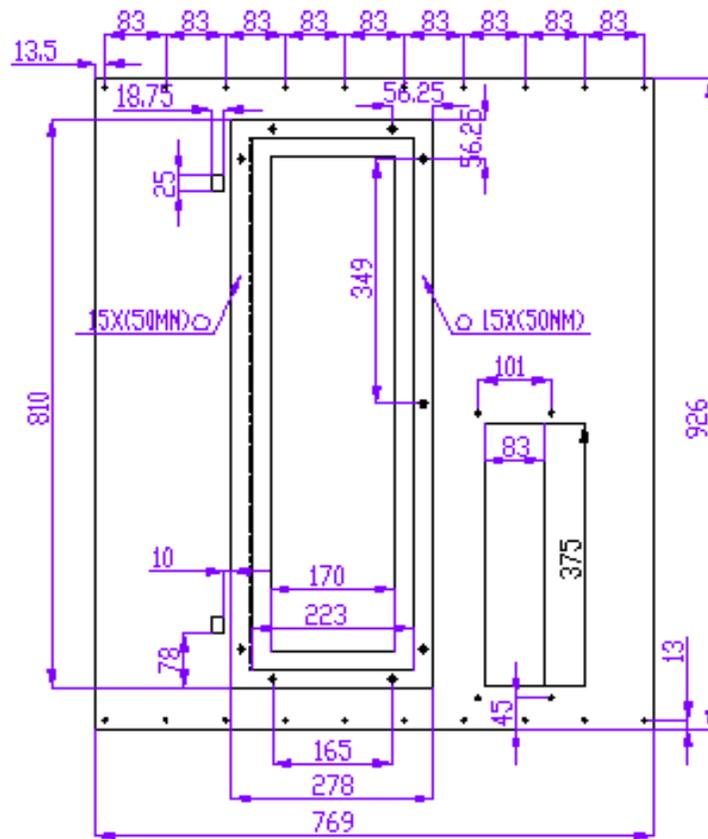
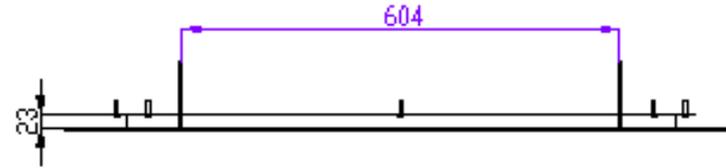
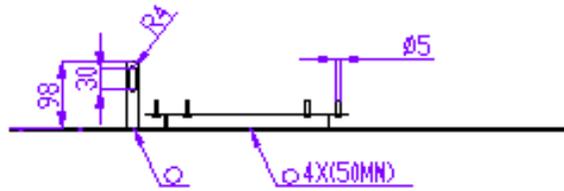
DETALLE P
ESCALA 1:10



DETALLE Q
ESCALA 1:10

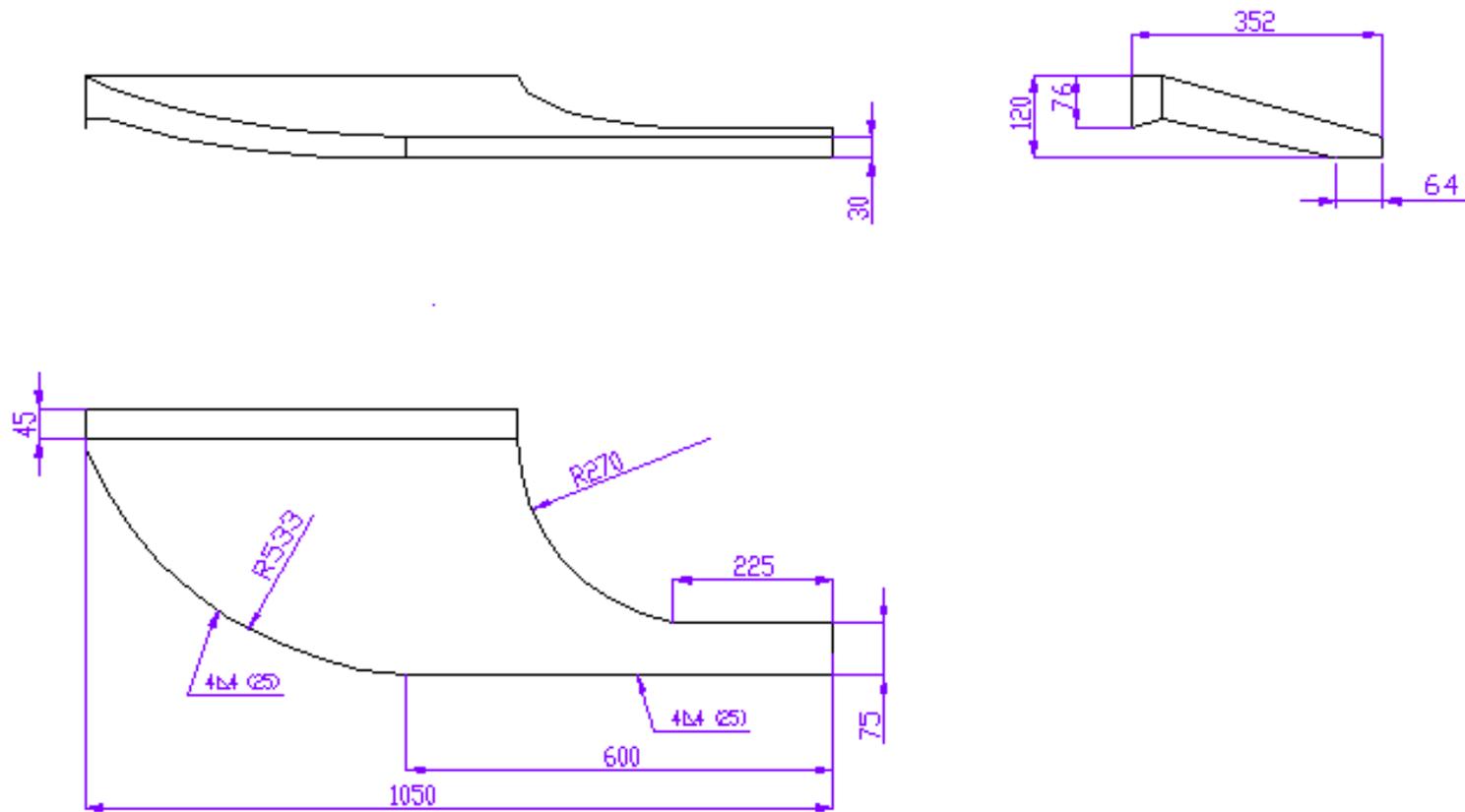
L	POLEA LISA DE ALISTE	ACERO DE TRANSCON	36	0,79	ABRILCO	
L	PERNO DE POLEA PUNZON	ACERO DE TRANSCON	27	0,12	ABRILCO	
L	ECCENTRICA	ACERO DE TRANSCON	36	1,90	ABRILCO	
L	BANDA A2	CAUCHO	25		ABRILCO	
L	POLEA PUNZON	ACERO DE TRANSCON	31	1,20	ABRILCO	
L	COMPRESOR DEL SISTEMA		23		ABRILCO	
L	BASE DEL COMPRESOR	PLANCH. VG. LB. 620M	22	0,85	DELAZ, SOLDADO	
E	ELECTROVENTILADORES		2		ABRILCO	
L	TAPA DEL CONDENSADOR	PLANCH. AC. GALV. 3MM	30	3,87	DELAZ, SOLDADO	
L	RADIADOR DEL CONDENSADOR	ALUMINO	9	0,85	ABRILCO	
L	BASE DEL CONDENSADOR	PLANCH. AC. GALV. 2,5MM, 1,5MM	8	0,77	DELAZ, SOLDADO	
L	DUCTO DE SUCCION SUPERIOR	PLANCH. AC. GALV. 3MM	7	0,88	DELAZ, SOLDADO	
L	TAPA PROTECCION DEL EVAPORADOR	PLANCH. AC. GALV. 3MM	6	4,23	DELAZ, SOLDADO	
L	DUCTO SUPERIOR DE RESERVA	PLANCH. AC. GALV. 3MM	5	0,85	DELAZ, SOLDADO	
L	EVAPORADOR DEL SISTEMA		4		ABRILCO	
L	BASE DEL EVAPORADOR	PLANCH. AC. GALV. 2,5MM, 1,5MM	9	12,07	DELAZ, SOLDADO	
L	CHISOL: PVS D-250 D3		2		ABRILCO	
L	CONTRIBUTIVA DE GAS TIPO	REFRIGERANTE AC. A-502	1		SOLDADURA ARG. D3	
MP:	Introducción	MP Materia/ Bajo	Intenid.	MP Elev.	Peso Kg)	Descripciones

