

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE BOLÍVAR  
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL**



**ANÁLISIS DEL EFECTO DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE BOBINAS TRATADAS TÉRMICAMENTE A TRAVÉS DE VENTILACIÓN FORZADA, EN LOS TIEMPOS DE PARADAS DE LAS MÁQUINAS CABLEADORAS POR MATERIAL CALIENTE, DE LA EMPRESA C.V.G CABELUM C.A, CIUDAD BOLÍVAR - ESTADO BOLÍVAR.**

**TRABAJO FINAL DE GRADO  
PRESENTADO POR EL  
BACHILLER MONASTERIO  
M. WINDER V. PARA OPTAR  
AL TÍTULO DE INGENIERO  
INDUSTRIAL.**

**CIUDAD BOLÍVAR, NOVIEMBRE 2012**

## HOJA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado titulado “**ANÁLISIS DEL EFECTO DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE BOBINAS TRATADAS TÉRMICAMENTE A TRAVÉS DE VENTILACIÓN FORZADA, EN LOS TIEMPOS DE PARADAS DE LAS MÁQUINAS CABLEADORAS POR MATERIAL CALIENTE, DE LA EMPRESA C.V.G CABELUM C.A, CIUDAD BOLÍVAR-ESTADO BOLÍVAR.**”, presentado por el bachiller: **Monasterio M. Winder V.**, ha sido aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombre:	Firma:
Mariel Mora	_____
(Asesor)	
Jesús Figueroa	_____
(Jurado)	
Alejandro Villegas	_____
(Jurado)	

---

Profesor Dafnis Echeverrias  
Jefe del Departamento

Ciudad Bolívar, Noviembre Del 2012

## DEDICATORIA

A Dios por acompañarme en todo momento, y darme la fortaleza y el entendimiento para alcanzar todas las metas trazadas en mi vida.

A mis padres Arturo Monasterio y Mariela de Monasterio por ser unos excelentes padres son mi ejemplo a seguir, gracias a sus consejos, dedicación y esfuerzo lograron formar al profesional que soy hoy en día, se que están orgullosos de ver el fruto de su rol como padres; los quiero muchísimos son los pilares fundamentales de mi vida.

A mi abuela Gladys Sulbarán, por ser un gran apoyo en mi vida y por todos tus consejos te quiero mucho.

A mis hermanos Maricela y Arturo, por brindarme consejos y ayudarme en todo momento cuando los necesito; y a mis sobrinitos Oliannys, Daymar y Anibal Arturo por llenar mi vida de alegría, los quiero.

A mis tíos, tías, primas, primos y demás familiares por ayudarme en todo momentos cuando los necesité, los quiero.

A mis amigos, por ser esas personas que siempre están disponibles para mí a la hora de un consejo o de prestar su ayuda. A todos y cada uno de mis compañeros de estudios por formar parte en mi proceso de formación profesional. A todos mis profesores (as) por poner ese granito de arena para mi formación.

Monasterio M. Winder V

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme la vida, salud, sabiduría, entendimiento y guiarme por el camino del bien, gracias por enseñarme que “TODO SE PUEDE EN LA VIDA CON ESFUERZO Y DEDICACIÓN”.

A mis padres Arturo Monasterio y Mariela de Monasterio, por su amor, y por brindarme la educación y todo lo necesario para alcanzar mis metas, basándose siempre en los valores morales. A mi abuela Gladys Sulbarán por ser una excelente abuela y brindarme en todo momento su amor y cariño. A mis hermanos Maricela y Arturo gracias por apoyarme siempre en todo. A mis sobrinitos gracias por formar parte de mi vida y compartir bellos momentos conmigo. A mis tíos, tías, primas, primos y demás familiares gracias por su apoyo incondicional y quererme tanto.

A mi tutora académica Ingeniero Industrial Mariel Mora, gracias por estar siempre dispuesta a ofrecerme su ayuda y por ser mi guía no sólo en el desarrollo de mi trabajo de grado, sino también en mi formación profesional. A la empresa C.V.G CABELUM C.A por dejarme realizar mis pasantías y trabajo de grado en la Superintendencia de Producción. A mi tutor industrial Superintendente de producción Ingeniero Rafael Umaldin, quien confió en mí y me brindó su apoyo para dar feliz término a mi trabajo de grado. Al Gerente de Operaciones Richard Romero y al Supervisor Raúl Zambrano gracias por toda su colaboración durante el desarrollo de mi trabajo de grado.

A mis amigos incondicionales (Mayerling, Sarahí, Noel, Daniela, Laura, Julio, Ruth) por apoyarme en todo momento. A mis compañeros de estudios gracias por todos los momentos compartidos. A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la culminación de este gran sueño que ahora es una realidad.

## RESUMEN

La investigación tiene como objetivo general, Analizar el efecto de un sistema de enfriamiento de bobinas tratadas térmicamente a través de ventilación forzada, en los tiempos de paradas de las máquinas cableadoras por material caliente, de la empresa C.V.G CABELUM C.A, Ciudad Bolívar - Estado Bolívar. La investigación es de tipo descriptiva con un diseño de campo experimental. El análisis e interpretación de los datos obtenidos se realizó: en primer lugar la descripción del proceso de fabricación de conductores eléctricos, luego se realizó un análisis del proceso actual de enfriamiento de bobinas y un diagnóstico de la situación actual del proceso de cableado respecto al proceso de enfriamiento de bobinas, en las cuales se pudo conocer cómo se encuentra el proceso actualmente. Se analizó el tiempo de enfriamiento de las bobinas bajo el proceso actual, el cual se determinó mediante un muestreo, el tiempo promedio de enfriamiento que es de 10 horas y la temperatura promedio es de 34.6 °C con un límite superior de 34.8 °C y el inferior de 34.4 °C. Posteriormente se realizaron dos pruebas pilotos bajo un sistema de ventilación forzada, la primera prueba con (9) bobinas se obtuvo un tiempo promedio de enfriamiento de 4 horas y la temperatura promedio 33.7 °C, en la segunda prueba con (1) bobina se obtuvo un tiempo promedio de enfriamiento de 3 horas y la temperatura promedio 32.9 °C. Luego, se realizó una comparación del tiempo de enfriamiento de las bobinas bajo el proceso actual con respecto a la implementación del enfriamiento forzado mediante contrastes de hipótesis. Por último se caracterizó los elementos que integrarían el sistema de ventilación forzada de manera que permita reducir considerablemente las horas en el proceso de enfriamiento, y por ende aumentar la producción en el proceso de cableado para que la empresa perciba una mayor utilidad, y cumplir con los requerimientos de sus clientes.

# CONTENIDO

	Página
HOJA DE APROBACIÓN .....	II
DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
RESUMEN .....	V
CONTENIDO .....	VI
LISTA DE FIGURAS .....	X
LISTA DE TABLAS.....	XII
LISTA DE APÉNDICES .....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I.....	4
SITUACIÓN A INVESTIGAR.....	4
1.1 Situación objeto de estudio.....	4
1.2 Objetivos de la investigación.....	7
1.2.1 Objetivo general .....	7
1.2.2 Objetivos específicos .....	7
1.3 Justificación de la investigación .....	8
1.4 Alcance de la investigación .....	8
1.5 Limitaciones de la investigación .....	9
CAPITULO II .....	10
GENERALIDADES .....	10
2.1 Ubicación geográfica.....	10
2.2 Reseña Histórica de la Empresa .....	11
2.3 Organigrama general de la empresa .....	12
2.3.1 Organigrama de la gerencia de operaciones.....	13
2.4 Misión .....	13
2.5 Visión.....	14
2.6 Objetivos .....	14
2.7 Funciones .....	15
2.8 Principios y valores de la empresa .....	19
2.9 Aspectos legales .....	20

CAPITULO III.....	22
MARCO TEORICO.....	22
3.1 Antecedentes de la investigación.....	22
3.2 Bases teóricas.....	24
3.2.1 Sistema.....	24
3.2.2 Bobinas y carretes.....	24
3.2.3 Alambrón.....	25
3.2.4 Tratamiento térmico.....	25
3.2.4.1 Temple.....	26
3.2.4.2 Revenido.....	26
3.2.5 Sistemas de ventilación.....	27
3.2.5.1 Ventilación natural.....	27
3.2.5.2 Ventilación forzada.....	27
3.2.5.3 Principios de diseño de sistemas de ventilación general.....	29
3.2.5.4 Lugares donde se usa la ventilación forzada.....	30
3.2.5.5 Equipos de ventilación forzada.....	30
3.2.6 Sistema de ventilación mecánica.....	31
3.2.7 Cálculo del tamaño de la muestra.....	31
3.2.7.1 Parámetro.....	31
3.2.7.2 Estadístico.....	31
3.2.7.3 Error maestral, de estimación o estándar.....	32
3.2.7.4 Nivel de confianza.....	32
3.2.7.5 Varianza poblacional.....	32
3.2.8 Diagrama de causa-efecto.....	33
3.2.8.1 Pasos para construir un diagrama causa-efecto.....	33
3.2.9 Contraste de hipótesis.....	34
3.2.9.1 Hipótesis estadísticas.....	35
3.2.9.2 Pasos a seguir en un contraste de hipótesis.....	35
3.2.10 Distribución en planta.....	36
3.2.10.1 Factores que afectan la distribución en planta.....	36
3.3 Definición de términos básicos.....	39
3.4 Bases legales.....	42
CAPITULO IV.....	44
METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	44
4.1 Tipo de investigación.....	44
4.1.1 Según el nivel de la investigación.....	44
4.1.2 Según el diseño de la investigación.....	45
4.1.3 Según el propósito de la investigación.....	46
4.2 Pasos requeridos para la realización de la investigación.....	46

4.3 Población y muestra de la investigación.....	49
4.3.1 Población de la investigación.....	49
4.3.2 Muestra de la investigación .....	50
4.3.2.1 Cálculo de la muestra de bobinas que pasan por el tratamiento térmico.....	51
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	52
4.4.1 Técnicas de recolección de datos. ....	52
4.4.1.1 Observación directa .....	53
4.4.1.2 Revisión de Archivos, Documentos y Material Bibliográfico.....	53
4.4.1.3 Entrevista no estructurada.....	53
4.4.1.4 Encuesta.....	53
4.4.1.5 Diagrama Causa – Efecto .....	54
4.4.2 Instrumentos de recolección de datos .....	54
4.4.2.1 Material de campo u oficina .....	54
4.5 Técnicas de ingeniería industrial a utilizar .....	55
4.5.1 Estadística.....	55
4.5.2 Ingeniería de Métodos .....	55
4.5.3 Diseño de plantas.....	56
4.5.4 Producción.....	56
4.5.5 Fundamento de Diseño Mecánico.....	56
CAPITULO V .....	57
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS .....	57
5.1 Descripción del proceso de fabricación de conductores eléctricos .....	57
5.1.1 Procesos operativos .....	57
5.1.2 Proceso de carga de hornos.....	57
5.1.3 Proceso de trefilación .....	58
5.1.4 Proceso de tratamiento térmico.....	58
5.1.5 Proceso de enfriamiento de bobinas.....	61
5.1.6 Proceso de cableado.....	62
5.2 Analizar el proceso actual de enfriamiento de bobinas.....	64
5.2.1 Lista de chequeo .....	64
5.2.2 Aplicación de la encuesta .....	65
5.2.3 Análisis del proceso de enfriamiento actual a través del diagrama de causa-efecto .....	73
5.3 Diagnóstico de la situación actual del proceso de cableado respecto al proceso de enfriamiento de bobinas en la empresa C.V.G CABELUM C.A, Ciudad Bolívar-Estado Bolívar .....	75
5.3.1 Paradas por material caliente en las máquinas cableadoras .....	76
5.3.1.1 Porcentaje de paradas de acuerdo a las horas programadas .....	84
5.3.1.2 Toneladas de conductores eléctricos dejadas de producir .....	86

5.4	Analizar el tiempo de enfriamiento de las bobinas bajo el proceso actual ....	90
5.4.1	Datos del termómetro infrarrojo PCE-889 utilizado para la monitorear las temperaturas .....	91
5.4.2	Temperaturas de las bobinas al momento de salir del proceso de trefilado ....	93
5.4.2.1	Análisis descriptivo de la variable temperaturas de las bobinas al momento de salir del proceso de trefilado .....	95
5.4.3	Tiempo de enfriamiento de las bobinas bajo el proceso actual .....	99
5.4.3.1	Análisis del tiempo de enfriamiento bajo el proceso actual .....	108
5.4.4	Prueba piloto del sistema de ventilación forzada .....	109
5.4.4.1	Prueba piloto con nueve (9) bobinas .....	112
5.4.4.2	Prueba piloto con una (1) bobina .....	116
5.5	Comparación del tiempo de enfriamiento de las bobinas bajo el proceso actual con respecto a la implementación del enfriamiento forzado .....	119
5.5.1	Comparación descriptiva del proceso de enfriamiento actual con respecto al sistema de ventilación forzada. ....	119
5.5.2	Análisis inferencial de la variable tiempo de enfriamiento .....	122
5.5.2.1	Definición de variables .....	122
5.5.2.2	Contraste de hipótesis .....	122
5.5.3	Comparación de los tiempos de enfriamiento, en base a la producción y costo de oportunidad .....	128
5.6	Caracterización de los elementos que integrarían el sistema de ventilación forzada que permita reducir los tiempos de paradas en las máquinas cableadoras por material caliente .....	131
5.6.1	Diseño del sistema de enfriamiento a través de ventilación forzada ...	131
5.6.1.1	Descripción .....	132
5.6.2	Elementos del sistema de ventilación forzada.....	133
5.6.2.1	Cestas.....	133
5.6.2.2	Ventiladores industriales.....	135
5.6.2.3	Estructura del sistema .....	137
5.6.3	Estimación de Costos.....	137
5.6.4	Vista tridimensional del sistema de enfriamiento de bobinas .....	141
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		143
Conclusiones .....		143
Recomendaciones.....		146
REFERENCIAS.....		148

## LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Croquis de la ubicación geográfica de la empresa C.V.G CABELUM .....	10
2.2 Organigrama general de la empresa C.V.G CABELUM C.A .....	12
2.3 Organigrama de la gerencia de operaciones a la cual esta suscrita la coordinación de reenrollado, trefila y cableado .....	13
4.1 Flujograma de la metodología .....	48
5.1 Horno de tratamiento térmico TKF.....	59
5.2 Entrada de las bobinas al horno de tratamiento térmico Lanly .....	60
5.3 Salida de las bobinas del horno de tratamiento térmico Lanly.....	60
5.4 Ubicación de las bobinas mediante cestas. ....	61
5.5 Ubicación manual de las bobinas .....	61
5.6 Carga de las máquinas cableadoras .....	62
5.8 Resultado de la lista de chequeo realizada en el área de tratamiento térmico.....	65
5.9 Opinión de los trabajadores, con respecto a las paradas por material caliente.....	67
5.10 Opinión de los trabajadores, con respecto al aumento de la producción de las máquinas cableadoras.....	68
5.11 Opinión de los trabajadores, con respecto al sistema de enfriamiento natural...	69
5.12 Opinión de los trabajadores, con respecto al congestionamiento de las bobinas en el área .....	70
5.13 Opiniones de los trabajadores, con respecto a una mejora en el sistema de enfriamiento .....	71
5.14 Opinión de los trabajadores, con respecto al sistema de ventilación forzada.....	72
5.15 Diagrama causa-efecto. ....	73
5.16 Carpetas de registros (Lomo ancho).....	75
5.17 Representación gráfica de las paradas por material caliente.....	83
5.18 Representación gráfica de las de las horas pérdidas de acuerdo a las horas programadas .....	85
5.19 Representación gráfica de las toneladas dejadas de producir por material caliente .....	88
5.20 Termómetro infrarrojo PCE-889 utilizado para las mediciones.....	92
5.21 Curva normal mostrando los límites de la media poblacional .....	98
5.22 Bobinas con material AL-6201 a las cuales se les tomaron las respectivas temperaturas .....	99
5.23 Representación gráfica del tiempo de enfriamiento bajo el proceso actual.....	107
5.24 Representación de la prueba piloto.....	110
5.25 Ventilador industrial utilizado en las pruebas.....	112
5.26 Tiempo de enfriamiento, de la prueba piloto con 9 bobinas .....	114
5.27 Tiempo de enfriamiento, de la prueba piloto con 1 bobina.....	118
5.28 Curva normal mostrando los valores de Z en el caso 1.....	124

5.29 Curva normal mostrando los valores de Z en el caso 2.....	125
5.30 Curva normal mostrando los valores de Z en el caso 3.....	127
5.31 Representación gráfica de la comparación de los métodos.....	130
5.32 Cesta de nueve (9) bobinas de capacidad .....	134
5.33 Vista desde arriba de la cesta.....	134
5.34 Vista lateral de la cesta .....	135
5.35 Ventilador industrial turboaxial transportable .....	136
5.36 Medidas del ventilador industrial .....	136
5.37 Vista 3D del Sistema de Enfriamiento Forzado.....	141
5.38 Vista lateral del Sistema de Enfriamiento Forzado.....	142