SE DEBE PASE LA COMPRESOR		SE DEBE LA OTRA		SE DEBE	
CARROCEPÍAS IMCE					
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO					
CONJUNTO ARMADO					
AC					



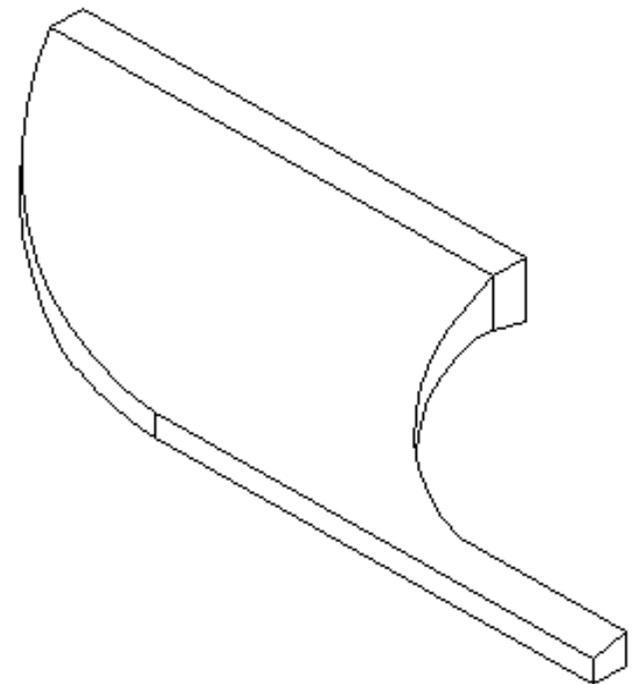
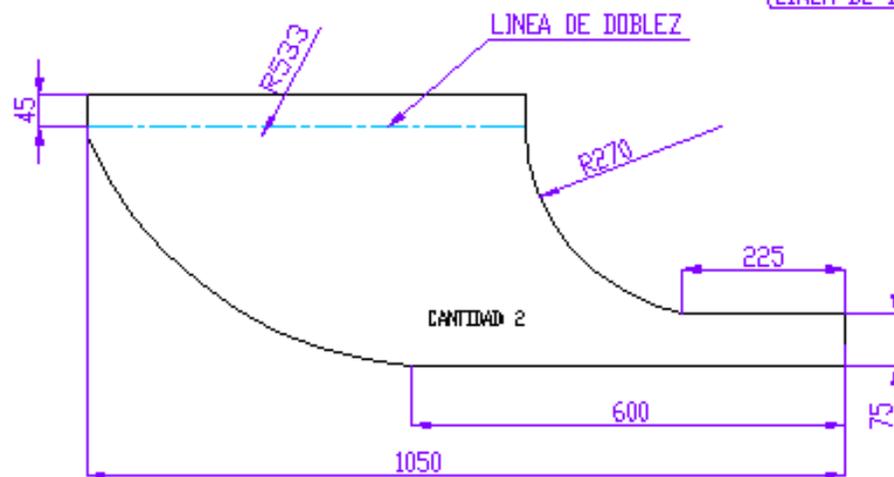
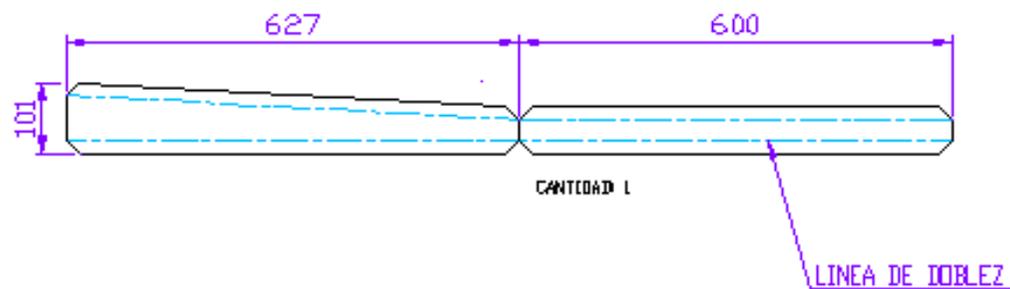
PLANO COPIA NO CONTROLADA

SI SE DEBEA LO CONTRARIO LAS COTAS SE EXPRESAN EN M SISTEMA DE UNIDADES LINEAL +/- 0.25 ANGULO +/- 15'		ACABADO PINTADO	REVISOR / REVISOR ASISTENTE VCH	NO OMBRE LA ESCALA	REVISOR
				CARROCERÍAS IMCE	
				TITULO	
				SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	
				Nº DE DISEÑO	
				BASE EVAPORADOR	
				A3	
				Nº DE HOJA	
				1	
				MATERIAL	
				ACERO LF 15MM Y 25MM	
				Escala	
				1:1	
				FECHA	
				10-10-10	
				AUTOR	
				G.C. FREZ	
				VERIF.	
				G.C. FREZ	
				DISEÑO	
				G.C. FREZ	



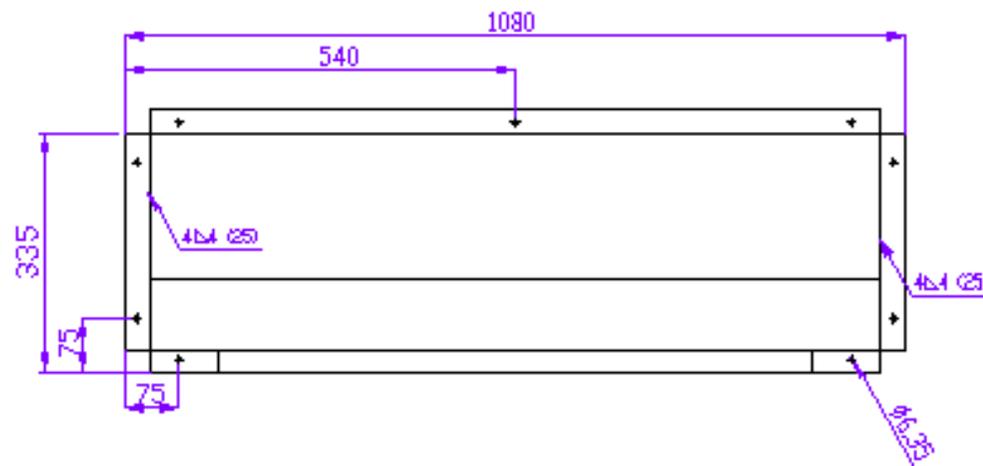
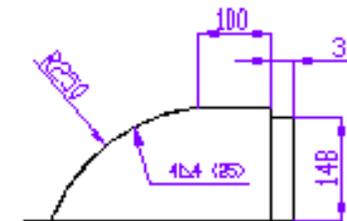
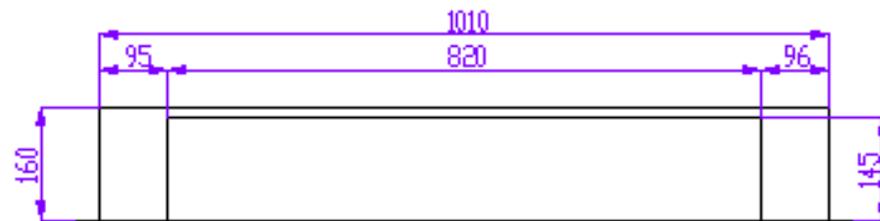
PLANO COPIA NO CONTROLADA

SE NO SE CONTA LO ENTERRADO LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL TOLERANCIAS LINEAL +/- 0.20 ANGULAR +/- 10°			ACABADO PINTURA BICAPA BLANCA	REMEDIOS Y REPARACIONES VERSE	ID CADRE LA ESCALA REVISION
CARROCERÍAS IMCE					
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO					
DUCTO SUPERIOR DE DESCARGA					
MATERIAL: AC. GALVANIZADO 1.1 MM			Nº DE BOQUIL A3		
PESO 585 Kg			TOTAL P. 5 DE 5		



PLANO COPIA NO CONTROLADA

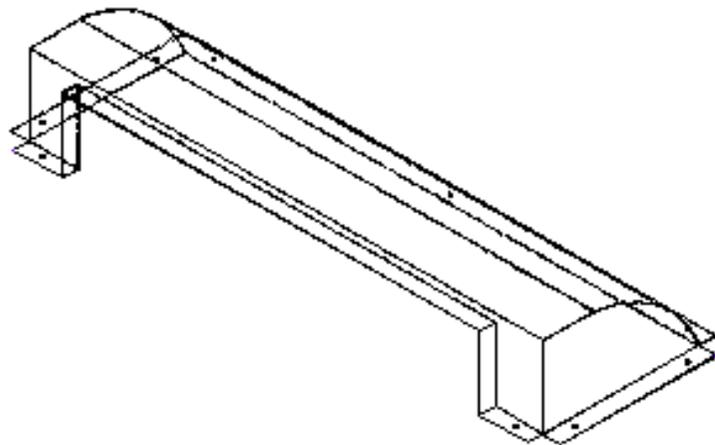
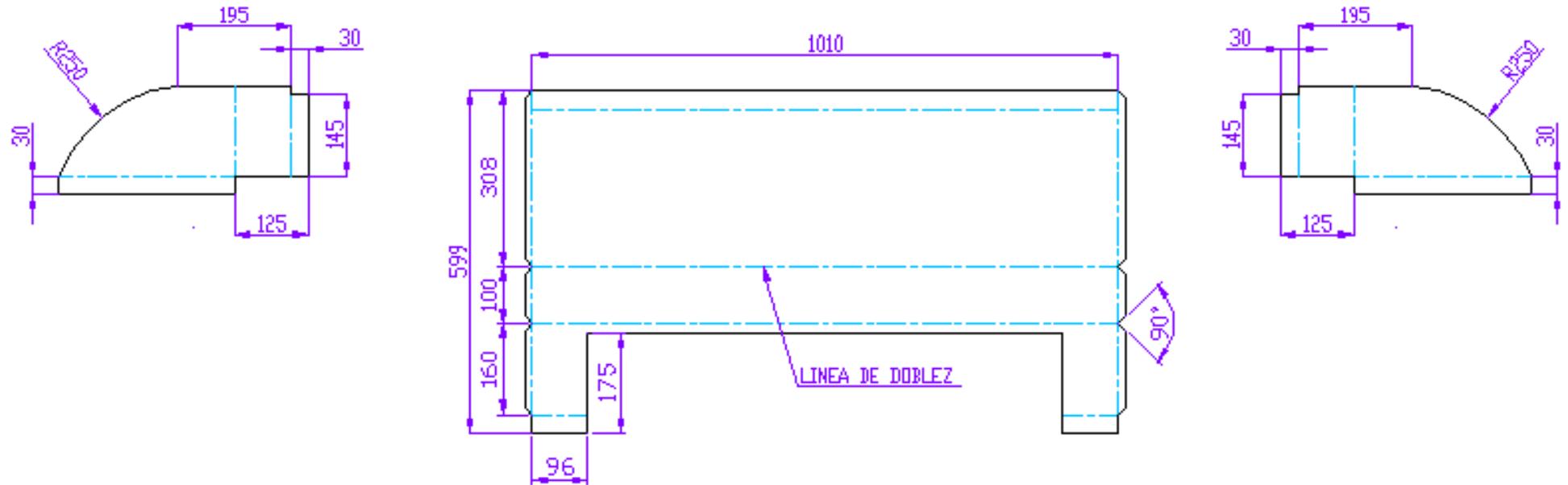
SE ME DE ODEIA LO CONTRARIO LAS UNIDADES SE EXPRESAN EN MM ACERADO SUPERFICIAL TOLERANCIAS LINEALES +/- 0.10 ANGULOS +/- 10'			MATERIAL PINTURA BICAPA BLANCA		RESERVA Y RESERVA ADICIONAL 100%		NO CAMBIE LA COTILLA		REVISION			
							CARROCERÍAS IMCE					
							TITULO SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO					
							MATERIAL AC GALVANIZADO 1.1 MM				Nº DE DIBUJO DUCTO SUPERIOR DE DESCARGA	
							PESO 585 Kg		Escala		A3 P. 010 58	
									FECHA 4 DE 25			