## LISTA DE TABLAS

	Página
4.1 Personal que labora en el área de tratamiento térmico y cableado.....	50
5.1 Resultados de la lista de chequeo (Autor: Monasterio, W).....	64
5.2 Resultados de la encuesta.....	66
5.3 Paradas por material caliente del mes de Enero 2011 .....	76
5.4 Paradas por material caliente del mes de Febrero 2011 .....	77
5.5 Paradas por material caliente del mes de Marzo 2011 .....	77
5.6 Paradas por material caliente del mes de Abril 2011.....	77
5.7 Paradas por material caliente del mes de Mayo 2011 .....	78
5.8 Paradas por material caliente del mes de Junio 2011 .....	78
5.9 Paradas por material caliente del mes de Julio 2011 .....	79
5.10 Paradas por material caliente del mes de Agosto 2011 .....	79
5.11 Paradas por material caliente del mes de Septiembre 2011 .....	79
5.12 Paradas por material caliente del mes de Octubre 2011 .....	80
5.13 Paradas por material caliente del mes de Noviembre 2011 .....	80
5.14 Paradas por material caliente del mes de Diciembre 2011.....	81
5.15 Paradas por material caliente del mes de Enero 2012 .....	81
5.16 Paradas por material caliente del mes de Febrero 2012 .....	81
5.17 Paradas por material caliente del mes de Marzo 2012 .....	82
5.18 Resumen de Paradas por material caliente.....	82
5.19 Representación de los porcentajes de acuerdo a las horas programadas.....	84
5.20 Promedio de la producción de las máquinas cableadoras .....	86
5.21 Toneladas de conductores eléctricos dejadas de producir.....	87
5.22 Costo de oportunidad a consecuencia de material caliente .....	89
5.23 Especificaciones Técnicas del termómetro infrarrojo .....	92
5.24 Registros de Temperaturas al momento de salir del proceso de trefilado. ....	94
5.25 Registros de las temperaturas, con ventilación natural.....	100
5.26 Análisis descriptivo de la variable temperaturas de las bobinas bajo el sistema actual....	106
5.27 Registros de las temperaturas de la prueba piloto con (9) bobinas .....	113
5.28 Análisis descriptivo de la variable temperatura .....	114
5.29 Reducción entre horas de las temperaturas .....	115
5.30 Registros de las temperaturas de la prueba piloto con (1) bobina.....	117
5.31 Análisis descriptivo de la variable temperatura .....	117
5.32 Comparación descriptiva del proceso de enfriamiento actual con respecto al sistema de ventilación forzada mediante los factores que afectan la distribución de una planta.....	120
5.33 Comparación del tiempo de enfriamiento bajo el proceso actual con respecto a la prueba piloto con nueve (9) bobinas.....	128
5.34 Comparación del tiempo de enfriamiento bajo el proceso actual con respecto al la prueba piloto con una (1) bobina. ....	129
5.35 Comparación del tiempo de enfriamiento bajo la prueba piloto con 9 bobinas con respecto a la prueba piloto con una (1) bobina. ....	129
5.36 Materiales necesarios para la construcción del sistema.....	138

## LISTA DE APÉNDICES

Página

A. FORMATO DE LA ENCUESTA REALIZADA A LOS TRABAJADORES DE LAS ÁREAS DE TRATAMIENTO TÉRMICO Y CABLEADO .....	152
A.1 Encuesta Aplicada al Personal de la Empresa.....	153
B. FORMATO DEL CONTROL DE PARADAS DE CABLEADO DE LA EMPRESAC.V.G CABELUM. C.A .....	155
Tabla B.1 Formato del control de paradas de cableado .....	156
C. FORMATO DE REPORTE DE PRODUCCIÓN DE CABLEADO DE LA EMPRESA C.V.G CABELUM. C.A .....	157
Tabla C.1 Formato de reporte de produccion.....	158
D. MANUAL DE INSTRUCCIÓN DEL TERMÓMETRO INFRARROJO PCE-889.....	159
D.1 Manual de instrucción del Termómetro Infrarrojo PCE-889 .....	160

## INTRODUCCIÓN

La Empresa Conductores de Aluminio del Caroní, C. A. (CABELUM), fue fundada en mayo del año 1976, iniciando sus operaciones en agosto de 1979. La Planta cuenta con todos los recursos y los medios para la fabricación de Conductores Desnudos de Aluminio, además, fabrica Alambión de Aleación 1350, 6101, 6201, 5005, 8076 y 8176 para propósitos eléctricos. La compañía tiene por objeto principal la manufactura de conductores eléctricos de todo tipo y especialmente los conductores de aluminio, además realizará toda clase de actividades u operaciones industriales, comerciales, financieras y todos los actos de lícito comercio que se requiera o se considere necesario para el cumplimiento de su objeto social.

La empresa C.V.G CABELUM C.A tiene la capacidad de producir conductores de acuerdo con normas estándares internacionales, tales como: DIN, JIS, IES Y CSA, entre otras; contando a su vez con laboratorios debidamente equipados para realizar todos los análisis y pruebas para el control de calidad y certificación de sus productos. Además busca ser una empresa líder en el mercado nacional e internacional, reconocida por la calidad y confiabilidad en la manufactura, comercialización de alambión, conductores eléctricos de aluminio, aleaciones y afines; basada en innovación tecnológica, equilibrio productivo, social y laboral, en armonía con el medio ambiente.

Unos de los propósitos que tiene la C.V.G CAELUM C.A es manufacturar y comercializar alambión, conductores eléctricos de aluminio y aleaciones, que satisfagan los requisitos de los clientes con la participación de su personal y proveedores, a través de un Sistema de Gestión de Calidad que garantice el mejoramiento continuo de sus procesos y servicios en forma permanente.

La empresa fue incorporada al holding de empresas de la Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G), a partir del 23 de septiembre del 2004, lo que le permitirá ubicarse entre las primeras empresas productoras de Conductores de Aluminio para Transmisión y Distribución, bajo un proceso de calidad enmarcado dentro de las políticas de desarrollo del estado.

La línea de producción de la empresa se encuentra dividida en tres áreas, la primera de ellas el área de Fundición-Colada-Laminación la cual tiene una capacidad instalada de 30.000 toneladas métricas por año, la segunda el área de Trefilado-Tratamiento Térmico y la tercera el área de Cableado; ambas con una capacidad instalada de 10.000 toneladas métricas por año.

Para poder cumplir los objetivos de la empresa se debe de estar realizando mejoras continuas en el proceso de producción, aunado a esto la gerencia de operaciones y la superintendencia de producción de la empresa proponen incorporar un sistema a través de ventilación forzada, para acelerar el proceso actual de enfriamiento de bobinas en el área de Trefilado-Tratamiento Térmico; ya que el mismo demora el proceso productivo, causando un cuello de botella en el área de cableado. Esto, evidencia la necesidad de una pronta solución a dicha problemática en la empresa.

La presente investigación, tiene como objetivo fundamental analizar el efecto de un sistema de enfriamiento de bobinas tratadas térmicamente a través de ventilación forzada, en los tiempos de paradas de las máquinas cableadoras por material caliente de la empresa C.V.G CABELUM C.A, Ciudad Bolívar - Estado Bolívar. Esta investigación está orientada, a propiciar una alternativa que permita a la empresa acelerar el proceso de enfriamiento de bobinas y por ende aumentar la producción de conductores eléctricos.

La investigación está estructurada de la siguiente forma:

El Capítulo I, El Problema: incluye el planteamiento del problema, el objetivo general, los objetivos específicos, la justificación, el alcance y las limitaciones de la investigación.

El capítulo II, Generalidades: contiene información referente a las generalidades de la empresa C.V.G CABELUM C.A, incluyendo ubicación geográfica, reseña histórica de la empresa, organigrama general, organigrama de la gerencia de operaciones, misión, visión, objetivos, funciones, principios y valores de la empresa y aspectos legales.

El capítulo III, Marco teórico: muestra los antecedentes de diseños que guardan relación con esta investigación, la información teórica que la sustenta y define los términos básicos para el desarrollo de la misma.

El capítulo IV, Metodología de trabajo: contiene la metodología empleada para la realización de la investigación, incluyendo: el tipo, diseño y propósito de la investigación, los pasos requeridos para la realización de la investigación, la población y la muestra utilizada, las técnicas e instrumentos de recolección de datos y las técnicas de ingeniería industrial a utilizar.

El capítulo V, Análisis e interpretación de los datos: muestra los resultados obtenidos en la investigación, así como también el análisis de los mismos.

Finalmente, se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias y apéndices que se derivan del presente estudio.

# CAPITULO I

## SITUACIÓN A INVESTIGAR

### 1.1 Situación objeto de estudio

La Empresa Conductores de Aluminio del Caroní, (C.V.G CABELUM C.A), posee un terreno cuya área total es de 194.400 m<sup>2</sup>, con 25.400 m<sup>2</sup> de construcción. La Planta cuenta con todos los recursos y los medios para la fabricación de Conductores Desnudos de Aluminio, además, fabrica Alambrón de Aleación 1350, 6101, 6201, 5005, 8076 y 8176 para propósitos eléctricos. Existe una línea de producción la cual se encuentra dividida en tres áreas, la primera de ellas el área de Fundición-Colada-Laminación la cual tiene una capacidad instalada de 30.000 toneladas métricas por año, la segunda el área de Trefilado-Tratamiento Térmico y la tercera el área de Cableado; ambas con una capacidad instalada de 10.000 toneladas métricas por año.

El proceso productivo se inicia con la fusión del aluminio primario (99.7% mínimo de pureza) en forma de lingotes a través del horno de fusión. Una vez fundido el metal, se ajusta su composición química en los Hornos de Retención (Basculantes) en función de la aleación requerida. El metal líquido es luego desgasificado y filtrado antes de pasar a la Rueda de Colada, en la cual se solidifica en forma de barra trapezoidal, alimentando el laminador para obtener el Alambrón en sus diferentes aleaciones y temples.

El Alambrón como producto semi-elaborado puede ser enrollado y empacado para la venta y/o utilizarse en el proceso de Trefilación, en el cual es conformado en frío mediante el uso de una serie de dados para reducir su sección transversal hasta

obtener el Alambre del diámetro final requerido, posteriormente este es embobinado en los carretes metálicos.

Una vez procesadas las bobinas en el proceso de trefilado, estas son introducidas en unos hornos de tratamiento térmico para mejorar sus propiedades mecánicas y eléctricas, los cuales son: el horno de tratamiento térmico T.K.F y el Lanly, ambos cumpliendo la misma función, una vez salidas las bobinas de los hornos éstas pasan a su proceso de enfriamiento el cual consiste en ubicar con la ayuda de un montacargas mediante cestas las bobinas en el piso cerca del área de tratamiento térmico para que estas se enfríen a temperatura ambiente, luego dichas bobinas ingresan al proceso de cableado.

Las bobinas de alambre alimentan las máquinas Cableadoras, donde se realiza el trenzado para conformar los Conductores Eléctricos en sus diferentes tipos y calibres, actualmente existen cuatro (4) máquinas cableadoras de las cuales dos (2) son cableadoras tubulares (C-6+1A y C-6+1B); estas son exclusivamente para fabricar conductores y núcleos de 7 hilos, además cuenta con dos (2) máquinas cableadoras rígidas (C-37 y C-54), la primera compuesta, en su primer cuerpo de 6 hilos, en el segundo de 12 hilos y en el tercero de 18 hilos, más el hilo central para obtener un conductor de 37 hilos. La Cableadoras C-54 esta compuesta por un hilo central, en su primer cuerpo de 12 hilos, en el segundo 18 hilos y en el tercero 24 hilos para obtener un conductor de 61 hilos, 91 hilos o más. El Conductor Eléctrico es el producto final de C.V.G CABELUM C.A y de mayor valor agregado.

Al conocer las distintas áreas de producción existentes en la empresa y sus procesos, se observa en el área de Trefilado-Tratamiento Térmico un congestionamiento debido a la acumulación de bobinas en el proceso de enfriamiento (cuello de botella), provenientes del Tratamiento Térmico.

Por otra parte, se pudo notar que en el área de cableado se producen paradas debido al proceso de enfriamiento de las bobinas que posee actualmente la empresa, una vez salidas del tratamiento térmico; el cual consiste en colocar con la ayuda de un montacargas o manualmente dichas bobinas en el piso cerca del área de tratamiento térmico para que estas se enfríen a temperatura ambiente, proceso que mantiene paradas las máquinas cableadoras por un tiempo aproximado de ocho (8) a doce (12) horas, ya que para poder ingresarlas a las máquinas cableadoras donde se realiza el trenzado para conformar los conductores eléctricos en sus diferentes tipos y calibres, es necesario que estas estén a temperatura ambiente.

Estas paradas producen un alto costo de oportunidad a la empresa, ya que se deja de producir conductores durante dichas paradas, incrementan las horas hombre y horas máquina subutilizadas disminuyendo la productividad del sistema.

Por lo expuesto anteriormente, se considera importante plantearse las siguientes interrogantes:

¿Cuál es la situación actual del proceso de enfriamiento de bobinas, que posee la empresa?

¿Cuál es la situación actual del proceso de cableado con respecto al proceso de enfriamiento de bobinas?

¿Cuál será el tiempo real de enfriamiento de las bobinas bajo el proceso actual?

¿Cual será la diferencia de tiempo entre el enfriamiento de las bobinas bajo el proceso actual y el de ventilación forzada?

¿Cuales serán los elementos que integrarían el sistema de enfriamiento por ventilación forzada?

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Analizar el efecto de un sistema de enfriamiento de bobinas tratadas térmicamente a través de ventilación forzada, en los tiempos de paradas de las máquinas cableadoras por material caliente, de la empresa C.V.G CABELUM C.A, Ciudad Bolívar - Estado Bolívar.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Analizar el proceso actual de enfriamiento de bobinas de la empresa C.V.G CABELUM C.A, Ciudad Bolívar - Estado Bolívar.

Diagnosticar la situación actual del proceso de cableado respecto al proceso de enfriamiento de bobinas en la empresa C.V.G CABELUM C.A, Ciudad Bolívar - Estado Bolívar.

Analizar el tiempo de enfriamiento de las bobinas bajo el proceso actual.

Comparar el tiempo de enfriamiento de las bobinas bajo el proceso actual con respecto a la implementación del enfriamiento forzado.

Caracterizar los elementos que integrarían el sistema de ventilación forzada que permita reducir los tiempos de paradas en las máquinas cableadoras por material caliente.

### **1.3 Justificación de la investigación**

Con la presente investigación se busca elaborar un análisis del efecto de un sistema de enfriamiento de bobinas tratadas térmicamente a través de ventilación forzada con el propósito de reducir los tiempos de paradas en máquinas cableadoras por material caliente, en la empresa C.V.G CABELUM C.A.

Cabe destacar que se pretende aplicar conocimientos previamente adquiridos, de manera que los mismos sirvan de guía hacia la elaboración de un análisis factible, enfocado a incrementar la producción en el área de cableado. Esta investigación se basa en un análisis de una propuesta que puede beneficiar a la empresa ya que puede reducir los tiempos de paradas en las máquinas cableadoras mediante la aceleración del proceso de enfriamiento que posee actualmente y por ende puede aumentar los estándares de producción de los conductores de aluminio.

Esta investigación significa también un aporte en el campo universitario, ya que servirá como precedente para futuras investigaciones, conocimientos y destrezas, que contribuyen al desarrollo mediante datos e informaciones que resultan relevantes en estudios de los problemas relacionados con sistemas de enfriamiento a través de ventilación forzada.

### **1.4 Alcance de la investigación**

La presente investigación está orientada a realizar un análisis del efecto de un sistema de enfriamiento de bobinas tratadas térmicamente a través de ventilación forzada, en los tiempos de paradas de las máquinas cableadoras por material caliente. Al mismo tiempo busca la caracterización de los elementos que integrarían al sistema de ventilación forzada, y comparar el tiempo de enfriamiento de las bobinas bajo el proceso actual con respecto al tiempo de enfriamiento forzado; se espera que los

resultados obtenidos en este estudio, puedan ser implementados en la empresa y además en otras empresas que operen en condiciones similares a ésta.

### **1.5 Limitaciones de la investigación**

A pesar de contar con todo el apoyo logístico por parte de la empresa y además contar con el acceso a la información instructiva del proceso en estudio, la fabricación de los conductores eléctricos no se está realizando de forma continua debido a la falta de materia prima. También cabe destacar, que la empresa trabaja en tres turnos y sólo es posible realizar las observaciones necesarias para el estudio, en sólo uno de ellos.

## CAPITULO II

### GENERALIDADES

#### 2.1 Ubicación geográfica

La empresa C.V.G. CABELUM C.A (Conductores de Aluminio del Caroní, C.A.) está localizada en la nueva zona industrial “Las Brisas”, Ciudad Bolívar, Estado Bolívar; a dos kilómetros de la avenida Perimetral, a 15 kilómetros del Aeropuerto de la Ciudad, y a casi 115 Km de ALCASA, su proveedor natural de materia prima. Está localizada en una zona clave, lo cual le permite abastecerse fácilmente de materia prima, por la cercanía de la misma. Cuenta con un terreno cuya área total es de 194.400 m<sup>2</sup>, con 25.400 m<sup>2</sup> aproximadamente de construcción.



Figura 2.1 Croquis de la ubicación geográfica de la empresa C.V.G CABELUM (C.V.G CABELUM C.A, 1999)

## **2.2 Reseña histórica de la empresa**

La Empresa Conductores de Aluminio del Caroní, (CABELUM C.A), fue fundada el 3 de mayo del año 1976, iniciando sus operaciones en agosto de 1979, con miras de satisfacer cada vez más, el importante mercado de dichos conductores de Venezuela y en otros mercados de exportaciones.

La construcción definitiva de la empresa conductores de aluminio del Caroní, C.V.G CABELUM C.A, se llevó a cabo con una inversión de ciento sesenta millones (160.000.000) de Bolívares distribuidos en materia prima, tecnología de punta, infraestructura, gasto de puesta en marcha y dinero en efectivo.

En 1981 se hace accionista el Fondo de Inversión Internacional (FIVECA) y en 1985 es 100 % propietaria, pero en 1986, Aluminio del Caroní, (ALCASA) adquiere el 30% del capital por ejecución de acreencia, y en 1994 FIVECA entrega el 70% de las acciones al Fondo de Garantías de Depósito y Protección Bancaria (FOGADE) en compensación de auxilios financieros. En julio del 2002 el presidente de la república junto al presidente de la Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G) autorizan al fondo de garantías de depósito FOGADE y al ministro de finanzas para que adicione los anexos de los activos que posee FOGADE en C.V.G. CABELUM C.A y en Aluminio del Caroní sociedad anónima (ALCASA) permitiendo mediante este reto la transferencia de dichos activos y acreencias al propio ministerio de finanzas y más tarde ser transferida a la Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G.).

La empresa C.V.G CABELUM C.A, fue incorporada al holding de las empresas de la Corporación Venezolana de Guayana C.V.G a partir del 23 de septiembre del 2004, esto como parte de la política exitosa tanto nacional como internacional de la industria de exportación no tradicional, de esta manera llega a su

vez al eslabón final de la fase requerida para la producción del conductor de aluminio y ser lo que es hoy en día.

### 2.3 Organigrama general de la empresa

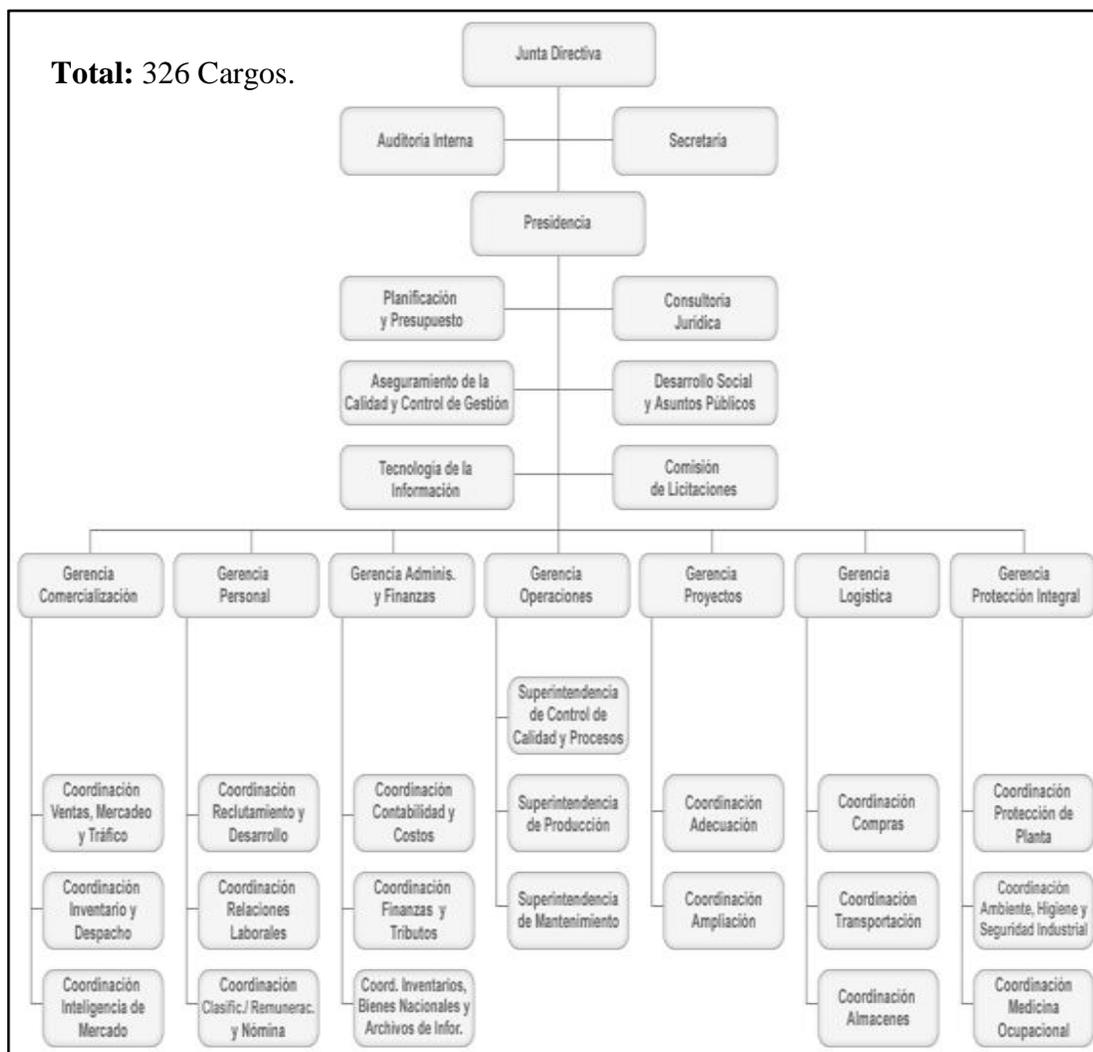


Figura 2.2 Organigrama general de la empresa C.V.G CABELUM C.A  
(Aprobado, Junta Directiva 2009)

### 2.3.1 Organigrama de la gerencia de operaciones

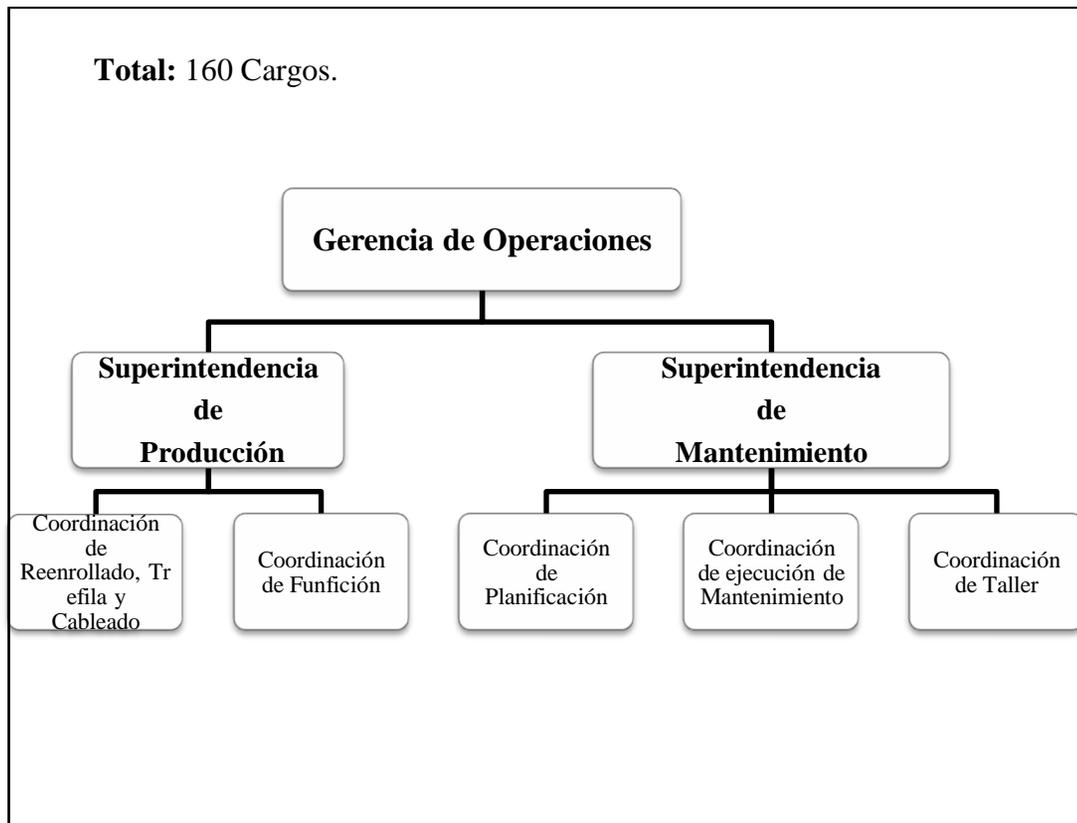


Figura 2.3 Organigrama de la gerencia de operaciones a la cual esta suscrita la coordinación de reenrollado, trefila y cableado. (Aprobado, Junta Directiva 2009)

### 2.4 Misión

CVG CABELUM C.A tiene como misión, manufacturar y comercializar alambra, conductores eléctricos de aluminio, aleaciones y afines en forma sustentable, para satisfacer a sus clientes, trabajadores, accionistas y a la comunidad, generando desarrollo y bienestar socio productivo en la región y el país, contribuyendo con la preservación del medio ambiente.

## **2.5 Visión**

CVG CABELUM C.A pretende ser la empresa líder en el mercado nacional e internacional, reconocida por la calidad y confiabilidad en la manufactura, comercialización de alambión, conductores eléctricos de aluminio, aleaciones y afines; basada en innovación tecnológica, equilibrio productivo, social y laboral, en armonía con el medio ambiente.

## **2.6 Objetivos**

La compañía tiene por objeto principal la manufactura de conductores eléctricos de todo tipo y especialmente los conductores de aluminio, además realizará toda clase de actividades u operaciones industriales, comerciales, financieras y todos los actos de lícito comercio que se requiera o se considere necesario para el cumplimiento de su objeto social.

- Incrementar la rentabilidad, productividad y el bienestar socioeconómico de los trabajadores, las comunidades y los accionistas.
- Colocación efectiva de nuestros productos y satisfacción de nuestros clientes.
- Propiciar la innovación y el desarrollo tecnológico en el proceso productivo.
- Fomentar el encadenamiento productivo y de servicios en el país.
- Desarrollar la disciplina y responsabilidad social empresarial.

- Lograr la mejora continua de la calidad, a través de un sistema que incluya la participación de todos los trabajadores.
- Velar por la preservación del medio ambiente en el desarrollo de la actividad productiva.

## **2.7 Funciones**

La empresa Conductores de Aluminio del Caroní, (C.V.G CABELUM C.A), la cual produce conductores eléctricos de aluminio y aleaciones, con más de (25) años en operaciones, presencia y reconocimiento en el mercado nacional e internacional tiene como funciones las siguientes:

- Manufacturar conductores eléctricos de todo tipo, especialmente los conductores de aluminio, para ser suministrados en proporción, de acuerdo con los contratos suscritos al efecto.
- Garantizar la calidad y costos competitivos, con la tecnología apropiada y la realización de todas las actividades que determinaron las políticas de la calidad, mediante la planificación, control, aseguramiento y mejoramiento de la misma.
- Realizar toda clase de actividades u operaciones industriales, comerciales, financiar y todos los actos que se requieren para el cumplimiento del objeto social de Conductores de Aluminio del Caroní, C.A., a través del establecimiento de estrategias de producción concatenados con la gestión administrativa hacia la productividad.

- Minimizar el impacto de los tóxicos generados por el proceso de transformación de la materia prima sobre el medio ambiente, asegurando el cumplimiento de las más estrictas normas internacionales.
- Garantizar la máxima utilización de la materia prima mediante la óptima aplicación de los recursos tecnológicos y la anuencia de la mano de obra calificada.
- Asegurar un ambiente apropiado al recurso humano que le permita alcanzar niveles de productividad y aprendizaje organizacional, acorde a los requerimientos de C.V.G. CABELUM, C.A., a través de la elaboración de planes de adiestramiento e implantación de sistemas eficaces de evaluación al rendimiento individual y por unidades.

Otras Funciones:

- Establecer estrategias para orientar la gestión de operaciones hacia el logro de los objetivos, metas y aprovechamiento de la capacidad instaladas.
- Elaborar y controlar el plan funcional y operativo de la gerencia, de acuerdo a los Planes de Ventas de la Gerencia de Comercialización y lineamientos recibidos Unidad de Planificación y Presupuesto.
- Velar por la administración adecuada del presupuesto, a fin de disponer de los recursos y servicios prioritarios para garantizar la continuidad operativa.
- Establecer y aplicar indicadores que permitan medir y evaluar el rendimiento de la gestión de producción, en condiciones de oportunidades y confiabilidad.

- Evaluar conjuntamente con las áreas adscritas el comportamiento de los indicadores de gestión, analizar las desviaciones detectadas e implantar las acciones preventivas y correctivas, de acuerdo a los objetivos establecidos en los planes estratégicos y Sistema de Gestión de la Calidad.
- Garantizar la entrega del producto terminado disponible para su despacho nacional e internacional a la gerencia de Comercialización, en la oportunidad y condiciones establecidas.
- Velar que los planes de producción estén en concordancia con los planes de venta, capacidades de línea de producción y disponibilidad presupuestaria para el logro de las metas previstas por la Empresa.
- Garantizar la continuidad operativa de las líneas de producción en coherencia con los procesos administrativos, operativos y técnicos, dentro del marco legal vigente.
- Mantener y suministrar datos oportunamente a sistema de información y control para la planificación y administración adecuada de las operaciones.
- Garantizar el cumplimiento de las metas de producción de alambón y conductores eléctricos de aluminio en sus diferentes tipos, especificaciones y/o dimensiones, conforme a los requerimientos del Plan Anual de Producción y de Ventas.
- Cumplir con los estándares y niveles de especificación para el aseguramiento de la calidad del producto y de los procesos productivos, y establecer de acciones correctivas y preventivas para el mantenimiento y adecuación del Sistema de Gestión de la Calidad en su área.

- Asegurar el cumplimiento del Programa SOL (Seguridad, Orden y Limpieza) que permitan el desarrollo de las actividades laborales productivas sin riesgos para el personal y con apego a las disposiciones legales vigentes.
- Garantizar el establecimiento y cumplimiento del plan control ambiental en las áreas de planta, a los fines de prevenir impactos ambientales de acuerdo con los requisitos exigidos y normativa legal vigente.
- Asegurar el establecimiento y desarrollo de proyectos de mejoramiento continuo de los procesos productivos y variables ambientales, de acuerdo con los lineamientos y metodología establecida.
- Garantizar el establecimiento y cumplimiento de los planes y programas de mantenimiento, a fin de mantener la disponibilidad de las líneas de producción.
- Establecer y aplicar de acciones correctivas y preventivas, surgidas de las desviaciones detectadas durante la ejecución de los planes de mejoramiento continuo y de las derivadas de las auditorias de Marca NORVEN y del Sistemas de gestión de la calidad.
- Establecer, controlar y resguardar los registros de la calidad definidos, a fin de mantener disponible la información necesaria que soporte las evidencias de conformidad con el Sistema de Gestión de la Calidad de su área.
- Garantizar el establecimiento de mecanismos y condiciones para la recolección, clasificación, transporte, almacenamiento y disposición final de

los desechos ambientales, de acuerdo a los insumos, procesos y productos con impactos en el ambiente.

- Definir los mecanismos de divulgación de los factores de riesgos en las áreas de trabajo de la Gerencia, a fin de evitar accidentes laborales y asegurar el cumplimiento de las normas de ambiente, higiene y seguridad industrial vigentes.
- Participar en los planes y proyectos de mejoras del sistema de gestión de la calidad y ambiental y mantener actualizada la documentación, cumpliendo con las normativas legales y reglamentos exigidos

## **2.8 Principios y valores de la empresa**

- Respeto
- Disciplina
- Ética
- Excelencia
- Proactividad
- Equilibrio socio-productivo: Propiciar el desarrollo productivo basado en el equilibrio económico para asegurar el progreso armónico de la región guayanesa y de la nación.

- Compromiso y lealtad con la empresa: Velar por la satisfacción de sus clientes, trabajadores, accionistas y comunidades, en cuanto a la calidad y confiabilidad de nuestros productos, servicios y programas, propiciando la integración latinoamericana.
- Transparencia y profesionalismo en la gestión: Apego, respeto y lealtad al cumplimiento de las normativas y directrices legales vigentes, con la participación de nuestros trabajadores en la búsqueda de la excelencia de la gestión empresarial.
- Responsabilidad social: Desarrollar y cumplir programas sociales y laborales para nuestros trabajadores, sus familias y comunidades vecinas, propiciando su participación en la actividad productiva y social de la empresa.
- Innovación y desarrollo tecnológico: Propiciar la creatividad, desarrollo de ideas y nuevas tecnologías para el mejoramiento continuo de la productividad y la eficiencia en nuestra gestión manufacturera y comercial.

## **2.9 Aspectos legales**

- Manufacturar y comercializar alambraón, conductores eléctricos de aluminio y aleaciones, que satisfagan los requisitos de los clientes con la participación de su personal y proveedores, a través de un Sistema de Gestión de Calidad que garantice el mejoramiento continuo de sus procesos y servicios en forma permanente.

- Garantizar el cumplimiento de las normativas legales vigentes a través de la implantación de un Sistema de Gestión Ambiental, a fin de prevenir la contaminación de los recursos: aire, suelo y agua.
  
- Garantizar la comercialización de una mezcla óptima de productos con mayor valor agregado, mediante estrategias y estudios de mercado, a fin de obtener la máxima rentabilidad.

## **CAPITULO III**

### **MARCO TEORICO**

#### **3.1 Antecedentes de la investigación**

Tamayo y Tamayo (2003), revela que en los antecedentes “se trata de hacer una síntesis conceptual de las investigaciones o trabajos realizados sobre el problema formulado, con el fin de determinar el enfoque metodológico de la misma investigación”. (pág. 73).

Para la elaboración de la presente investigación, se puede hacer referencia de ciertos antecedentes correspondientes a otras investigaciones desarrolladas, que servirán como referencias consultadas para el desarrollo de ésta investigación, de las cuales se pueden citar las siguientes:

Pinto, María (2009) “Diseño de un sistema de ventilación para los generadores eléctricos de la casa de máquinas II en la Planta Hidroeléctrica Antonio José de Sucre de la empresa CVG EDELCA, Estado Bolívar”. El propósito de esta investigación fue realizar una propuesta de un sistema de ventilación forzada, que disminuya la temperatura ambiente dentro del recinto y permita un ambiente de trabajo adecuado al personal. Esta proporciona para la presente investigación el diseño de un sistema de ventilación, lo cual es de gran ayuda al momento de realizar el análisis del diseño respectivo.

Rojas, Vienmaris (2009) “Diseño de un sistema de ventilación mecánica para el almacén de repuestos de la empresa M.M.C. Automotriz, S.A”. La investigación tuvo como objetivo diseñar un sistema de ventilación mecánica con el fin de disipar

o disminuir, el calor existente en el almacén de repuestos de la planta MMC Automotriz, S.A. Esta aporta para la presente investigación los pasos para diseñar un sistema de ventilación para una empresa.

Rocca, Ordeilys (2009) “Evaluación de las condiciones operacionales actuales del sistema de generación de vapor y sistema de enfriamiento de la unidad de servicios industriales de la Refinería El Chaure, PDVSA”. Todo sistema de generación de vapor y de enfriamiento son de vital importancia en la mayoría de las industrias, por ende el control de la operación de estos sistemas es fundamental para optimizar el rendimiento del proceso. Es por ello que este proyecto de investigación se basó en evaluar las condiciones operacionales actuales del sistema de generación de vapor y sistema de enfriamiento de la unidad de servicios industriales de la refinería El Chaure-PDVSA. Esta investigación es de gran interés ya que sirve de referencia para efectuar el análisis del sistema de ventilación forzada que se pretende implementar en la empresa.