PLANO COPIA NO CONTROLADA

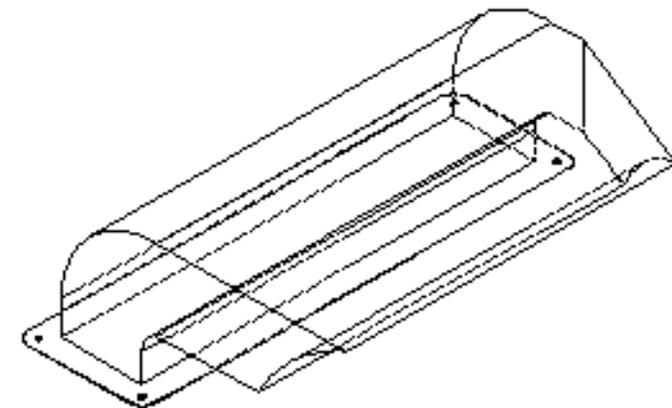
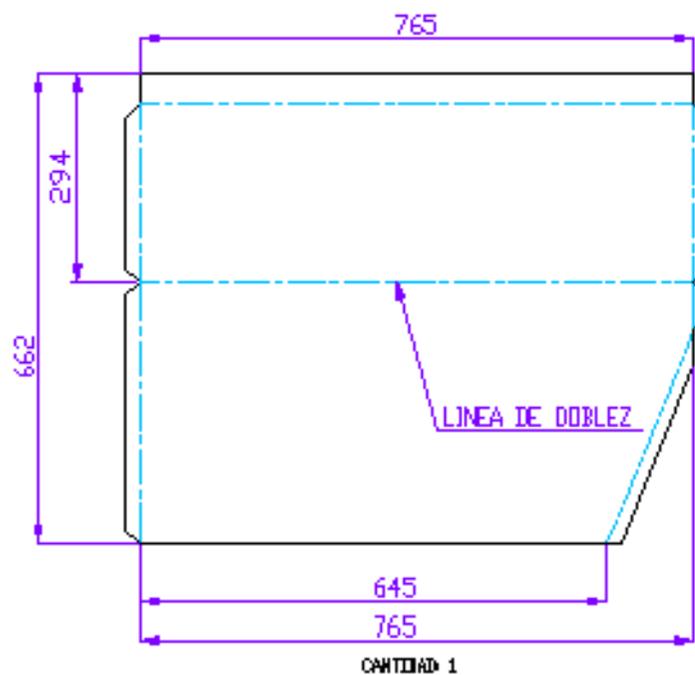
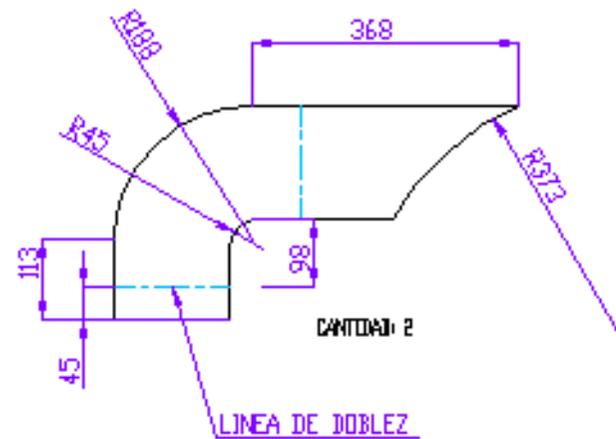
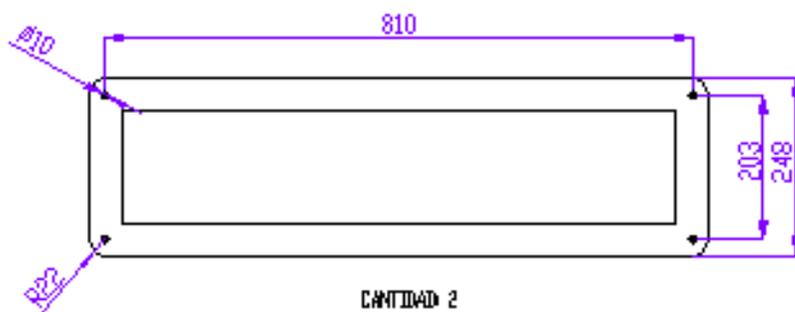
SI NO SE DEBE LE ENTENDI LAS LEYAS DE DISEÑO DE UN ASESOR EXPERTO EN TELEFONOS: Dr. MULLER 77-00		ACABADO PINTURA BICAPA BLANCA	REBORAR Y REFORZAR 100%	NO CUIDE LA ESCALA INVENTO
CARROCERÍAS IMCE				
TITULO SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO				
AC. GALVANIZADO L1 NN			N° DE HOJA TAPA PROTECCION DEL EVAPORADOR	
PAGO 475.00			A3	
CUALQUIER DISEÑO			P. 008-1	

DESDOBLAMIENTO



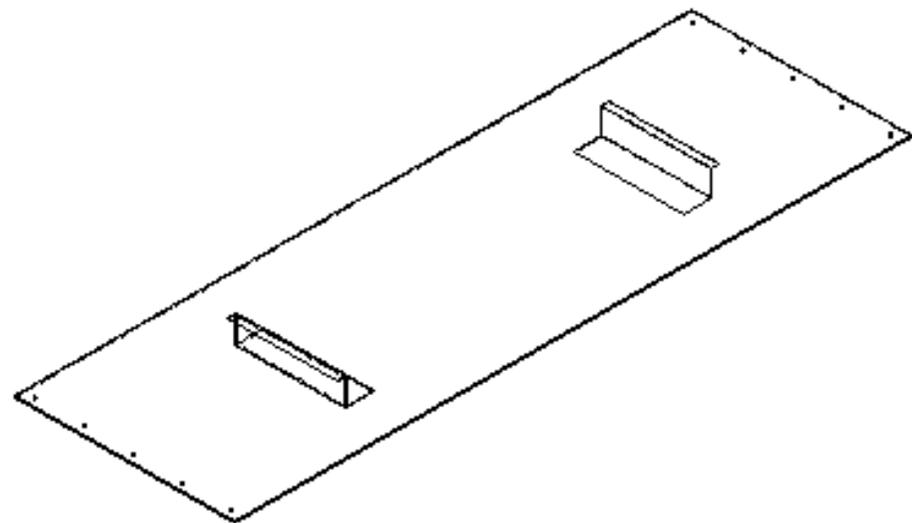
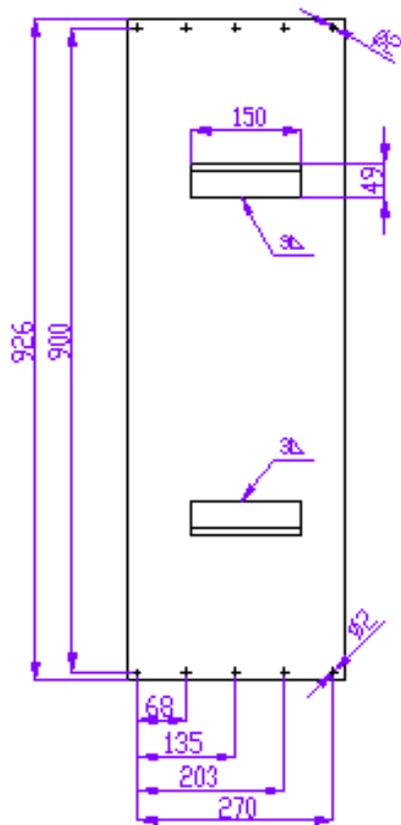
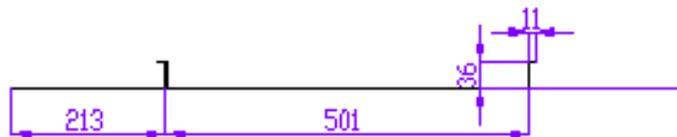
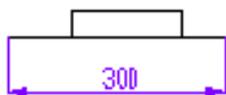
PLANO COPIA NO CONTROLADA

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO LOS DATOS SE EXPRESAN EN MM		ACABADO	RENDER Y RENDER ACOTAS VTAS		ID DIBUJE LA ESCALA	REVISION
ACABADO SUPERFICIA/ TELAMORO		PINTURA BOCAPA BLANCA		CARROCERÍAS IMCE		
LINEA: N° - 00 ANILAS: V - 00						
	MINUT	FORM	FECHA		TITULO	
DIR.	ING. C. PEREZ		21-04-17		SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	
PROF.	SR. S. GONZA		04-06-18		N° DE DIBUJO TAPA PROTECCION DEL EVAPORADOR	
PROF.	SR. R. GONZA		10-08-18			
PROF.	SR. G. PEREZ		21-08-18			
CALIF.				AVISOS:	A3	
				AC. GALVANIZADO 1.1 MM	N° DE DIBUJO	
					TAPA PROTECCION DEL EVAPORADOR	
				FECH 4/7/18	N° DE DIBUJO	
					DISEÑADOR	
					TITULO DE LA HOJA	