Capote, J.; Alvear, D.; Lázaro, M.; Espina, P. (2006) “Estudio de la influencia de los sistemas de ventilación en las solicitaciones térmicas en caso de incendio en un túnel ferroviario”. El objetivo de la investigación consistió en estudiar diferentes casos sin sistemas de ventilación y con diversos tipos de ventilación longitudinal para determinar que tipo de ventilación es la más adecuada para el caso de incendio en un túnel ferroviario. Esta investigación es de gran ayuda para conocer los diversos tipos de ventilación que se pueden emplear.

Gramajo, Elwin (1997) “Rediseño del sistema de aire acondicionado y ventilación forzada para el bloque operatorio e intensivo del Centro Medico Militar”. La investigación tuvo como objetivo general, rediseñar los sistemas de aire acondicionado y los sistemas de ventilación forzada del centro médico militar de

Guatemala. Esta investigación da una referencia al sistema de ventilación en cuanto a su funcionamiento y elementos que lo integran.

### **3.2 Bases teóricas**

Según Arias (2006), “Las bases teóricas implican un desarrollo amplio de los conceptos y proposiciones que conforman el punto de vista o enfoque adoptado, para sustentar o explicar el problema planteado.”

#### **3.2.1 Sistema**

Un sistema es un conjunto de partes o elementos organizados y relacionados que interactúan entre sí para lograr un objetivo. Los sistemas reciben (entrada) datos, energía o materia del ambiente y proveen (salida) información, energía o materia.

#### **3.2.2 Bobinas y carretes**

Las bobinas son embalajes de madera, metal o de otro tipo de material (en este caso son de metal), para diferentes tipos de mercadería. Se usan para enrollar cables eléctricos, de acero, alambres, sogas, plásticos, mangueras, lonas, toneles para la curtiembre, entre otros. Las dimensiones existentes en el mercado, varían desde los 0.20 cm de diámetro de ala hasta los 240 cm y mayores.

El carrete metálico es recomendado para uso en condiciones severas y uso rudo para cargas pesadas, principalmente para cables de alta tensión y cualquier otro producto que por sus dimensiones y peso requiera protección y movilidad.

### **3.2.3 Alambrón**

Producto laminado en caliente de sección maciza redonda, elíptica o poligonal, de diámetro nominal no inferior a 5 mm, presentado en rollos. Es un producto intermedio que se utiliza para la fabricación de alambres trefilados, fabricación de conductores de electricidad al desnudo, armaduras de hormigón armado y de alambres para armaduras de hormigón pretensado. El alambrón se suministra en rollos compactados y amarrados. Los amarres han de ser suficientemente resistentes como para permitir una manipulación correcta y segura.

### **3.2.4 Tratamiento térmico**

El tratamiento térmico es la operación de calentamiento y enfriamiento de un metal en su estado sólido a temperaturas y condiciones determinadas para cambiar sus propiedades mecánicas. Nunca alteran las propiedades químicas. Con el tratamiento térmico adecuado se pueden reducir los esfuerzos internos, el tamaño del grano, incrementar la tenacidad o producir una superficie dura con un interior dúctil.

Los tratamientos térmicos han adquirido gran importancia en la industria en general, ya que con las constantes innovaciones se van requiriendo metales con mayores resistencias tanto al desgaste como a la tensión. El tiempo y la temperatura son los factores principales y hay que fijarlos de antemano de acuerdo con la composición del acero, la forma y el tamaño de las piezas y las características que se desean obtener.

Los tratamientos térmicos son indispensables para el mejoramiento de la calidad del material o pieza a utilizar. Ya que se pueden modificar las propiedades físicas de los mismos dándoles una vida útil más larga. A cada tipo de tratamiento se le estipula de antemano su temperatura de calentamiento y el tiempo que permanecerá

la pieza en esa temperatura, luego se procede a enfriar la pieza dependiendo del tipo de tratamiento efectuado.

#### **3.2.4.1 Temple**

Es un proceso de calentamiento seguido de un enfriamiento, generalmente rápido con una velocidad mínima llamada "crítica".

El temple es una condición que se produce en el metal o aleación por efecto del tratamiento mecánico o térmico impartiendo estructuras y propiedades mecánicas características.

Los procedimientos térmicos que aumentan la resistencia a estas aleaciones son el tratamiento térmico en solución y el envejecimiento. El tratamiento térmico en solución requiere que se caliente la aleación hasta una temperatura por debajo del punto de fusión por un periodo de tiempo específico, seguido de disminución rápida de dicha temperatura. El envejecimiento es un tratamiento térmico a relativa baja temperatura que produce endurecimiento adicional al material tratado en solución.

El medio de enfriamiento: el más adecuado para templar un acero es aquel que consiga una velocidad de temple ligeramente superior a la crítica. Los medios más utilizados son: aire, aceite, agua, baño de Plomo, baño de Mercurio, baño de sales fundidas y polímeros hidrosolubles.

#### **3.2.4.2 Revenido**

Es un tratamiento complementario del temple, que generalmente sigue a éste. Al conjunto de los dos tratamientos también se le denomina "bonificado".

El tratamiento de revenido consiste en calentar al acero después de normalizado o templado, a una temperatura inferior al punto crítico, seguido de un enfriamiento controlado que puede ser rápido cuando se pretenden resultados altos en tenacidad, o lento, para reducir al máximo las tensiones térmicas que pueden generar deformaciones.

### **3.2.5 Sistemas de ventilación**

La ventilación puede llevarse a cabo mediante:

- Ventilación natural
- Ventilación forzada

#### **3.2.5.1 Ventilación natural**

La ventilación natural es la que emplea la fuerza del viento y las diferencias de temperaturas para lograr el movimiento de aire dentro del local, dirigiendo hacia el exterior el aire contaminado, al tiempo que se facilita la entrada de aire nuevo. La acción del viento crea zona de sobrepresión o depresión en los lados opuestos del edificio, que varían según la dirección del mismo. Las diferencias térmicas en el interior del local y entre el interior y el exterior, crean corrientes de aire ascendente. La ventilación natural puede hacerse por un simple hueco en la cubierta, lucernarios, ventanas altas laterales, entre otros. Pero teniendo siempre la precaución de prever huecos que permitan entrada de aire nuevo.

#### **3.2.5.2 Ventilación forzada**

La ventilación forzada ha de llevarse a cabo cuando la ventilación natural es insuficiente para conseguir la necesaria renovación del aire.

La ventilación forzada puede ser de dos tipos:

- Presión positiva: involucra la introducción de aire fresco dentro de un espacio confinado a una tasa superior a la que esta sale, creando una ligera posición positiva dentro del espacio.
- Presión negativa: consiste en extraer humo y contaminantes desde un espacio confinado hasta el exterior. Se hace cuando un método mecánico que genera una corriente de aire y puede hacerse con un ventilador o con un pistón de neblina. Es de crucial importancia proveer las aperturas necesarias para que ingrese el aire de reemplazo.

La ventilación forzada se efectúan sobre en base a la utilización de ventiladores, que bien pueden utilizarse para extraer el aire contaminado de un local, o bien para impulsar aire nuevo o para realizar ambas acciones simultáneamente. La ubicación de ventiladores habrá de elegirse cuidadosamente para garantizar que no quedan espacios suficientemente ventilados.

La principal diferencia entre los distintos tipos de ventiladores depende específicamente de su aplicación y robustez recomendable, los extractores succionan gases, calor, polvo, entre otros, mientras que los inyectores proporcionan o trasladan aire fresco, ya sea natural o acondicionado de un lugar a otro.

Existen diferentes modelos, tamaños y capacidades que dependerán de la necesidad que requiera. Las aplicaciones pueden ser: talleres mecánicos o de pintura, bodegas, fábricas, lugares con alta concentración de tóxicos, humo, naves industriales, túneles, entre otros.

Las recomendaciones de instalación para los diferentes tipos de ventiladores son tener claro qué función desempeñará el ventilador, su capacidad de remoción o traslado y su área o ubicación.

Para seleccionar un ventilador industrial se debe verificar el tipo y cantidad de caudal a manejar, el área que deberá instalarse (dimensiones físicas y condiciones térmicas), control de operatividad manual o automático y el tiempo de operación del ventilador, entre otros.

Es recomendable utilizar variadores de frecuencia en los ventiladores industriales cuando por la capacidad de los motores internos de cada ventilador, se necesite tener un torque adecuado y una velocidad constante. Al utilizarlos se controla un proceso y al mismo tiempo se aplica un ahorro energético por equipo.

### **3.2.5.3 Principios de diseño de sistemas de ventilación general**

En el diseño de sistemas de ventilación por dilución o ventilación general es conveniente seguir los principios que se relacionan a continuación:

- Estudiar las posibilidades de instalación de extracción localizada.
- Sólo es útil contaminantes de baja toxicidad.
- Garantizar que el personal esta suficientemente alejados de los focos de emisión de contaminantes.
- Evitar zonas sin circulación de aire.

- Evitar que los trabajadores se encuentren situados entre el foco y la extracción de aire.
- Evitar corrientes de aire molestas.
- Prever entradas de aire para compensar las salidas.
- Aprovechar los movimientos naturales de los contaminantes en especial el ascensional debido a los procesos que se desarrollan en caliente.

#### **3.2.5.4 Lugares donde se usa la ventilación forzada**

Las instalaciones de ventilación forzada serán ubicadas en las cocinas, talleres, edificios sin ventanas, sótanos, grandes áreas interiores, ambientes con existencia de materiales calientes y en algunos laboratorios donde por exigencias de las normas es necesario el uso total de aire fresco.

#### **3.2.5.5 Equipos de ventilación forzada**

- Eyectores de Humo: Son extractores que ventilan espacios confinados, ya sea a través de un ducto o bien instalados en los accesos, provocando una corriente hacia el exterior.
- Ventiladores: Pueden o no usar ducto. Introducen aire desde el exterior hacia ambientes cerrados. Los hay eléctricos, hidráulicos y a motor a combustión. Estos últimos son los más comunes.

- Pitones: Los pitones con chorro de neblina provocan una corriente de aire que puede ser empleada como método hidráulico de ventilación. Utiliza el mismo principio de los Eyectores de Humo.

### **3.2.6 Sistema de ventilación mecánica**

La ventilación mecánica se obtiene por medio de ventiladores, variando desde sistemas muy simples (como ventiladores montados en la pared) hasta muy complejos, con distribución de aire por conductos desde unos ventiladores centralizados, con la posible incorporación de filtraje, atenuación acústica, calefacción, refrigeración, humidificación y recuperación de calor.

### **3.2.7 Cálculo del tamaño de la muestra**

Para determinar el tamaño que debe alcanzar una muestra hay que tener en cuenta varios factores: el tipo de muestreo, el parámetro a estimar, el error muestral, el nivel de confianza y la varianza poblacional.

#### **3.2.7.1 Parámetro**

Son las medidas o datos que se obtienen sobre la población.

#### **3.2.7.2 Estadístico**

Son los datos o medidas que se obtienen sobre una muestra y por lo tanto una estimación de los parámetros.

### **3.2.7.3 Error maestro, de estimación o estándar**

Es la diferencia entre un estadístico y su parámetro correspondiente. Es una medida de la variabilidad de las estimaciones de muestras repetidas en torno al valor de la población y proporciona una noción clara de hasta dónde y con qué probabilidad una estimación basada en una muestra se aleja del valor que se hubiera obtenido por medio de un censo completo.

Siempre se comete un error, pero la naturaleza de la investigación indicará la medida hasta donde podrá cometerse (los resultados se someten a error muestral e intervalos de confianza que varían muestra a muestra). Varía según se calcule al principio o al final. Un estadístico será más preciso en cuanto y tanto su error es más pequeño. Podría decirse que es la desviación de la distribución muestral de un estadístico y su fiabilidad.

### **3.2.7.4 Nivel de confianza**

Es la probabilidad de que la estimación efectuada se ajuste a la realidad. Cualquier información que se pretenda recoger estará distribuida según una ley de probabilidad (Gauss o Student). En base a esto, puede definirse el nivel de confianza como la probabilidad de que el intervalo construido en torno a un estadístico capte el verdadero valor del parámetro.

### **3.2.7.5 Varianza poblacional**

Cuando una población es más homogénea la varianza es menor y el número de entrevistas necesarias para construir un modelo reducido del universo, o de la población, será más pequeño. Generalmente es un valor desconocido y hay que estimarlo a partir de datos de estudios previos.

### **3.2.8 Diagrama de causa-efecto**

El Diagrama de causa y efecto (o Espina de Pescado) es una técnica gráfica ampliamente utilizada, que permite apreciar con claridad las relaciones entre un tema o problema y las posibles causas que pueden estar contribuyendo para que él ocurra.

El Diagrama Causa-Efecto es llamado usualmente Diagrama de “Ishikawa” porque fue creado por Kaoru Ishikawa, experto en dirección de empresas interesado en mejorar el control de la calidad; también es llamado “Diagrama Espina de Pescado” porque su forma es similar al esqueleto de un pez: Está compuesto por un recuadro (cabeza), una línea principal (columna vertebral), y 4 o más líneas que apuntan a la línea principal formando un ángulo aproximado de 70° (espinas principales).

#### **3.2.8.1 Pasos para construir un diagrama causa-efecto**

- Identificar el problema: identifique y defina con exactitud el problema, fenómeno, evento o situación que se quiere analizar. Éste debe plantearse de manera específica y concreta para que el análisis de las causas se oriente correctamente y se eviten confusiones. Los diagramas causa-efecto permiten analizar problemas o fenómenos propios de diversas áreas del conocimiento.
- Identificar las principales categorías dentro de las cuales pueden clasificarse las causas del problema: para identificar categorías en un diagrama Causa-Efecto, es necesario definir los factores o agentes generales que dan origen a la situación, evento, fenómeno o problema que se quiere analizar y que hacen que se presente de una manera determinada.

Se asume que todas las causas del problema que se identifiquen, pueden clasificarse dentro de una u otra categoría. Generalmente, la mejor estrategia para identificar la mayor cantidad de categorías posibles, es realizar una lluvia de ideas con los estudiantes o con el equipo de trabajo. Cada categoría que se identifique debe ubicarse independientemente en una de las espinas principales del pescado.

- Identificar las causas: mediante una lluvia de ideas y teniendo en cuenta las categorías encontradas, identifique las causas del problema. Éstas son por lo regular, aspectos específicos de cada una de las categorías que, al estar presentes de una u otra manera, generan el problema. Las causas que se identifiquen se deben ubicar en las espinas, que confluyen en las espinas principales del pescado. Si una o más de las causas identificadas son muy complejas, ésta puede descomponerse en subcausas.

Éstas últimas se ubican en nuevas espinas, espinas menores, que a su vez confluyen en la espina correspondiente de la causa principal. También puede ocurrir que al realizar la lluvia de ideas resulte una causa del problema que no pueda clasificarse en ninguna de las categorías previamente identificadas. En este caso, es necesario generar una nueva categoría e identificar otras posibles causas del problema relacionadas con ésta.

### **3.2.9 Contraste de hipótesis**

Los contrastes de hipótesis o de significación permiten verificar la veracidad de alguna hipótesis establecida acerca de una población, determinando si los valores difieren significativamente de los esperados por la hipótesis, o si las diferencias observadas se deben al azar.

### 3.2.9.1 Hipótesis estadísticas

Es una suposición que se plantea respecto a un problema o a una población, con el fin de rechazarla o no.

En los contrastes de hipótesis se distinguen dos hipótesis estadísticas: la hipótesis nula designada por  $H_0$ , conocida también como hipótesis de no diferencia (nula), que es la que se establece en principio con el único propósito de rechazarla o "anularla"; y una segunda, la hipótesis de investigación o alterna,  $H_1$ , que es complementaria de la primera. Cuando se habla de contrastar una hipótesis nula contra una alterna, esto siempre se hace suponiendo que la nula es verdadera.

### 3.2.9.2 Pasos a seguir en un contraste de hipótesis

- Describir las características de la población acerca de la cual se va a probar la hipótesis (establecer si se cumplen los supuestos del contraste).
- Formular las hipótesis nula y alterna ( $H_0$  y  $H_1$ ).
- Escoger un nivel de significación o probabilidad de error.
- Seleccionar el estadístico de contraste cuya distribución muestral sea conocida en el supuesto de que  $H_0$  sea verdadera, pero sin hacer cálculos todavía
- Determinar la región crítica o de rechazo, misma que depende del tipo de hipótesis, de la probabilidad del error y del estadístico de contraste.
- Calcular el estadístico de contraste.

- Tomar una decisión de rechazar  $H_0$  o no rechazarla.
- Dar una conclusión al problema

### **3.2.10 Distribución en planta**

La distribución en planta es un concepto relacionado con la disposición de las máquinas, los departamentos, las estaciones de trabajo, las áreas de almacenamiento, los pasillos y los espacios comunes dentro de una instalación productiva propuesta o ya existente. La finalidad fundamental de la distribución en planta consiste en organizar estos elementos de manera que se asegure la fluidez del flujo de trabajo, materiales, personas e información a través del sistema productivo.

#### **3.2.10.1 Factores que afectan la distribución en planta**

► **Factor Material:** El factor más importante en una distribución es el material, ya que incluye los siguientes elementos y particularidades tales como: materias primas, material entrante, material en proceso, productos acabados, material saliente o embalado, materiales y accesorios empleados en el proceso, piezas rechazadas, a recuperar o repetir, chatarra, virutas, desperdicios, desechos, material de embalaje, materiales para mantenimientos, taller de utillaje u otros servicios. Todo objetivo de producción es transformar, tratar o montar material de modo que logremos cambiar su forma o características. Esto es lo que nos dará el producto terminado.

► **Factor Maquinaria:** Incluye la maquinaria de producción, herramientas y su utilización. Las principales consideraciones en este sentido son el tipo de maquinaria requerida y el número de maquinaria de cada clase. Los métodos de producción son el núcleo de la distribución física, ya que determinan el equipo y la maquinaria a usar, cuya disposición, a su vez, debe ordenarse.

El objetivo fundamental para obtener una buena distribución, es lograr una efectiva utilización de la maquinaria. Como es lógico, la maquinaria parada es inconveniente. Por lo tanto, una buena distribución deberá utilizar las máquinas en su completa capacidad.

► **Factor Hombre:** Involucra la supervisión y los servicios auxiliares, al mismo tiempo que la mano de obra directa. Como factor de producción, el hombre es mucho más flexible que cualquier material o maquinaria, se le puede trasladar, se puede dividir o repartir su trabajo, entrenarle para nuevas operaciones y, generalmente, encajarle en cualquier distribución que sea apropiada para las operaciones deseadas; por esta misma razón, muchos ingenieros de distribución y muchos directores, continúan aún “empujando a los operarios de un lado a otro”. Los elementos o particularidades del factor hombre abarcan: mano de obra directa, jefes de equipos y capataces, jefes de sección y encargados y jefes de servicios.

► **Factor Movimiento:** El movimiento de los materiales es tan importante que muchas industrias tienen equipos de ingenieros que no hacen más que planear el equipo y métodos de manejo. Muchos ingenieros creen que el material que menos se maneja, es el mejor manejado. En esta base ellos recomiendan reducir la cantidad de manejo del mismo. Este es un concepto equivocado por no decir falso. El movimiento de material no es tan perjudicial como para que se trate de eliminar en lo posible. Ciertos movimientos y traslados adicionales, a menudo, consiguen que se logre una mejor utilización de hombres y equipos.

Fundamentalmente, el movimiento del material es una ayuda efectiva para conseguir rebajar los costos de producción, así como un más alto nivel de vida. El movimiento del material permite que los trabajadores se especialicen, y que las operaciones se puedan dividir o fraccionar. Los elementos y particularidades físicas del movimiento o manejo incluye los siguientes equipos: rampas, conductos, tuberías,

raíles guías, transportadores, grúas, monorraíles, ascensores, montacargas, vehículos industriales y de carretera, vagones de ferrocarril y transportadores sobre el agua.

► **Factor Espera:** Este consiste en retrasar o demorar el material en un área o fase determinada del proceso productivo, con el fin de generar condiciones favorables para la empresa. Incluye los almacenamientos temporales y permanentes, así como las esperas.

Entre los elementos del factor espera se encuentran: área de recepción del material, almacenaje de materia prima u otro material comprado dentro del proceso, demora entre dos operaciones, áreas de almacenaje de productos acabados, suministros, mercancías devueltas, material de embalaje, almacenamiento de herramientas, utillajes, galgas, maquinaria y equipo inactivo o de repuesto.

► **Factor Servicio.:** Abarca el mantenimiento, inspección, control de desperdicios, programación y lanzamiento. Los servicios de una planta son las actividades, elementos y personal que sirven y auxilian a la producción. Los servicios mantienen y conservan en actividad a los trabajadores, materiales y maquinaria.

Estos servicios comprenden: Servicio relativos al personal, Servicios relativos a los materiales y servicios relativos a la maquinaria.

► **Factor Edificio:** Comprende los elementos y particularidades interiores y exteriores del mismo, así como la distribución y equipos de las instalaciones. Algunas industrias pueden operar en casi cualquier edificio industrial que tenga el número usual de paredes, techos, pisos y líneas de utilización. Unas pocas funcionan realmente sin ningún edificio.

Otras, en cambio, requieren estructuras industriales expresamente diseñadas para albergar sus operaciones específicas. A pesar de que el edificio es el caparazón que cubre a los operarios, materiales, maquinaria y actividades auxiliares, puede ser y en ocasiones, debe ser una parte integrante de la distribución en planta.

► **Factor Cambio:** El cambio es la parte básica del concepto de mejora y su frecuencia y rapidez se va haciendo cada día mayor. A pesar de que planeemos nuevas distribuciones, debemos revisar constantemente las que hemos establecido previamente, pues de otro modo podemos encontrarnos con la desagradable sorpresa de despertar un día y ver que una distribución anticuada nos está disminuyendo una buena cantidad de beneficios potenciales. Las diversas consideraciones del factor cambio, incluyen: cambio en los materiales, cambios en la maquinaria, cambios en las actividades auxiliares, cambios externos y limitaciones debidas a la instalación. En cada distribución a planear debemos revisar esta lista para todo cambio conocido o previsto.

### **3.3 Definición de términos básicos**

- **Alambrón:** producto de sección transversal circular que se obtiene por laminación en caliente.
- **Analizar:** capacidad humana que nos permite estudiar un todo cualquiera, en sus diversas partes componentes, en busca de una síntesis o comprensión o de sus razón de ser.
- **Bobinas:** carrete sobre el que se enrolla hilo, alambre, metal entre otros.

- Carrete: dispositivo de madera de forma circular que es utilizado para el enrollado de los cables terminados del área de cableado para su posterior almacenamiento y previa distribución.
- Conductores eléctricos: es aquel cuerpo que puesto en contacto con un cuerpo de electricidad transmite ésta a todos los puntos de su superficie. Generalmente elementos, aleaciones o compuestos con electrones libres que permiten el movimiento de cargas.
- Cuello de botella: es un fenómeno en donde el rendimiento o capacidad de un sistema completo es severamente limitado por un único componente.
- Enfriamiento: disminución de la temperatura de un cuerpo.
- Enfriamiento térmico: son ciclos de calentamiento y enfriamiento a los cuales se somete un material con el fin de variar su dureza y cambiar su resistencia mecánica.
- Extractores de aire: son equipos que producen una corriente de aire ascendente.
- Laminado: es un proceso de deformación volumétrica en el que se reduce el espesor inicial del material trabajado mediante las fuerzas de compresión que ejercen dos rodillos sobre la pieza/material de trabajo.
- Laminado en caliente: se obtienen de la reducción del espesor planchones, mediante la aplicación de un proceso termomecánico, a altas temperaturas.

- Metal: son los elementos químicos caracterizados por ser buenos conductores del calor y la electricidad.
- Núcleos de aluminio: es un componente para complementar un conductor.
- Paradas: es el tiempo en el cual se mantiene en ocio alguna maquinaria o personal de la empresa.
- Proceso: es un conjunto de actividades o eventos (coordinados u organizados) que se realizan o suceden (alternativa o simultáneamente) bajo ciertas circunstancias con un fin determinado.
- Recocido: Es el tratamiento térmico al cual se someten los metales para afinar sus características, con la finalidad de reducir el efecto del trabajo en frío, con lo cual se logra en general disminuir su resistencia mecánica, aumentar la elongación (aumenta su ductilidad) y aumentar la conductividad eléctrica.
- Reducir: disminuir la cantidad, el tamaño, la intensidad o la importancia de una cosa.
- Sistema: es un conjunto de partes o elementos organizados y relacionados que interactúan entre sí para lograr un objetivo.
- Temperatura ambiente: es la temperatura que se puede medir con un termómetro y que se toma del ambiente actual, por lo que, si se toma de varios puntos en un área a un mismo tiempo puede variar.

- Tiempo estándar: es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.
- Tratamiento térmico: técnica que emplea la temperatura como herramienta fundamental para lograr cambios en las propiedades mecánicas y eléctricas de los metales.
- Trefilación: es un proceso de deformación en frío que permite reducir el diámetro, sin generación de virutas, de la mayoría de los materiales metálicos de forma alargada y sección simétrica cuya fabricación se haya originado en procesos de laminación.
- Ventilación: se denomina ventilación al acto de mover o dirigir el movimiento del aire para un determinado propósito.
- Ventilación forzada: la ventilación forzada o mecánica es la provocada por agentes mecánicos de impulsión de aire (ventiladores, extractores, entre otros) para mover la masa de aire.
- Ventilación mecánica: un sistema de ventilación mecánica se basa en la extracción del aire mediante un sistema automático; un ventilador, un aspirador, entre otros.

### **3.4 Bases legales**

De acuerdo al desarrollo de la investigación tendremos presente las siguientes leyes, normas y reglamentos:

La Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), creada en 1.958 es el organismo encargado de programar y coordinar las actividades de normalización y calidad en el país.

Para llevar acabo el trabajo de elaboración de normas, la COVENIN constituye Comités y Comisiones Técnicas de Normalización donde participan organizaciones gubernamentales y no gubernamentales relacionadas con el área específica.

“Norma venezolana COVENIN 2250-2000. Ventilación de los lugares de trabajos”.

Esta norma venezolana establece los requisitos mínimos fundamentales para el diseño, operación, mantenimiento y evaluación de los sistemas de ventilación de los lugares de trabajos, de acuerdo a sus fines específicos.

## **CAPITULO IV**

### **METODOLOGÍA DE TRABAJO**

#### **4.1 Tipo de investigación**

##### **4.1.1 Según el nivel de la investigación**

La presente investigación se puede definir como descriptiva, debido a que se analiza la situación actual del área de Tratamiento Térmico y Cableado de la empresa C.V.G. CABELUM C.A, para describir los hechos y características fundamentales del área estudiada. Además analizar las situaciones presentes en la organización basándonos en un método cualitativo de investigación.

Para realizar la investigación, se considera necesario la recolección y tabulación de datos, su mayor interés se fundamenta en el análisis e interpretación que manifiestan los distintos indicadores que intervienen en la población objeto de estudio, presentando un comportamiento determinado, esto por medio de la observación directa de los procesos desarrollados en el área de tratamiento térmico y cableado, así como también la aplicación de conocimientos adquiridos durante la carrera, entre otros. De igual manera, da cuenta de la descripción en la naturaleza real de fenómeno en estudio. Al respecto Arias, F (2004) señala que:

"La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno o grupo con el fin de restablecer su estructura o comportamiento". La investigación descriptiva trabaja sobre realidades y sus características fundamentales es la de prestar una interpretación correcta. (Pág.-22)

También es una investigación explicativa ya que trata de descubrir, establecer y explicar las relaciones funcionales que existen entre las variables estudiadas, en este caso mediante las evaluaciones de experimentos o pruebas piloto; este tipo de investigación sirve para explicar el cómo, cuándo, dónde y por qué ocurre un fenómeno.

#### **4.1.2 Según el diseño de la investigación**

La investigación se considera de campo debido al diseño de la misma, la cual se fundamenta en datos recolectados en observaciones, registros, análisis y procesos de una situación, con el fin de aportar alternativas objetivas en el área de tratamiento térmico y cableado de la empresa C.V.G. CABELUM C.A.

El diseño de campo se asume como la correspondiente a los objetivos formulados para el estudio, y sus resultados permitirán plantear soluciones respectivas para el problema objeto de investigación, al mismo tiempo que se afianza en la aplicación de instrumentos para obtener datos e información de una realidad concreta que se pretende estudiar. Al respecto Sabino, C. (s/f) en su texto "El proceso de Investigación" señala:

“La investigación de campo se basa en informaciones obtenidas directamente de la realidad, permitiéndole al investigador cerciorarse de las condiciones reales en que se han conseguido los datos”. El diseño experimental consiste en someter el objeto de estudio a variables, condiciones controladas y conocidas por el investigador para observar los resultados que cada variable ejerce sobre el objeto bajo estudio.

### **4.1.3 Según el propósito de la investigación**

Según el propósito de la investigación es aplicada, ya que está enfocada en estudios de problemas específicos, la cual busca una aplicación inmediata de soluciones, basándose en circunstancias y características concretas. Al respecto Sabino, Carlos (1996) señala:

“Las investigaciones aplicadas son la respuesta efectiva y fundamentada a un problema detectado, descrito analizado y analizado descrito. La investigación aplicada concentra su atención en las posibilidades fácticas de llevar a la práctica las teorías generales, y destina sus esfuerzos a resolver los problemas y necesidades que se plantean los hombres en sociedad en un corto, mediano o largo plazo.” (Pág.106-113)

## **4.2 Pasos requeridos para la realización de la investigación**

Para realizar le presente investigación se establecieron los siguientes pasos:

Paso 1) Requerir el permiso en el departamento de recursos humanos de la empresa C.V.G.CABELUM C.A., para desarrollar el trabajo de grado; el cual se llevó a cabo a través de una entrevista, dando como resultado un acuerdo mutuo para la realización del estudio.

Paso 2) Entrevista con el tutor asignado por la empresa (superintendente de producción) quien facilitó la información documental y permitió la entrada al área de producción de la empresa para conocer las instalaciones y el proceso productivo.

Paso 3) Ubicación y recopilación de la información:

- Información escrita.
- Información obtenida a través de la página web de la empresa.
- Información generada de observaciones y seguimiento.
- Información obtenida como resultados de entrevistas no estructuradas, encuestas cerradas, entre otras técnicas de recolección de datos.

Paso 4) Formulación del problema y determinación del objetivo general y los objetivos específicos, justificación, alcances y limitaciones de la investigación, basándose en toda la información recogida en la observación realizada en la empresa C.V.G CABELUM C.A.

Paso 5) Desarrollar la información referente a la empresa, tomando en consideración la ubicación geográfica, reseña histórica, estructura organizacional, misión, visión, objetivos, funciones, Principios y valores, y aspectos legales; todo esto con ayuda de la información recogida en las visitas a la empresa y a través de su página web.

Paso 6) Desarrollo del marco teórico consultando material bibliográfico.

Paso 7) Elaboración de la metodología de trabajo, donde se determina el nivel, diseño y propósito de la investigación, selección de la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, y las técnicas de ingeniería industrial a utilizar.

Paso 8) Realización del análisis e interpretación de los datos, donde se realizó un análisis de la forma de cómo se llevo a cabo el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos pautados al inicio del estudio de la investigación.

Paso 9) Dar las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

Paso 10) Revisión de toda la información para ser plasmada en el trabajo de grado, de acuerdo al manual de trabajo de grado de la Universidad de Oriente.

Paso 11) Entrega del trabajo de grado ante la sub-comisión

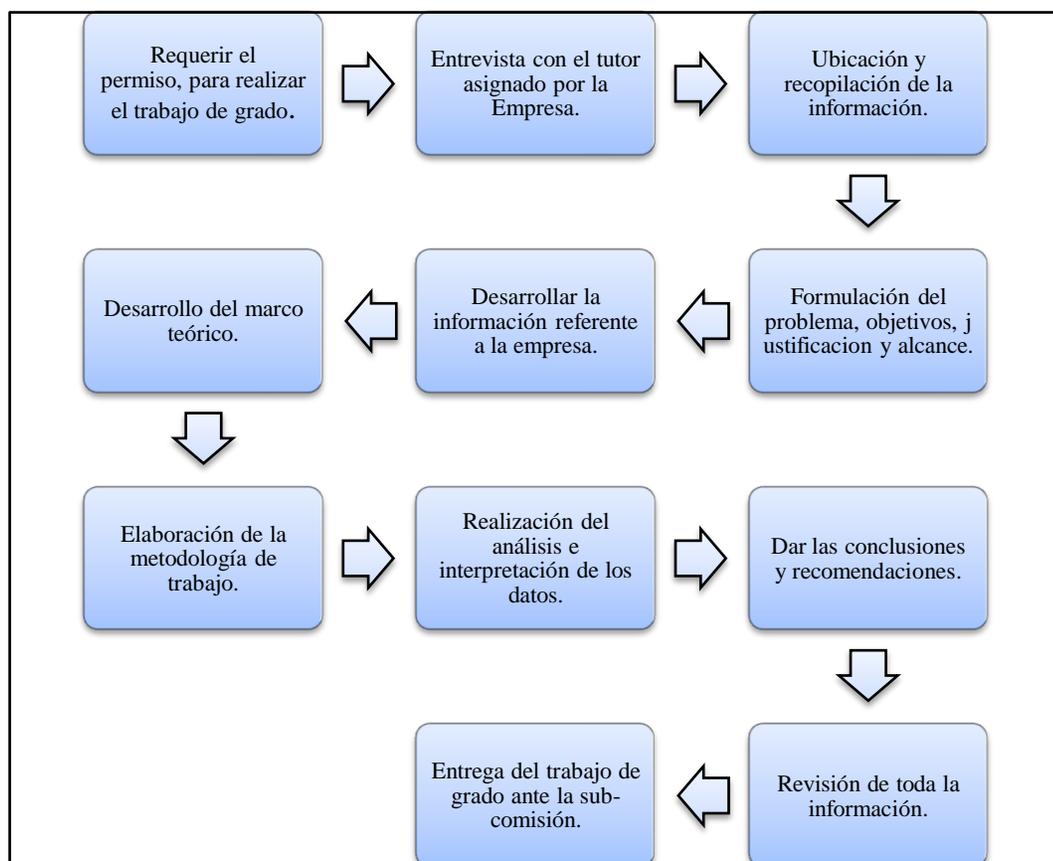


Figura 4.1 Flujograma de la metodología

### **4.3 Población y muestra de la investigación**

#### **4.3.1 Población de la investigación**

Según Tamayo y Tamayo (1997), “La población se define como la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades de población posee una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación”.

La población de la presente investigación está conformada por todos los elementos que conforman el proceso de enfriamiento como son los trabajadores, las bobinas, equipos, los materiales involucrados, proceso previo (Trefilación) y proceso posterior (Cableado) del área de tratamiento térmico de la empresa C.V.G. CABELUM C.A. Esta área se encuentra operativa en tres (3) turnos de trabajo.

De igual manera, para analizar el tiempo de enfriamiento de las bobinas bajo el proceso actual, se busca identificar los datos referentes al número de bobinas que pasan por el tratamiento térmico con material AL-6201 en el turno de 7:00 am a 3:00 pm.

Durante el período de investigación ingresaron a los hornos de tratamiento térmico un total de 519 bobinas aproximadamente, con un promedio de 22 bobinas por día, pero cabe de destacar que hay días en los cuales no ingresan bobinas a los hornos, debido a que la empresa en los últimos meses no esta recibiendo materia prima de forma continua. Por ésta razón no se pudo determinar con exactitud el número de bobinas que ingresaron al proceso de tratamiento térmico y por ende se puede determinar la muestra de las bobinas, a través de la formula para poblaciones infinita.

### 4.3.2 Muestra de la investigación

Según Arias, F. (2006) se entiende por muestra, un subconjunto de la población el mismo autor señala: “La muestra es una porción, un subconjunto de la población que selecciona el investigador de las unidades en estudio, con la finalidad de obtener información confiable y representativa”.