PLANO COPIA NO CONTROLADA

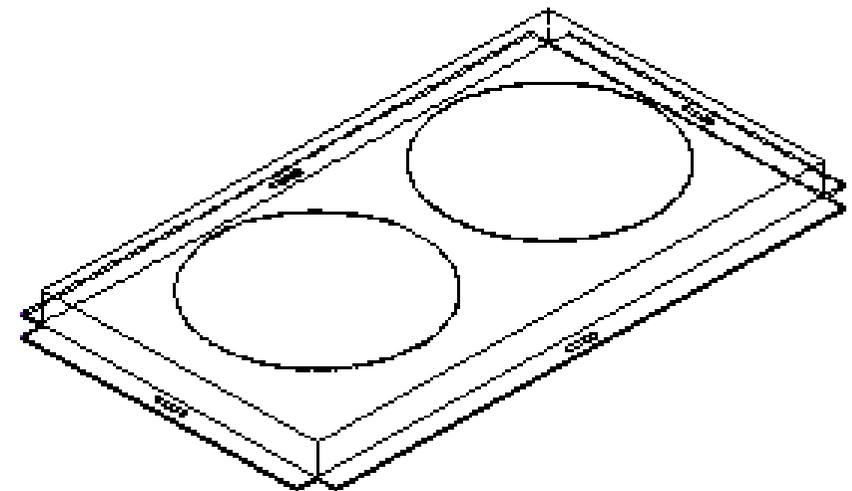
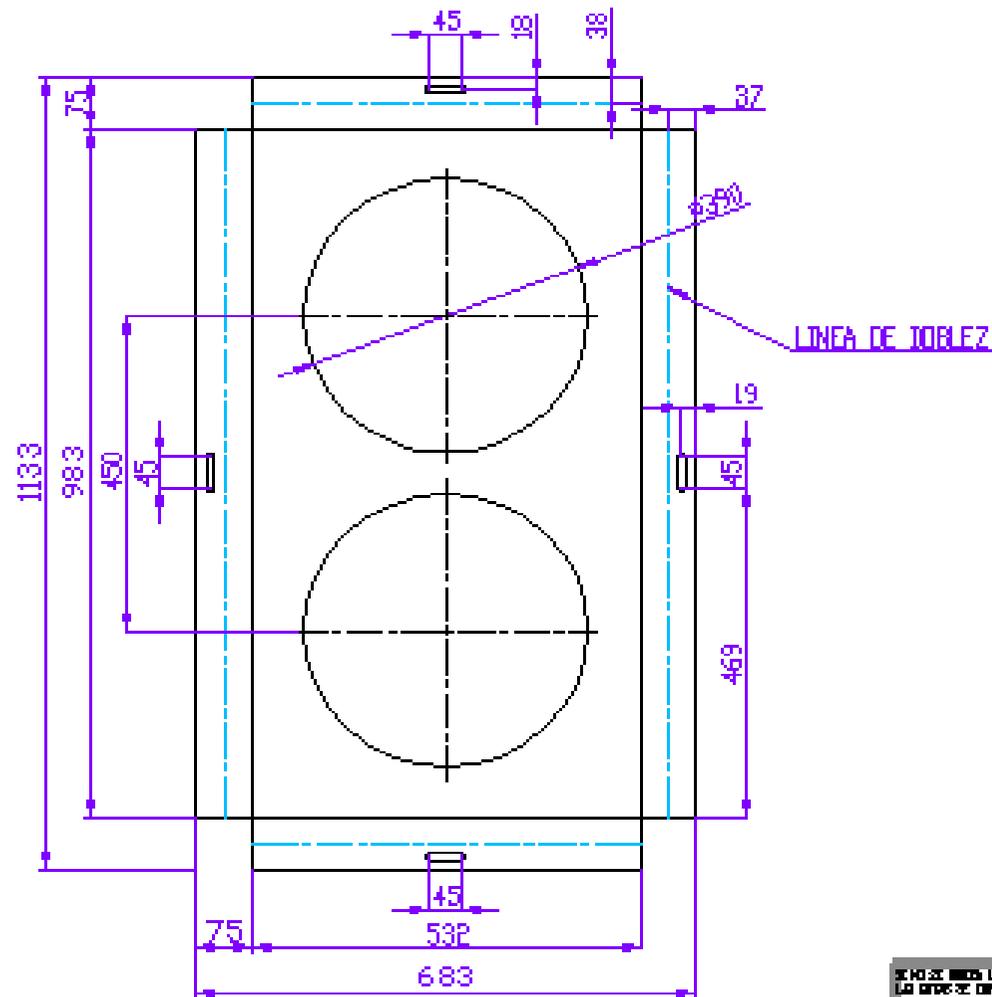
SI SE PUEDE LE ENTENDI LAS NOTAS SE CORRIJA EN ACORDO SUPERIOR. TELEFONO LIMA 011- 266 MOBIL 911- 87		ACABADO PINTURA BICAPA BLANCA	REVISAR Y FIRMAR MEDIO 17/02	NO OLVIDE LA ESCALA	REVISION
				CARROCERÍAS IMCE	
				ESTADO	
				SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	
				Nº DE BOLETA	
				DUCTO DE SUCCION SUPERIOR	
				A3	
				P. 029.7	
				REV. 01	
				REV. 02	
				REV. 03	
				REV. 04	
				REV. 05	
				REV. 06	
				REV. 07	
				REV. 08	
				REV. 09	
				REV. 10	
				REV. 11	
				REV. 12	
				REV. 13	
				REV. 14	
				REV. 15	
				REV. 16	
				REV. 17	
				REV. 18	
				REV. 19	
				REV. 20	
				REV. 21	
				REV. 22	
				REV. 23	
				REV. 24	
				REV. 25	
				REV. 26	
				REV. 27	
				REV. 28	
				REV. 29	
				REV. 30	
				REV. 31	
				REV. 32	
				REV. 33	
				REV. 34	
				REV. 35	
				REV. 36	
				REV. 37	
				REV. 38	
				REV. 39	
				REV. 40	
				REV. 41	
				REV. 42	
				REV. 43	
				REV. 44	
				REV. 45	
				REV. 46	
				REV. 47	
				REV. 48	
				REV. 49	
				REV. 50	
				REV. 51	
				REV. 52	
				REV. 53	
				REV. 54	
				REV. 55	
				REV. 56	
				REV. 57	
				REV. 58	
				REV. 59	
				REV. 60	
				REV. 61	
				REV. 62	
				REV. 63	
				REV. 64	
				REV. 65	
				REV. 66	
				REV. 67	
				REV. 68	
				REV. 69	
				REV. 70	
				REV. 71	
				REV. 72	
				REV. 73	
				REV. 74	
				REV. 75	
				REV. 76	
				REV. 77	
				REV. 78	
				REV. 79	
				REV. 80	
				REV. 81	
				REV. 82	
				REV. 83	
				REV. 84	
				REV. 85	
				REV. 86	
				REV. 87	
				REV. 88	
				REV. 89	
				REV. 90	
				REV. 91	
				REV. 92	
				REV. 93	
				REV. 94	
				REV. 95	
				REV. 96	
				REV. 97	
				REV. 98	
				REV. 99	
				REV. 100	