La muestra de la presente investigación será estratificada, ya que su selección consta en dividir la población en diferentes estratos de una o más variables y seleccionar una muestra aleatoria de cada estrato. Esta se encuentra representada por los siguientes elementos del área de tratamiento térmico y cableado del turno de 7:00 AM a 3:00 PM.

- Personas

Tabla 4.1 Personal que labora en el área de tratamiento térmico y cableado del turno de 7:00 AM a 3:00 PM.

<b>Trabajadores</b>	<b>Cantidad</b>
Supervisor	1
Operador de Horno.	1
Operadores de Cableado	4
Ayudantes	2
Ayudante de Suministros	2
Matricero	1
Operador de Montacargas	1
<b>Total</b>	<b>12</b>

- Bobinas que pasan por el tratamiento térmico durante el turno número dos (2) comprendido de 7:00 am a 3:00 pm.
- Materiales (guantes, piquetas) y equipos (Montacargas).

#### **4.3.2.1 Cálculo de la muestra de bobinas que pasan por el tratamiento térmico**

Sabiendo que la población objeto de estudio es infinita y por la restricción de tiempo que se estableció para realizar la investigación y además considerando que dicha población es superior a los cien elementos, se procede a estimar una proporción de las bobinas que pasan por el tratamiento térmico en el turno de 7:00 am a 3:00 pm mediante el método de muestreo simple. Respecto a esto Casal, J (2003) indica que en el muestreo aleatorio todos los elementos tienen la misma probabilidad de ser elegidos. (Pp.5-7)

Una vez conocidas los valores de la población, se determina el tamaño de la muestra mediante el criterio estadístico denominado la fórmula de “n” (tamaño de la muestra). Teniendo en cuenta que la población de bobinas es infinita, se realizará el cálculo de la muestra aplicando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * p * q}{e^2} \quad (4.1)$$

Donde:

n = tamaño de la muestra.

$Z^2$  = valor crítico correspondiente al nivel de confianza elegido. Con una seguridad del 95% para este caso el valor crítico es 1.96

$p$  = proporción esperada (en este caso  $5\% = 0.05$ )

$q = 1 - p$  (en este caso  $1 - 0.05 = 0.95$ )

$e^2$  = margen de error permitido (determinado por el responsable del estudio, en este caso es de  $5\%$  que equivale a  $0.05$  unidades).

Se calculará el tamaño de la muestra mediante la ecuación 4.1 para identificar la cantidad de bobinas representativas que faciliten el establecimiento de la tendencia.

$$n = \frac{(1.96^2)(0.05)(0.95)}{0.05^2} = \frac{0.182476}{2.5 \cdot 10^{-3}} = 72,9904 \approx 73 \text{ bobinas.}$$

Debido a éste cálculo se pudo observar que para la población infinita de esta investigación, será representativa la cantidad de 73 bobinas que pasen por el tratamiento térmico del turno de 7:00 am a 3:00 pm para determinar el tiempo de enfriamiento de las bobinas bajo el proceso actual. Una vez obtenidas las cantidades correspondientes al tamaño de la muestra, se procedió a seleccionarla tomando en cuenta que cada una de la bobinas deben tener la misma probabilidad de ser seleccionada.

#### **4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

##### **4.4.1 Técnicas de recolección de datos.**

Para todo proceso de investigación se requiere del uso de diversas técnicas que permitan obtener toda la información o datos que se requiere para el desarrollo del mismo. Las técnicas de recolección de datos, utilizada en la presente investigación fueron las que se mencionan a continuación.

#### **4.4.1.1 Observación directa**

Esta técnica permite visualizar, reconocer y examinar la situación del proceso de enfriamiento actual; y también las paradas en las máquinas cableadoras por material caliente de la empresa C.V.G CABELUM C.A. Según Tamayo, Tamayo la observación directa “es en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación.” (p.122).

#### **4.4.1.2 Revisión de Archivos, Documentos y Material Bibliográfico**

Este método se empleo para obtener información por parte de la empresa, mediante fuentes como registros históricos de las paradas por material caliente en las máquinas cableadoras, las cuales se tabularon y se realizaron gráficas mes vs horas de paradas, otras fuentes son los trabajos de investigación realizados anteriormente.

#### **4.4.1.3 Entrevista no estructurada**

Se empleó esta técnica para mantener una retroalimentación o intercambio de ideas constante con el personal encargado del área en estudio. Según Ander E. (1982) Dice que: “La entrevista no estructurada son preguntas abiertas las cuales se responden dentro de una conversación, la persona interrogada da una respuesta, con sus propios términos, de una cuadro de referencia a la cuestión que se le ha formulado”. (p.227)

#### **4.4.1.4 Encuesta**

esta técnica de recolección de datos consiste en realizar unas series preguntas cerradas en este caso, relacionadas con el proceso de enfriamiento actual, con la finalidad de conseguir la información justa para el desarrollo de la situación actual de

la presente investigación. Según Naresh K. Malhotra, las encuestas son entrevistas con un gran número de personas utilizando un cuestionario prediseñado. Según el mencionado autor, el método de encuesta incluye un cuestionario estructurado que se da a los encuestados y que está diseñado para obtener información específica.

#### **4.4.1.5 Diagrama Causa – Efecto**

Se empleó para identificar y analizar en forma gráfica los puntos críticos o problemas que presenta el proceso de enfriamiento, y a la vez determinar las causas que lo originan.

#### **4.4.2 Instrumentos de recolección de datos**

##### **4.4.2.1 Material de campo u oficina**

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos de la presente investigación fueron los siguientes:

- ▶ **Lápiz:** instrumento que se usó para redactar las opiniones de los trabajadores, en las respectivas entrevistas.

- ▶ **Hoja:** es otro de los instrumentos aplicados para anotar las respuestas dadas por los empleados del área.

- ▶ **Libreta de anotaciones:** se empleó para recolectar información referida a la empresa, los trabajadores y el proceso productivo como tal.

- ▶ **Lista de verificación:** utilizada para representar las condiciones aceptables y no aceptable del área en estudio, una vez realizada la observación directa.

► Cámara fotográfica: se utilizó para obtener imágenes de las instalaciones de la empresa, específicamente el área de tratamiento térmico y cableado.

► Computador: para la realización del proyecto bajo el formato establecido por la universidad de oriente y el empleo eficiente de los programas de Microsoft office (Word, Excel)

► Bibliografías: este instrumento de recolección, sirve de apoyo en la investigación para sustentarla y complementarla con informaciones como: los manuales de procedimientos e instrucciones, libros, tesis previas, publicaciones de internet y registros históricos de la empresa.

#### **4.5 Técnicas de ingeniería industrial a utilizar**

Entre las técnicas de ingeniería industrial utilizadas en el proyecto se pueden mencionar la estadística, ingeniería de métodos, diseño de plantas, entre otros.

##### **4.5.1 Estadística**

Análisis estadísticos, gráficas, determinación del tamaño muestral para una población infinita mediante fórmulas, media, desviación estándar, comparación mediante contraste de hipótesis.

##### **4.5.2 Ingeniería de Métodos**

Facilitó la realización de los diagramas requeridos en la presente investigación, como el diagrama de causa y efecto.

#### **4.5.3 Diseño de plantas**

Se empleó para realizar una comparación en base a los factores que afectan a la distribución en planta.

#### **4.5.4 Producción**

Facilitó la realización de cálculos referentes a los tiempos de paradas de las máquinas cableadoras.

#### **4.5.5 Fundamento de Diseño Mecánico**

Se empleó en la conceptualización de los elementos que integrarían al sistema de enfriamiento de bobinas, a vez de ventilación forzada.

## **CAPITULO V**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS**

#### **5.1 Descripción del proceso de fabricación de conductores eléctricos**

##### **5.1.1 Procesos operativos**

Materia prima utilizada: Aluminio 99.7 % de pureza provenientes de las empresas Alcasa – Venalum.

Tipos de materia prima: Pailas de 630 Kg y bultos de 1200 Kg cada uno (lingotes de 25 Kg cada uno).

La materia prima es recibida desde Venalum o Alcasa por vía terrestre en gandolas y se descargan en el patio de materia prima de C.V.G CABELUM C.A. La materia prima es descargada con montacargas y colocadas ordenadamente por lotes (cada gandola de materia prima es un lote de aproximadamente 3 toneladas cada uno). Una vez descargada la gandola, el lote de materia prima es identificado o lotificado en consecutivo dentro del mes por la unidad de trafico y materiales, los mismo toman una muestra a una paila o lingote con su identificación y ésta es enviada al Laboratorio de Control de Calidad para corroborar la certificación de calidad de composición química expedido por Alcasa o Venalum (síntesis de calidad).

##### **5.1.2 Proceso de carga de hornos**

Una vez seleccionada la materia prima, se procede a cargar el horno fusor, con un montacargas hasta completar el nivel deseado (capacidad de 45 toneladas), con

una duración de 20 minutos, cargando 20 a 25 toneladas de materia prima, después de 5 horas de fundir el metal, éste está listo para su transferencia hacia los hornos basculantes, los cuales tienen una capacidad de 18 toneladas cada uno. Una vez transferidos y preparados los hornos basculantes con su aleación respectiva (aleación 6201 o 1350), y con una temperatura de proceso de 770 °C y normalizados todos los parámetros operacionales, se procese al arranque de la colada.

Una vez arrancado el proceso de colada, la barra formada en la rueda colada sale con una temperatura de 490-508 °C aproximadamente, y ésta es introducida en el Laminador Properzi y de deformada plásticamente por reducción por medio de 13 cabezales, hasta salir un alambión de 9.5 mm de diámetro, el mismo es enrollado automáticamente en la máquina orbital O.T.T., después de llegar a un peso prefijado de 2.000 Kg aproximadamente, el rollo es retirado de la máquina e identificado con una tarjeta, y llevado al área de almacenamiento. El Alambión como producto semi-elaborado puede ser enrollado y empacado para la venta y/o utilizarse en el proceso de Trefilación.

### **5.1.3 Proceso de trefilación**

Este proceso consiste en procesar los rollos de alambión provenientes de fundición por medio de una deformación plástica y lubricación continua de aceite con una reducción por dados, en la máquina trefiladora de la cual el alambión pasa de 9.6 mm de diámetro a valores inferiores de 4.77 mm hasta 2.15 mm en unas bobinas con capacidad de 180 Kg de alambre cada una.

### **5.1.4 Proceso de tratamiento térmico**

Una vez procesadas las bobinas en las máquinas de trefilado, estas son introducidas en unos hornos de tratamiento térmico para mejorar sus propiedades

mecánicas y eléctricas, los cuales son: el horno de tratamiento térmico T.K.F que es un cubo de metal de 3,5 m de ancho por 3,9 m de alto y posee una puerta que sube o baja con la ayuda de dos (2) gatos neumáticos. Este cubo se encuentra dividido en dos (2) zonas de calefacción, las cuales poseen en la parte superior dos (2) ventiladores para la circulación del aire y un (1) extractor de aire caliente, como se muestra en la figura 5.1.



Figura 5.1 Horno de tratamiento térmico TKF

Y el horno de tratamiento térmico Lanly, que es utilizado para lograr el envejecido del alambre en bobinas de la aleación funciona por medio de energía eléctrica. Se encuentra conformado por tres (3) secciones, cada una con su respectivo ventilador para la circulación del aire en el mismo y por una cadena transportadora para trasladar las bobinas por su interior, permitiendo que éstas permanezcan en él la cantidad de tiempo requerido según los parámetros operacionales, como se muestra en la figura 5.2 y 5.3.



Figura 5.2 Entrada de las bobinas al horno de tratamiento térmico Lanly



Figura 5.3 Salida de las bobinas del horno de tratamiento térmico Lanly

Luego estas bobinas son muestreadas y analizadas por Control de Calidad y al salir aprobadas, se seleccionan para su posterior proceso de cableado.

### 5.1.5 Proceso de enfriamiento de bobinas

El proceso de enfriamiento de bobinas que posee actualmente la empresa C.V.G CABELUM C.A consiste en ubicar con la ayuda de un montacargas mediante cestas, las bobinas en el piso cerca del área de tratamiento térmico para que estas se enfríen a temperatura ambiente. Cabe destacar que en ocasiones las bobinas son trasladadas manualmente por el operario hasta el área determinada.



Figura 5.4 Ubicación de las bobinas mediante cestas.

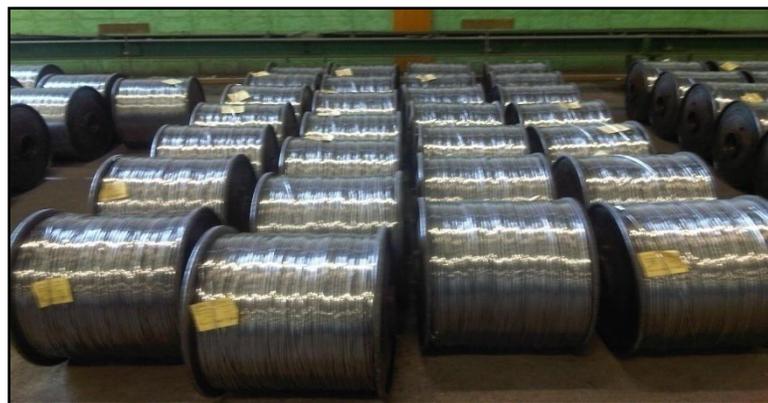


Figura 5.5 Ubicación manual de las bobinas

### 5.1.6 Proceso de cableado

Una vez seleccionadas y aprobadas las bobinas por Control de Calidad y de pasar por el proceso de enfriamiento, se comienzan a cargar las máquinas cableadoras y arranca el proceso de cableado de acuerdo a la orden de producción a ejecutar, obteniéndose el producto final (conductor de aluminio). El Conductor Eléctrico es el producto final de CVG Cabelum y de mayor valor agregado. Estos carretes son almacenados, e identificados con el nombre del producto, orden de producción en la nave de almacenamiento.



Figura 5.6 Carga de las máquinas cableadoras

Cabe destacar que todos los procesos y métodos de fabricación son cuidadosamente controlados y supervisados en cada una de sus etapas, para garantizar en forma consistente y total la producción de conductores eléctricos con un alto nivel de conductividad eléctrica, resistencia mecánica y acabado superficial que cumpla o sobrepase los estándares de las Normas Internacionales

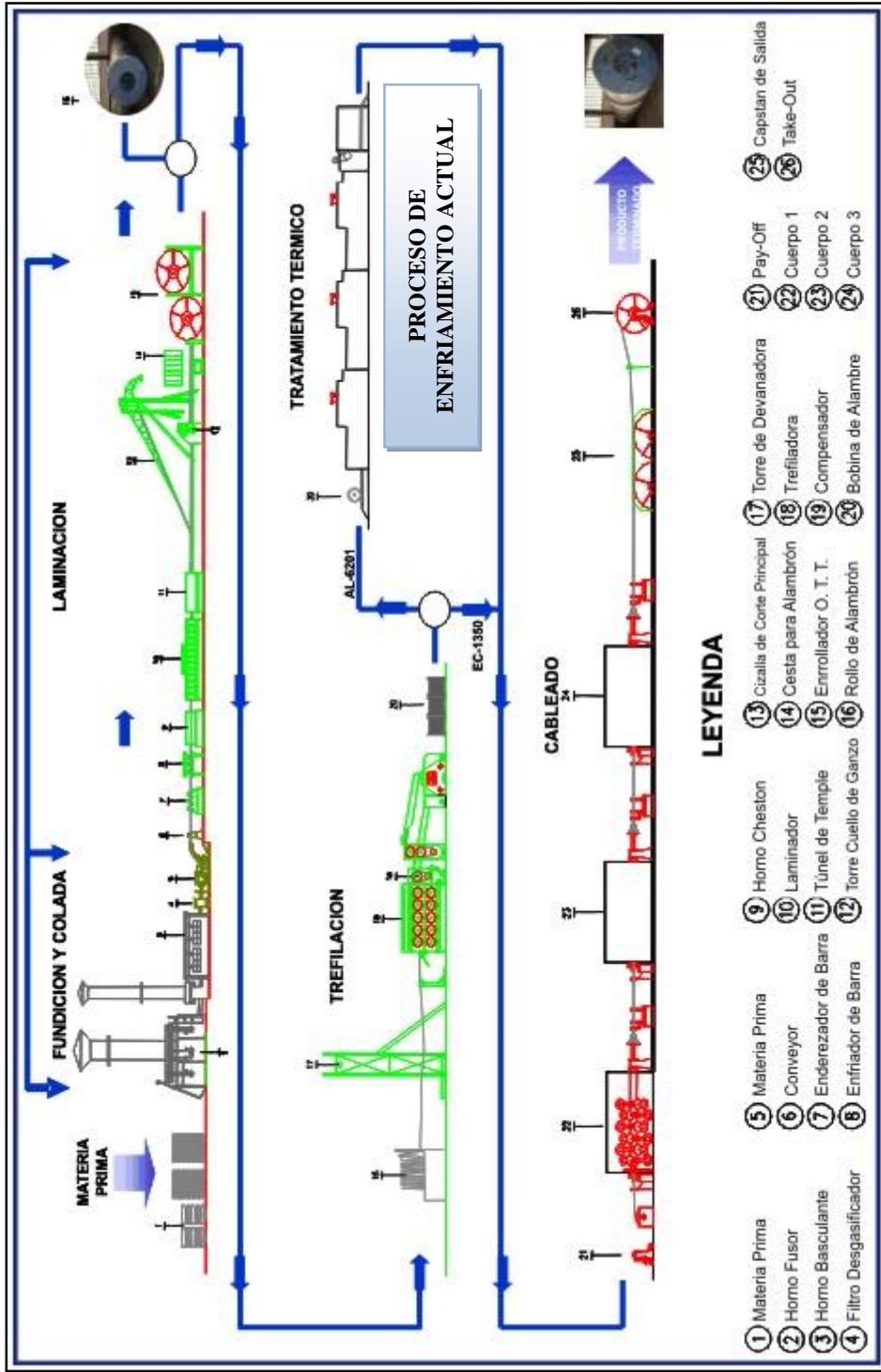


Figura 5.7 Diagrama del proceso productivo de C.V.G CABELUM C.A

## 5.2 Analizar el proceso actual de enfriamiento de bobinas

### 5.2.1 Lista de chequeo

Mediante observaciones realizadas en el área de tratamiento térmico y las entrevistas no estructuradas realizadas al personal tanto a los operarios como el supervisor, se elaborará una lista de chequeo para analizar la situación actual del proceso de enfriamiento de bobinas, como se muestra en la tabla 5.1, en donde se refleja las condiciones aceptables (A), no aceptables (NA) y las que no existen (NE).

Tabla 5.1 Resultados de la lista de chequeo (Autor: Monasterio, W)

		LISTA DE CHEQUEO			
Área:		Fecha:		Realizado por:	
Nº	INFORMACIÓN GENERAL	A	NA	NE	OBSERVACIONES
1	Las condiciones del área.	X			
2	Entradas de las bobinas al horno	X			
3	Salidas de las bobinas del horno	X			
4	Las condiciones del montacargas	X			
5	Normas o reglas			X	
6	Proceso de enfriamiento de bobinas		X		
7	Tiempo de enfriamiento de bobinas		X		
8	Ventilación natural		X		
9	Ventilación forzada			X	
10	Congestionamiento de bobinas		X		
11	Esfuerzo físico a los operarios		X		
12	Traslado manual de las bobinas		X		
TOTALES		4	6	2	

Leyenda:

**A:** Aceptable

**NA:** No aceptable

**NE:** No existe

La lista de chequeo utilizada estuvo constituida por 12 ítems relacionados con el área de tratamiento térmico y el proceso de enfriamiento de la empresa. Éste formato fue establecido una vez realizadas las respectivas observaciones en el área.

A continuación, se muestra en forma gráfica los resultados obtenidos con respecto a las condiciones aceptables, no aceptables, y las condiciones que no existe en el área de tratamiento térmico, como se muestra en la figura 5.8.

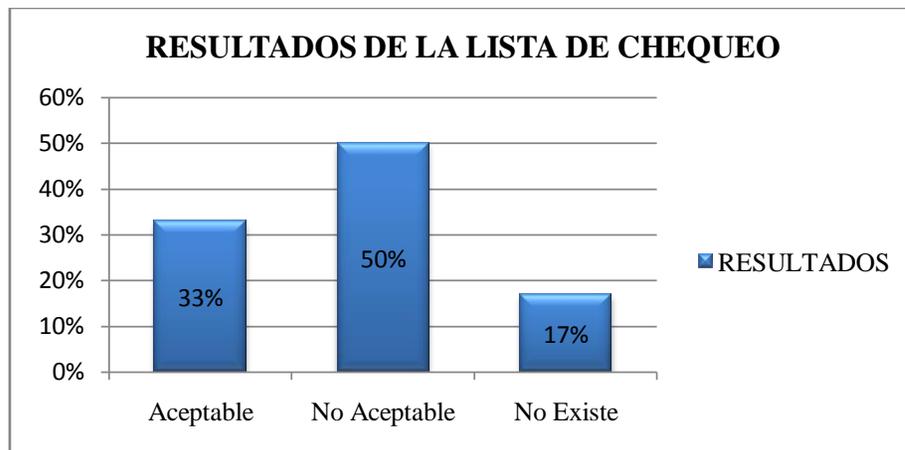


Figura 5.8 Resultado de la lista de chequeo realizada en el área de tratamiento térmico.

Analizando los resultados obtenidos mediante la aplicación de la lista de chequeo, se concluye que existen un 33% de condiciones aceptables, un 50% de no aceptables en el área y un 17% de condiciones que no existen en el área.

### 5.2.2 Aplicación de la encuesta

Después de un recorrido por el área de reenrollado, trefilado, tratamiento térmico y cableado; y haber detectado las necesidades de una mejora en el sistema de producción, se realizó una encuesta a los diferentes trabajadores del área de

tratamiento térmico y cableado con respecto a la situación que presenta el sistema de enfriamiento de bobinas que posee actualmente la empresa. (Ver apéndice A).

El personal encuestado está constituido por las doce (12) personas que laboran en el área de tratamiento térmico y cableado en el turno de 7:00 am a 3:00 pm, el cual se divide en: un (1) supervisor, un (1) operador de hornos, cuatro (4) operadores de las máquinas cableadoras, dos (2) ayudantes, dos (2) ayudantes de suministro, un (1) matricero, y un (1) operador de montacargas. La encuesta esta conformada por seis (6) ítems relacionados a la situación actual que presenta el proceso de enfriamiento de bobinas que posee actualmente la empresa, con el propósito de obtener información y opiniones de los trabajadores. Se analizaran a continuación, los resultados obtenidos a través de la encuesta realizada al personal que labora en las áreas antes mencionadas.

Tabla 5.2 Resultados de la encuesta

NÚMERO DE PREGUNTA	RESPUESTAS		TOTAL DE ENCUESTADOS
	SI	NO	
1	11	1	12
2	2	10	12
3	3	9	12
4	11	1	12
5	12	0	12
6	9	3	12

De la aplicación de este formato al personal, se obtuvieron los siguientes resultados:

1.- Este ítem se realizó con la finalidad de conocer por parte de los trabajadores del área en estudio, si se producen paradas por material caliente en el área de cableado.

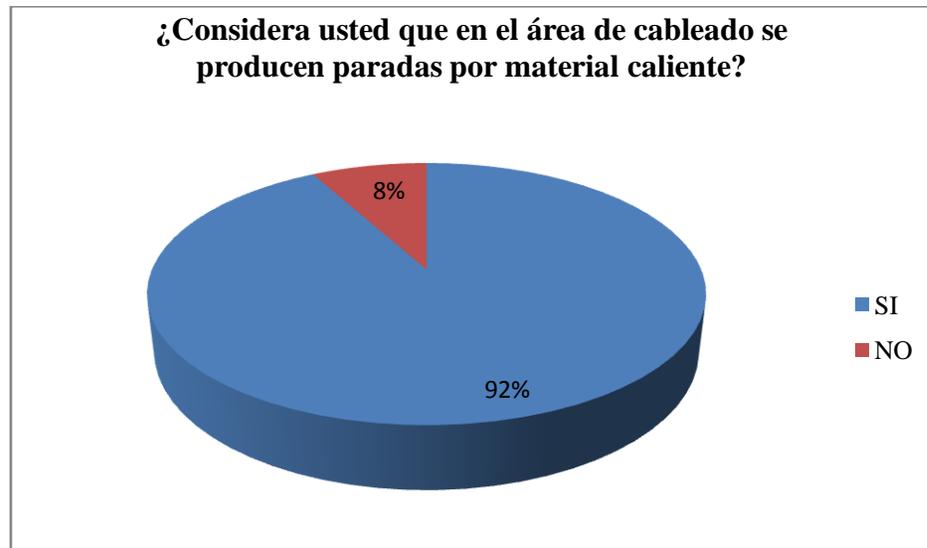


Figura 5.9 Opinión de los trabajadores, con respecto a las paradas por material caliente.

En la figura 5.9, se puede apreciar que la pregunta número uno (1), referida a las paradas por material caliente de las máquinas cableadoras, presentó un 92% de respuestas positivas, lo que indica que la mayoría del personal tiene conocimiento de la situación que presentan el área de cableado a consecuencia del sistema de enfriamiento de bobinas que posee actualmente la empresa, lo que trae como consecuencia parar la producción y por ende operarios en ocio, en ocasiones dichas paradas se mantienen por todo un (1) turno de trabajo. Mientras que el 8% de los encuestados consideran que no se producen paradas por material caliente en el área.

2.- El proceso de enfriamiento de bobinas es uno de los principales causantes de las paradas de las máquinas cableadoras, lo que trae como consecuencia la disminución de la producción, por tal motivo se les consulto a los trabajadores del área mediante éste ítems su opinión con respecto al sistema de enfriamiento en cuanto a si es el más indicado para aumentar la producción.

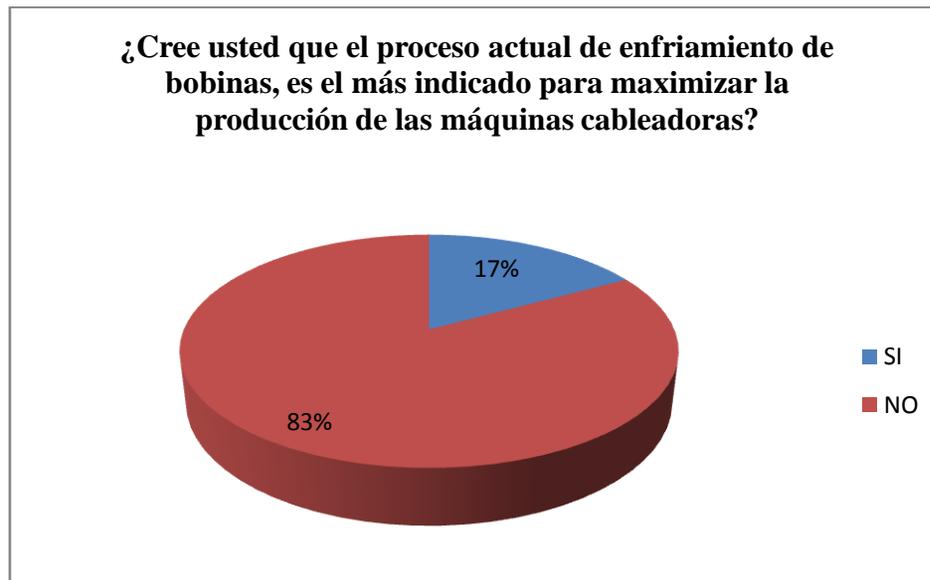


Figura 5.10 Opinión de los trabajadores, con respecto al aumento de la producción de las máquinas cableadoras.

En la figura 5.10, se refleja los resultados obtenidos de la pregunta número dos (2) de la encuesta; arrojando que un 17% de los encuestados cree que el proceso actual de enfriamiento de bobinas, es el más indicado para maximizar la producción de las máquinas cableadoras; sin embargo el 83% consideran que el sistema de enfriamiento no es el más adecuado para aumentar la producción ya que este proceso se extiende por algunas horas consideradas, lo cual retrasa la programación de las máquinas cableadoras.

3.- Una vez salidas las bobinas del horno de tratamiento térmico, estas reciben un enfriamiento natural que consiste en colocar dichas bobinas al aire libre en una zona destinada para tal fin, este proceso termina cuando las bobinas llegan a temperatura ambiente, dicho proceso perdura de 8 a 12 horas aproximadamente, en base a esto se les consulto a los trabajadores que si dicho proceso es suficiente para agilizar el proceso de cableado.

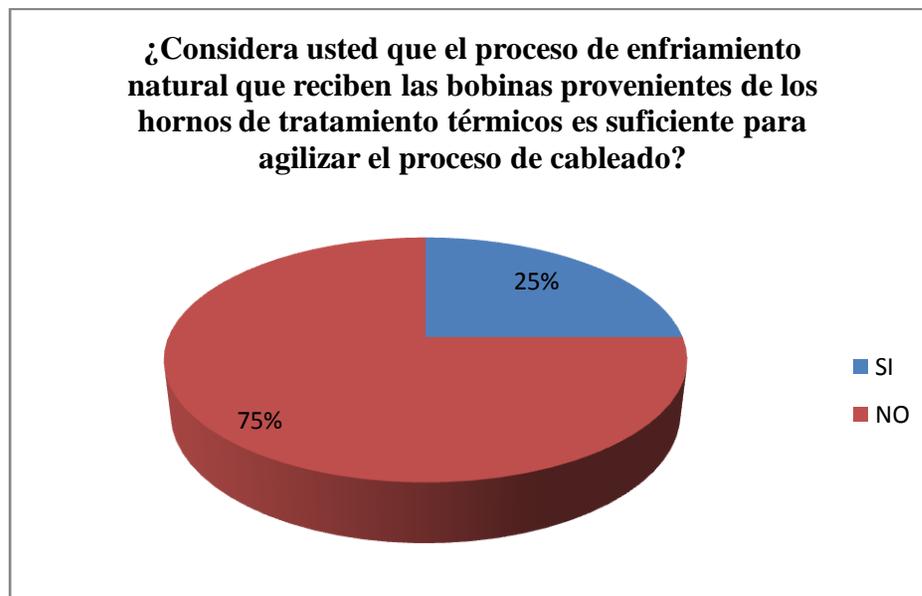


Figura 5.11 Opinión de los trabajadores, con respecto al sistema de enfriamiento natural.

En la figura 5.11, se puede observar que la pregunta número tres (3) de la encuesta aplicada, que el 25% considera que el proceso de enfriamiento natural que reciben las bobinas es suficiente para acelerar el proceso de cableado, mientras que el 75% afirma que no es suficiente el proceso de enfriamiento natural para agilizar el proceso de enfriamiento de bobinas.

4.- Este ítem se realizó para conocer las opiniones de los trabajadores del área con respecto a la existencia de un congestionamiento de bobinas (cuello de botella) a consecuencia de que el material AL-6201 esta caliente.

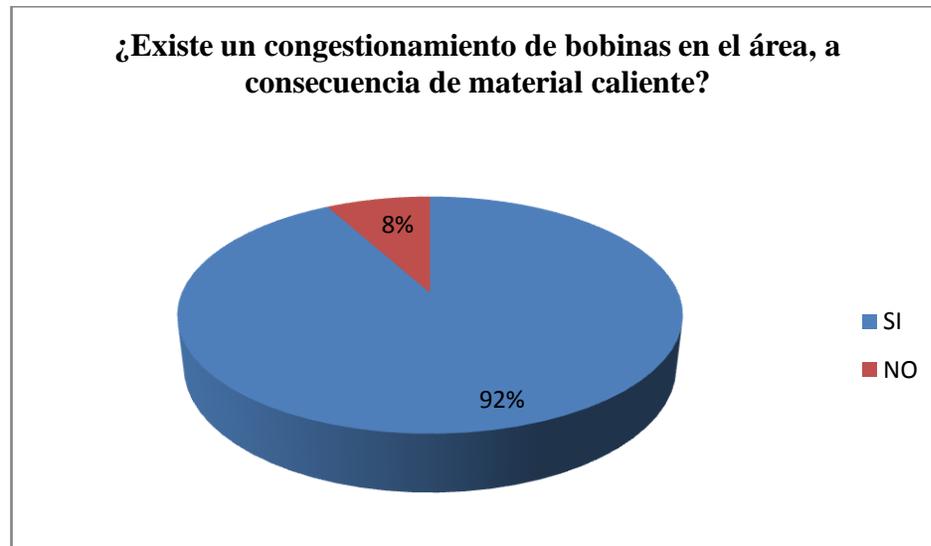


Figura 5.12 Opinión de los trabajadores, con respecto al congestionamiento de bobinas en el área.

En la figura 5.12, se puede notar que en la pregunta número cuatro (4) de la encuesta aplicada que el 92% de los trabajadores encuestados consideran que en el área existe un congestionamiento de bobinas debido a su proceso de enfriamiento actual, nótese que es un porcentaje significativo; cabe destacar que el congestionamiento se produce a medida que van ingresando las bobinas al proceso de enfriamiento con ventilación natural. Por otra parte el 8% restante manifestaron que no existe dicho congestionamiento a consecuencia del material caliente, en el proceso de cableado.

5.- A los trabajadores se les consultó a través del formato previamente elaborado, si es posible bajo su criterio mejorar el proceso de enfriamiento de bobinas con el que cuenta en la actualidad.

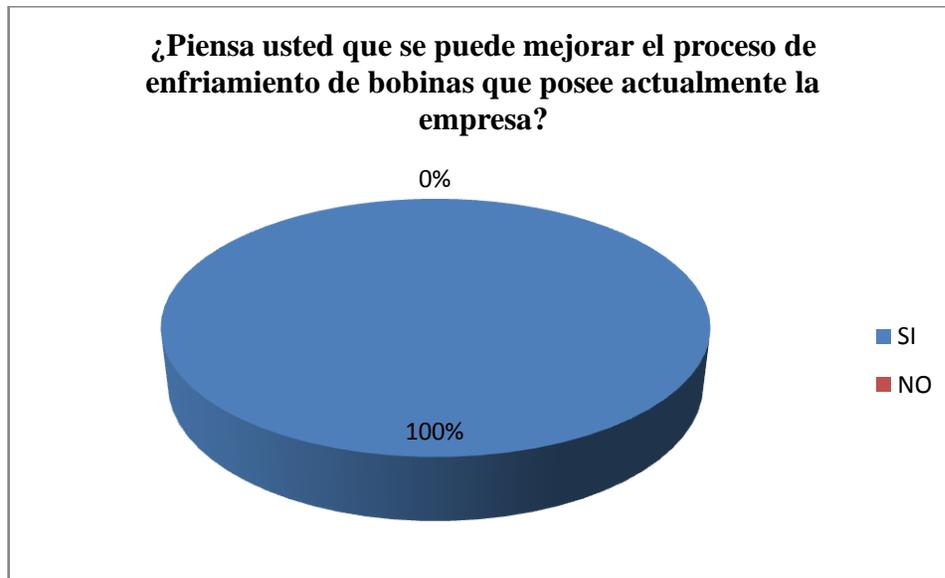


Figura 5.13 Opiniones de los trabajadores, con respecto a una mejora en el sistema de enfriamiento.

En la figura 5.13, se puede notar que en la pregunta número cinco (5) de la encuesta aplicada que el 100% de los trabajadores del área en estudio piensan que se puede mejorar el proceso de enfriamiento de bobinas que posee actualmente la empresa, ya éste retrasa el proceso posterior al tratamiento térmico (proceso de cableado). Mejorando el proceso de enfriamiento, se obtiene un mayor rendimiento en el proceso de cableado y por ende aumentan los ingresos de la empresa y se pueden cubrir las necesidades de los trabajadores, materia prima, los insumos, las actividades social, entre otras.

6.- Este ítem se les consultó a los trabajadores, con el fin de percibir sus respectivas manifestaciones con respecto a un sistema de ventilación forzada que permita reducir los tiempos de paradas en las máquinas cableadoras a consecuencia del material caliente, cabe destacar que en algunos casos se les tuvo que explicar en que consiste la ventilación forzada.