PLANO COPIA NO CONTROLADA

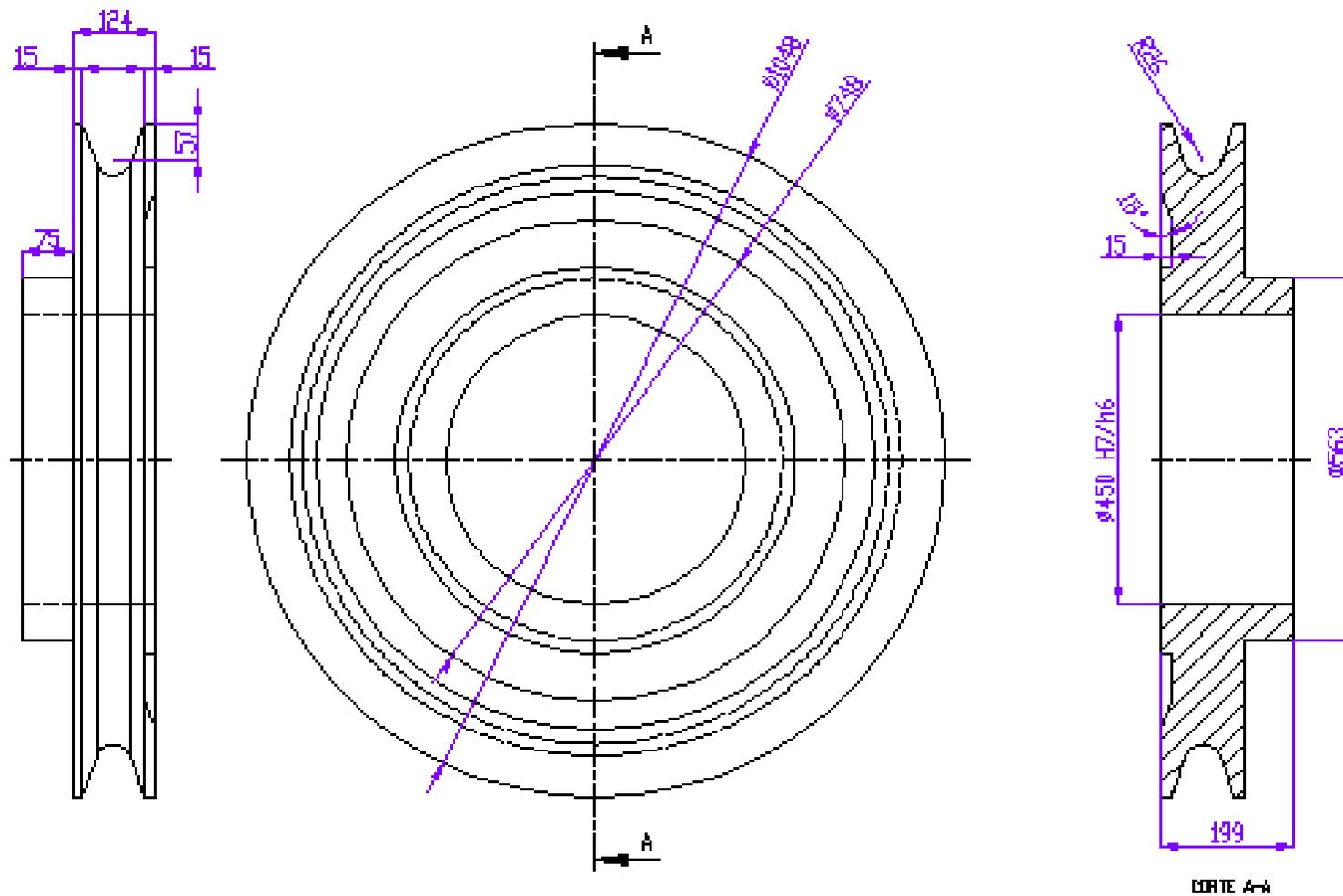
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO LAS COTAS SE ENTENDEN EN MM A MENOS SUPLENIRSE TOLERANCIAS LINEAS 1 ^o - 2 ^o ARREGLOS 1 ^o - 10		PINTURA PINTURA BRILLO DIRECTO	REVISIONES Y ROMPER ARRIBA VIVAS	EN CUANTO LA ESCALA REVISION
CARROCERIAS IMCE				
TITULO SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO				
CALD. MATERIAL ACERO LF 15 MM Y 25 MM			Nº DE HOJO BASE CONDENSADOR	
FECH. 025 HG			ESCALA 1/4" = 1"	
HOJA 7 DE 8			A3 Nº HOJO 1	

DESDOBLAMIENTO



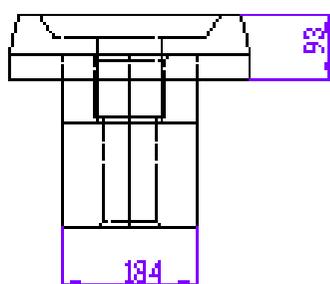
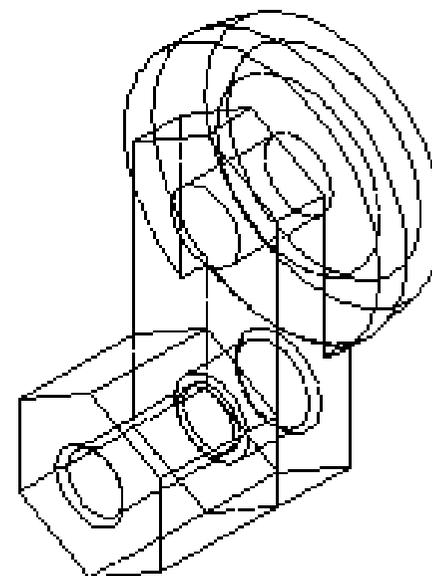
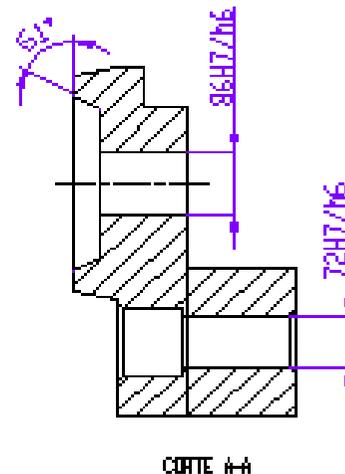
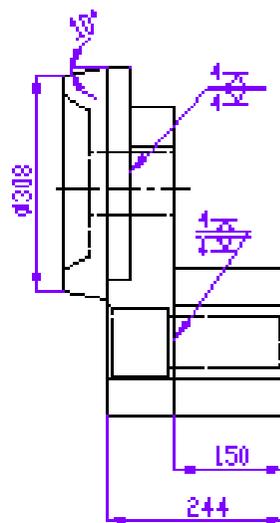
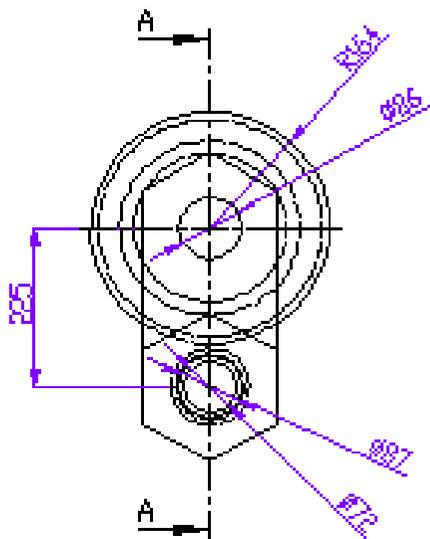
PLANO COPIA NO CONTROLADA

DE HOY EN DIA LA ENTREGA LA ESTA DE ENTREGA EN UN HORARIO DIFERENTE TELEFONO: 011-4740-1111 011-4740-1112		SOLICITA PORTADA JORNA BLANCA	ENTREGA 1 011-4740-1111	EN CAMBIO LA DEBIDA RECIBO
CARROCERIAS IMCE				
TITULO SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO				
MATERIAL AC. GALVANIZADO 11 MM			V. DE SERVICIO TAPA CONDENSADOR	
FECHA DE EMISION 01/01/2023		FECHA DE RECEPCION 01/01/2023		



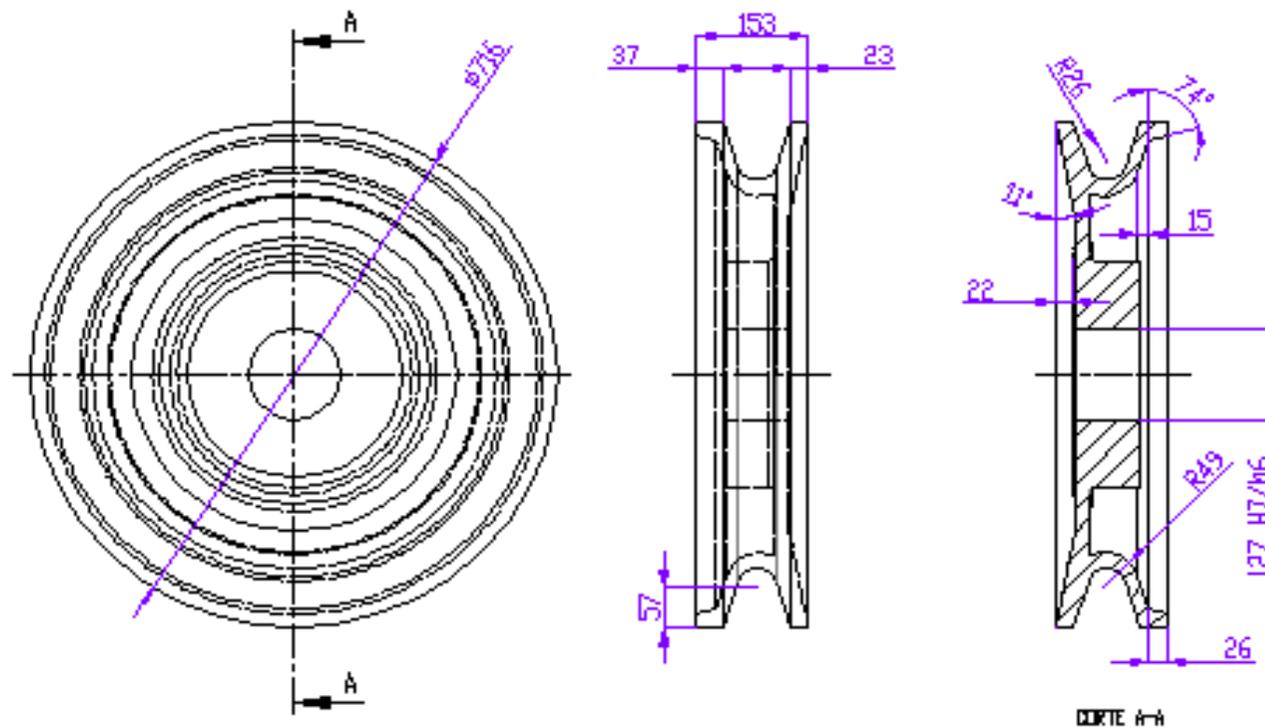
PLANO COPIA NO CONTROLADA

SE HA DE TERER LE BOMBAHO EN REPOS DE LUBRICACION DE OILS Y ACEITES TOLERANCIA UNIFORME EN MILIMETROS 0.05		ZAPATO TORNEADO FONDO	ELABORADO Y REVISADO POR V.V.A.B.	SE HA DE TERER LE BOMBAHO REVISADO																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>CANTIDAD</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ACERO</td> <td>1</td> <td>PC</td> </tr> </tbody> </table>			DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	ACERO	1	PC	CARROCERIAS IMCE SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO																
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD																							
ACERO	1	PC																							
ACERO	1	PC																							
ACERO	1	PC																							
ACERO	1	PC																							
ACERO	1	PC																							
ACERO	1	PC																							
MATERIAL ACERO DE TRANSMISION			SE HA DE TERER LE BOMBAHO POLEA PRINCIPAL	A3 1/1000-3																					
FECHA DE ELABORACION			DISEÑADO	1980.03.02																					



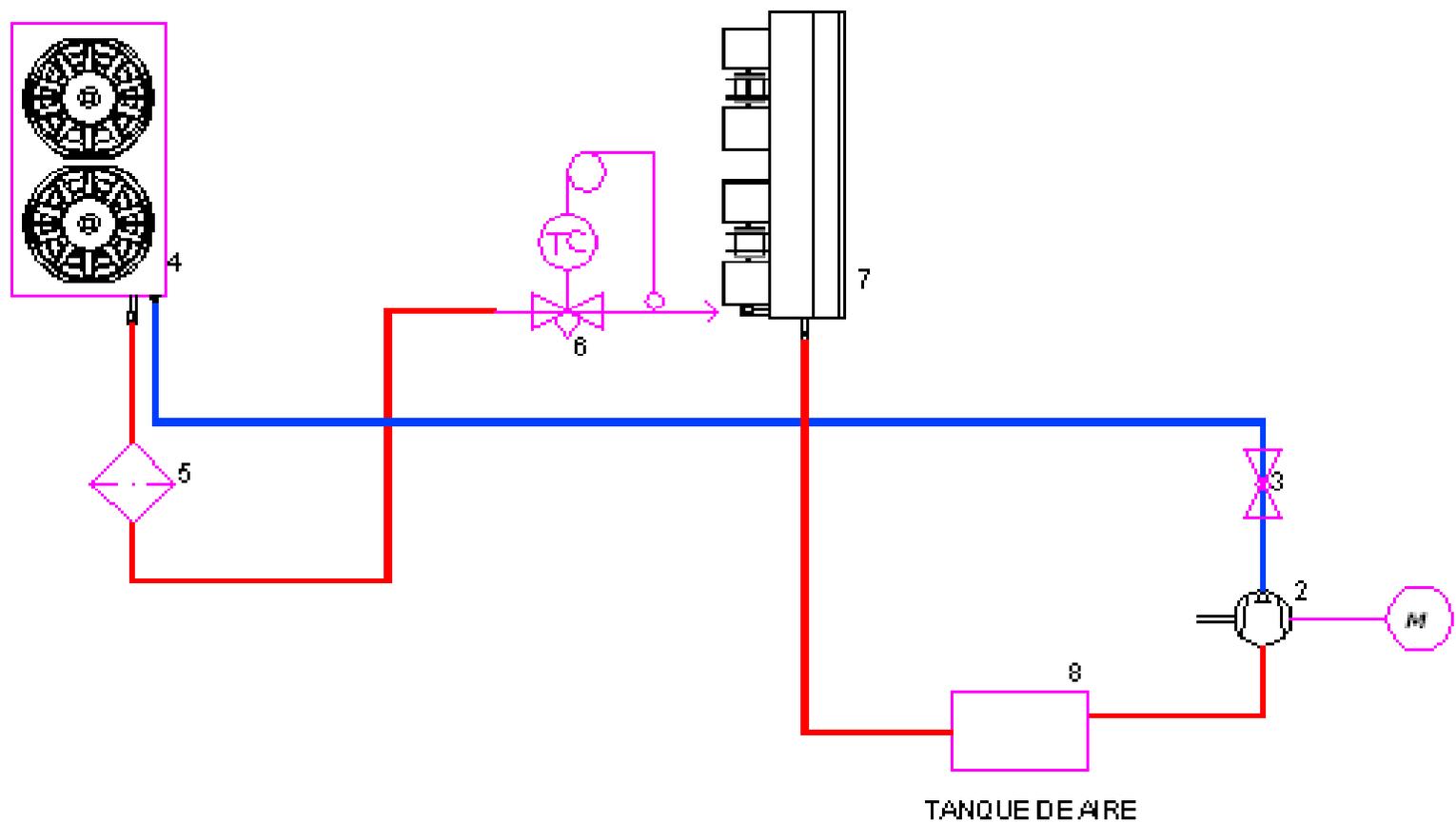
PLANO COPIA NO CONTROLADA

SI NO SE HUBIERA INDICADO EN ESTE DISEÑO SE ENTIENDE QUE EL FABRICANTE DEBE ENTREGAR EL PRODUCTO EN SU ESTADO ORIGINAL. TELEFONO: 011-4382-1111 FAX: 011-4382-1112		ANEXO	FORMAS Y TOLERANCIAS VERSE	SI CAMBIA LA FORMA	REVISOR
CARROCERIAS IMCE					
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO					
EXCENTRICA					
ACERO DE TRANSICION					
PROBLEMAS					
CODIGO					
HONDA					



PLANO COPIA NO CONTROLADA

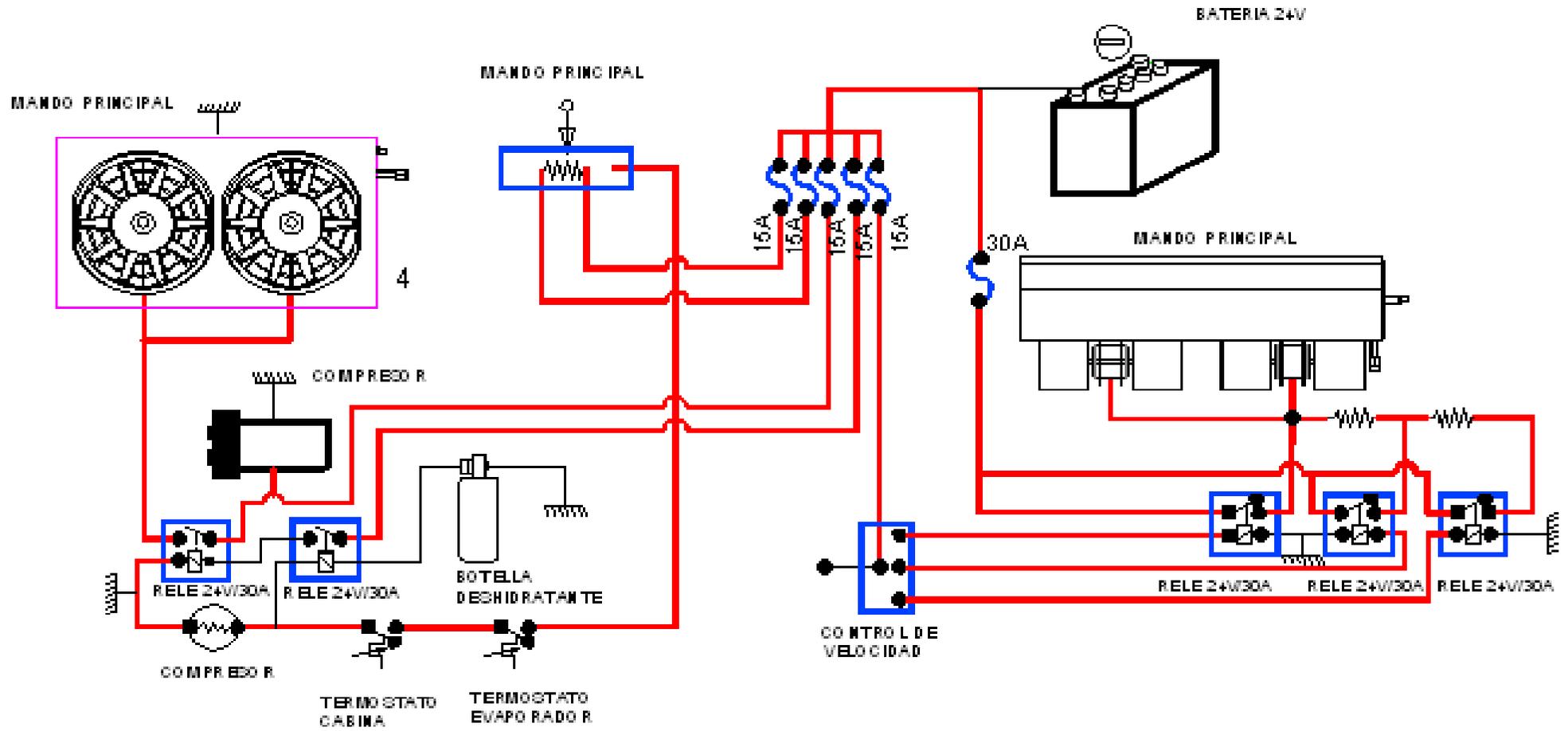
SE HA DE HACER LA COTACION EN UNO DE LOS SISTEMAS DE UN SISTEMA SUJETADO TOLERANCIAS LINEALES ± 0.1 ANGULARES ± 0.5		ACABADO TORNEADO FINO	MUESTRA Y SERVICIO ACERDO VIVAZ	NO SE HACE LA COTACION REVISION
CARROCERÍAS IMCE				
TITULO SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO				
NOMBRE DISEÑADOR DIBUJANTE VERIFICADOR APROBADO	FECHA 08-07-07 08-08-08 08-09-07 08-10-07	MATERIAL ACERO DE TRANSMISION	NOMBRE DEL COMPONENTE POLEA LOCA DE AJUSTE	A2 F. 000.0
CALIBRO		PESO	CANTIDAD	VALOR



ESPECIFICACIONES EQUIPOS SISTEMA AIRE ACONDICIONADO

# ELEMENTO	ELEMENTO	CANTIDAD (Unid.)	FUNCION
1	Embutido de aluminio	2	Sustentar el movimiento rotatorio
2	Compresor TM-18 2EN 102V	1	Comprimir refrigerante
3	Válvula Check	2	Retener el flujo para evitar la fuga de presión
4	Condensador 14x24 alto rendimiento	1	Enfriado y licuado del refrigerante
5	Filtro acumulador	2	Filtrar impurezas del refrigerante
6	Válvula de expansión	1	Almacenar el refrigerante e inyectar al evaporador
7	Evaporador doble sistema de ducto	2	Abrir y cerrar la puerta posterior
8	Acumulador de líquidos	1	Amortiguar golpes por altura de presión
9		-	
10		-	

DISEÑO DE: JHONATAN LOPEZ LA UNIDAD DE CONEXION DE EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO		VERIFICAR ESTANQUEIDAD	REVISAR LA UNIDAD	SERVICIO
CLIENTE: CARRO CERIASIMCE		SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO		
PLAN DE CONEXIONES		PLAN NO. 1		
FECHA:		HOJA:		



CAJA PORTAFUSIBLES

# ELEMENTO	ELEMENTO
1	Eje motor del ventilador
2	Compresor TM-182 EN V12V
3	Valvula Check
4	Condensador 14x24 alto rendimiento
5	Filtro acumulador
6	Valvula de expansion
7	Evaporador doble sistema de ducto

<p>SE DEBE VERIFICAR LA CORRECTA INSTALACION DE LOS ELEMENTOS EN LA CARROCERIA DEL VEHICULO.</p> <p>RECOMENDACIONES: - Usar cables de cobre. - Evitar el uso de cinta adhesiva para conexiones.</p>		<p>VERIFICAR CONEXIONES</p>	<p>RECOMENDACIONES: - Usar cables de cobre. - Evitar el uso de cinta adhesiva para conexiones.</p>	<p>RECOMENDACIONES: - Usar cables de cobre. - Evitar el uso de cinta adhesiva para conexiones.</p>
<p>CONDICIONES:</p> <p>TEMPERATURA AMBIENTE: 20-30°C</p> <p>TEMPERATURA DEL MOTOR: 80-90°C</p> <p>TEMPERATURA DEL CONDENSADOR: 40-50°C</p> <p>TEMPERATURA DEL EVAPORADOR: 5-10°C</p>	<p>RECOMENDACIONES: - Usar cables de cobre. - Evitar el uso de cinta adhesiva para conexiones.</p>	<p>RECOMENDACIONES: - Usar cables de cobre. - Evitar el uso de cinta adhesiva para conexiones.</p>	<p>RECOMENDACIONES: - Usar cables de cobre. - Evitar el uso de cinta adhesiva para conexiones.</p>	<p>RECOMENDACIONES: - Usar cables de cobre. - Evitar el uso de cinta adhesiva para conexiones.</p>
<p>VERIFICAR CONEXIONES</p>		<p>VERIFICAR CONEXIONES</p>		<p>VERIFICAR CONEXIONES</p>
<p>VERIFICAR CONEXIONES</p>		<p>VERIFICAR CONEXIONES</p>		<p>VERIFICAR CONEXIONES</p>

CARROCERÍAS IMCE

SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

CONEXIONES ELÉCTRICAS

A3