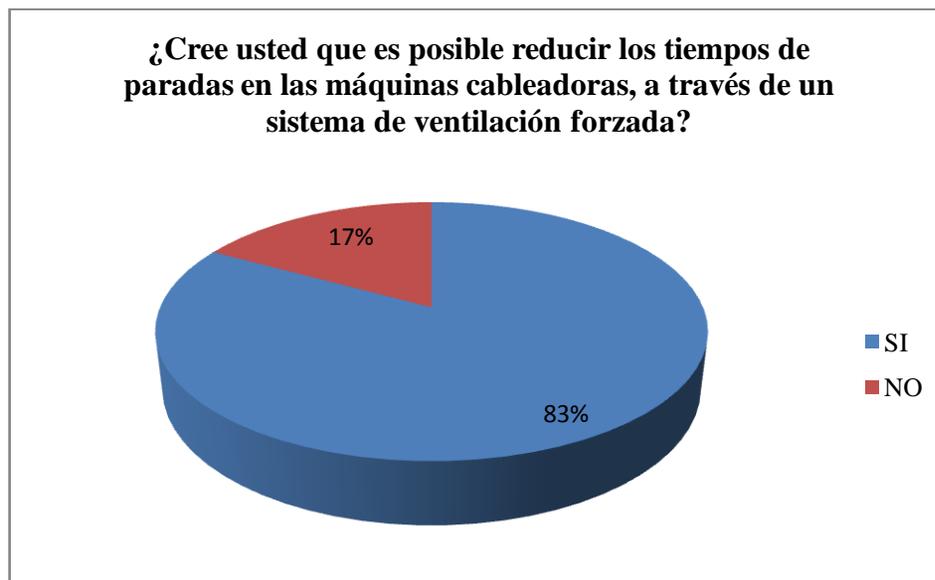


Figura 5.14 Opinión de los trabajadores, con respecto al sistema de ventilación forzada.

En la figura 5.14, se refleja en la pregunta número seis (6) de la encuesta aplicada que el 83% de los trabajadores consideran que es posible reducir los tiempos de paradas en las máquinas cableadoras a través de ventilación forzada, por ende se aumentaría la producción de conductores eléctricos; mientras que el 17% restante consideran que no es posible disminuir los tiempos de paradas en las máquinas cableadoras con la implementación de la ventilación forzada.

### 5.2.3 Análisis del proceso de enfriamiento actual a través del diagrama de causa-efecto

A través de las técnicas de observaciones directas en el área, lista de chequeo y de la encuesta aplicada, en la empresa C.V.G CABELUM C.A se pudo conocer cómo se encuentra el proceso de enfriamiento actualmente. En la figura 5.15 se muestra el diagrama de causa-efecto dónde se muestra los principales problemas que posee en la actualidad el proceso de enfriamiento de bobinas.

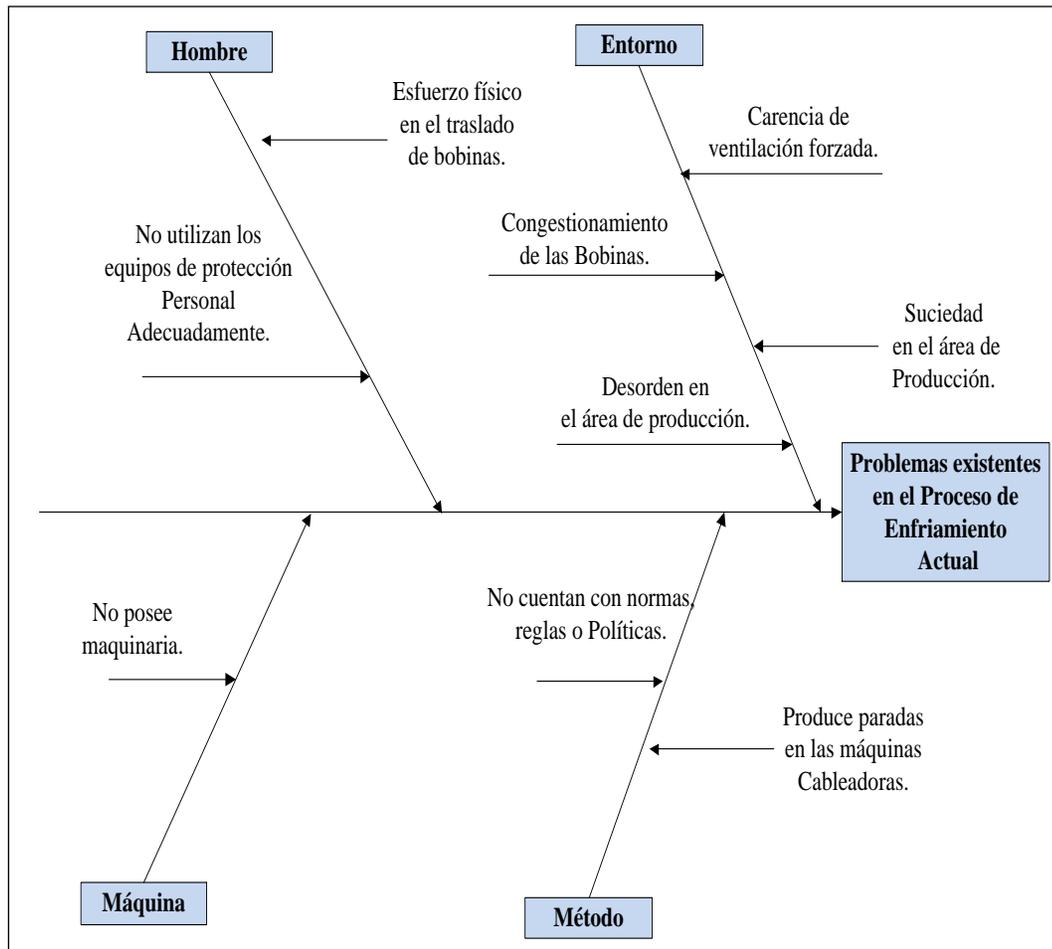


Figura 5.15 Diagrama causa-efecto.

En cuanto al entorno, se evidencia la carencia de ventilación forzada, contando con ventilación natural a través de ventilación libre ya que el área se presta, al no contar con paredes en unos de sus lados, demorando así el proceso de enfriamiento, presenta también, un congestionamiento de bobinas en el área, limitando en ocasiones el paso del operador y del montacargas. Es de importancia mencionar que en oportunidades se observa un desorden en el área, ya se que se encuentran algunos equipos y materiales en el piso, como montacargas, restos de alambón respectivamente.

Con respecto a los operarios, es notable el esfuerzo físico que realizan al trasladar las bobinas hasta el lugar de enfriamiento, además estos no utilizan los equipos de protección personal de forma correcta, considerando que la empresa les proporciona dichos equipos regularmente, exponiéndose a futuras consecuencias en su organismo.

La empresa no posee como tal maquinaria para dicho proceso de enfriamiento de bobinas. El proceso de enfriamiento que posee la empresa C.V.G CABELUM C.A consiste en ubicar, las bobinas en el piso, cerca del área de tratamiento térmico para que estas se enfríen a temperatura ambiente, otra forma es ubicando las bobinas en zonas alejadas ventiladas naturalmente, pero que al final no ayuda a reducir el tiempo de enfriamiento. En el método actual que se implementa, se puede observar que el proceso de enfriamiento mantiene paradas las máquinas cableadoras (C-6+1A, C-6+1B, C-37 y C-54) por un tiempo aproximado entre ocho (8) y doce (12) horas, ya que para poder ingresarlas a las máquinas, donde se realiza el trenzado para conformar los conductores eléctricos en sus diferentes tipos y calibres, es necesario que estas estén a temperatura ambiente para empezar la producción. Cabe destacar que el sistema no cuenta con normas, reglas o procedimientos a seguir en el proceso de enfriamiento actual.

### **5.3 Diagnóstico de la situación actual del proceso de cableado respecto al proceso de enfriamiento de bobinas en la empresa C.V.G CABELUM C.A, Ciudad Bolívar-Estado Bolívar**

Para diagnosticar la situación del proceso de cableado con respecto al sistema de enfriamiento de bobinas se procedió a realizar los siguientes pasos, se buscaron en los registros histórico de la empresa las paradas por material caliente, estos se encuentra en carpetas seleccionadas, identificadas y desglosadas (como se muestra en la figura 5.16) a través de un formato de paradas (Ver apéndice B), se localizaron las paradas por material caliente en cada una de las máquinas de cableadoras (C-6+1; C-6+1B; C-37 y C-54), y se anotaron la duración de cada una de las paradas en un formato realizado a conveniencia, para luego contabilizar las horas totales en cada unas de las máquinas. Cabe destacar que los datos recolectados de los registros son paradas de los doce (12) meses del año 2011 y del primer trimestre del año en curso 2012.



Figura 5.16 Carpetas de registros (Lomo ancho)

Una vez establecidas y contabilizadas las horas de paradas en cada uno de los periodos considerados, se realizará un resumen de los tiempos de paradas de las máquinas cableadoras en los años 2011-2012 para realizar la gráfica mes vs horas de paradas por material caliente y realizar su respectivo análisis.

Luego, se procedió a buscar la información con respecto a las horas programadas por la coordinación de reenrollado trefila y cableado adscrita a la superintendencia de producción en los años 2011-2012 para las máquinas cableadoras, con el fin de determinar las horas programadas por mes, seguidamente se determinará el porcentaje de paradas de acuerdo a las horas programadas y se graficará el porcentaje de horas pérdidas de acuerdo a la programación.

### 5.3.1 Paradas por material caliente en las máquinas cableadoras

La tabla 5.3 presenta el tiempo de paradas en horas, por material caliente que se presentaron en el mes de Enero del año 2011 en cada una de las máquinas cableadoras.

Tabla 5.3 Paradas por material caliente del mes de Enero 2011

N°	Máquina Cableadora	Tiempo de Parada (Horas)
1	C-6+1A	0
2	C-6+1B	0
3	C-37	37.33
4	C-54	16.25
<b>TOTAL DE HORAS</b>		<b>53.58</b>

La tabla 5.4 muestra el tiempo de paradas en horas, por material caliente que se presentaron en el mes de Febrero del año 2011 en cada una de las máquinas cableadoras.

Tabla 5.4 Paradas por material caliente del mes de Febrero 2011

N°	Máquina Cableadora	Tiempo de Parada (Horas)
1	C-6+1A	0
2	C-6+1B	0
3	C-37	54.99
4	C-54	26.5
<b>TOTAL DE HORAS</b>		<b>81.49</b>

La tabla 5.5 presenta el tiempo de paradas en horas, por material caliente que se presentaron en el mes de Marzo del año 2011 en cada una de las máquinas cableadoras.

Tabla 5.5 Paradas por material caliente del mes de Marzo 2011

N°	Máquina Cableadora	Tiempo de Parada (Horas)
1	C-6+1A	20.08
2	C-6+1B	30.33
3	C-37	124.57
4	C-54	69.72
<b>TOTAL DE HORAS</b>		<b>244.7</b>

La tabla 5.6 muestra el tiempo de paradas en horas, por material caliente que se presentaron en el mes de Abril del año 2011 en cada una de las máquinas cableadoras.

Tabla 5.6 Paradas por material caliente del mes de Abril 2011

N°	Máquina Cableadora	Tiempo de Parada (Horas)
1	C-6+1A	0
2	C-6+1B	0
3	C-37	89.9
4	C-54	57.32
<b>TOTAL DE HORAS</b>		<b>147.22</b>

La tabla 5.7 presenta el tiempo de paradas en horas, por material caliente que se presentaron en el mes de Mayo del año 2011 en cada una de las máquinas cableadoras.

Tabla 5.7 Paradas por material caliente del mes de Mayo 2011

Nº	Máquina Cableadora	Tiempo de Parada (Horas)
1	C-6+1A	16.91
2	C-6+1B	47.5
3	C-37	20.16
4	C-54	25.75
<b>TOTAL DE HORAS</b>		<b>110.32</b>

La tabla 5.8 muestra el tiempo de paradas en horas, por material caliente que se presentaron en el mes de Junio del año 2011 en cada una de las máquinas cableadoras.

Tabla 5.8 Paradas por material caliente del mes de Junio 2011

Nº	Máquina Cableadora	Tiempo de Parada (Horas)
1	C-6+1A	42.08
2	C-6+1B	27
3	C-37	0.5
4	C-54	0
<b>TOTAL DE HORAS</b>		<b>69.58</b>

La tabla 5.9 presenta el tiempo de paradas en horas, por material caliente que se presentaron en el mes de Julio del año 2011 en cada una de las máquinas cableadoras.

Tabla 5.9 Paradas por material caliente del mes de Julio 2011

Nº	Máquina Cableadora	Tiempo de Parada (Horas)
1	C-6+1A	1
2	C-6+1B	0
3	C-37	0
4	C-54	0
<b>TOTAL DE HORAS</b>		<b>1</b>

La tabla 5.10 muestra el tiempo de paradas en horas, por material caliente que se presentaron en el mes de Agosto del año 2011 en cada una de las máquinas cableadoras.

Tabla 5.10 Paradas por material caliente del mes de Agosto 2011

Nº	Máquina Cableadora	Tiempo de Parada (Horas)
1	C-6+1A	20.33
2	C-6+1B	14
3	C-37	23.5
4	C-54	21.66
<b>TOTAL DE HORAS</b>		<b>79.49</b>

La tabla 5.11 presenta el tiempo de paradas en horas, por material caliente que se presentaron en el mes de Septiembre del año 2011 en cada una de las máquinas cableadoras.

Tabla 5.11 Paradas por material caliente del mes de Septiembre 2011

Nº	Máquina Cableadora	Tiempo de Parada (Horas)
1	C-6+1A	38.49
2	C-6+1B	31
3	C-37	10.83
4	C-54	0
<b>TOTAL DE HORAS</b>		<b>80.32</b>

La tabla 5.12 muestra el tiempo de paradas en horas, por material caliente que se presentaron en el mes de Octubre del año 2011 en cada una de las máquinas cableadoras.

Tabla 5.12 Paradas por material caliente del mes de Octubre 2011

Nº	Máquina Cableadora	Tiempo de Parada (Horas)
1	C-6+1A	30.25
2	C-6+1B	16.66
3	C-37	65.06
4	C-54	49.82
<b>TOTAL DE HORAS</b>		<b>161.79</b>

La tabla 5.13 presenta el tiempo de paradas en horas, por material caliente que se presentaron en el mes de Noviembre del año 2011 en cada una de las máquinas cableadoras.

Tabla 5.13 Paradas por material caliente del mes de Noviembre 2011

Nº	Máquina Cableadora	Tiempo de Parada (Horas)
1	C-6+1A	32
2	C-6+1B	34.83
3	C-37	16
4	C-54	18
<b>TOTAL DE HORAS</b>		<b>100.83</b>

La tabla 5.14 muestra el tiempo de paradas en horas, por material caliente que se presentaron en el mes de Diciembre del año 2011 en cada una de las máquinas cableadoras.

Tabla 5.14 Paradas por material caliente del mes de Diciembre 2011

Nº	Máquina Cableadora	Tiempo de Parada (Horas)
1	C-6+1A	28.48
2	C-6+1B	88.83
3	C-37	142.05
4	C-54	100.22
<b>TOTAL DE HORAS</b>		<b>359.58</b>

La tabla 5.15 que se presenta a continuación refleja el tiempo de paradas en horas, por material caliente que se presentaron en el mes de Enero del año 2012 en cada una de las máquinas cableadoras.

Tabla 5.15 Paradas por material caliente del mes de Enero 2012

Nº	Máquina Cableadora	Tiempo de Parada (Horas)
1	C-6+1A	37.57
2	C-6+1B	27.91
3	C-37	86.07
4	C-54	90.07
<b>TOTAL DE HORAS</b>		<b>241.62</b>

La tabla 5.16 que se muestra a continuación refleja el tiempo de paradas en horas, por material caliente que se presentaron en el mes de Febrero del año 2012 en cada una de las máquinas cableadoras.

Tabla 5.16 Paradas por material caliente del mes de Febrero 2012

Nº	Máquina Cableadora	Tiempo de Parada (Horas)
1	C-6+1A	32.73
2	C-6+1B	49.83
3	C-37	97.74
4	C-54	139.24
<b>TOTAL DE HORAS</b>		<b>319.54</b>

La tabla 5.17 que se muestra a continuación refleja el tiempo de paradas en horas, por material caliente que se presentaron en el mes de Marzo del año 2012 en cada una de las máquinas cableadoras.

Tabla 5.17 Paradas por material caliente del mes de Marzo 2012

Nº	Máquina Cableadora	Tiempo de Parada (Horas)
1	C-6+1A	23.25
2	C-6+1B	3.83
3	C-37	85.56
4	C-54	53.73
<b>TOTAL DE HORAS</b>		<b>166.37</b>

En la tabla 5.18, se pueden observar el tiempo de paradas (horas/hombres) producidas en las máquinas cableadoras por material caliente en los distintos meses del año 2011 y el primer trimestre del año en curso 2012.

Tabla 5.18 Resumen de Paradas por material caliente

<b>RESUMEN DE LOS TIEMPOS DE PARADAS DE LAS MÁQUINAS CABLEADORAS AÑO 2011-2012</b>	
<b>Mes / Año</b>	<b>Total de Horas/Hombres</b>
Enero 2011	53.58
Febrero 2011	81.49
Marzo 2011	244.7
Abril 2011	147.2
Mayo 2011	110.32
Junio 2011	69.58
Julio 2011	1
Agosto 2011	79.49
Septiembre 2011	80.32
Octubre 2011	161.79
Noviembre 2011	100.83
Diciembre 2011	359.58
<b>Total de Paradas (2011)</b>	<b>1489.88 Horas</b>

Continuación de la tabla 5.18

Mes / Año	Total de Horas/Hombres
Enero 2012	241.62
Febrero 2012	319.54
Marzo 2012	166.37
<b>Total de Paradas (2012)</b>	<b>727.53 Horas</b>

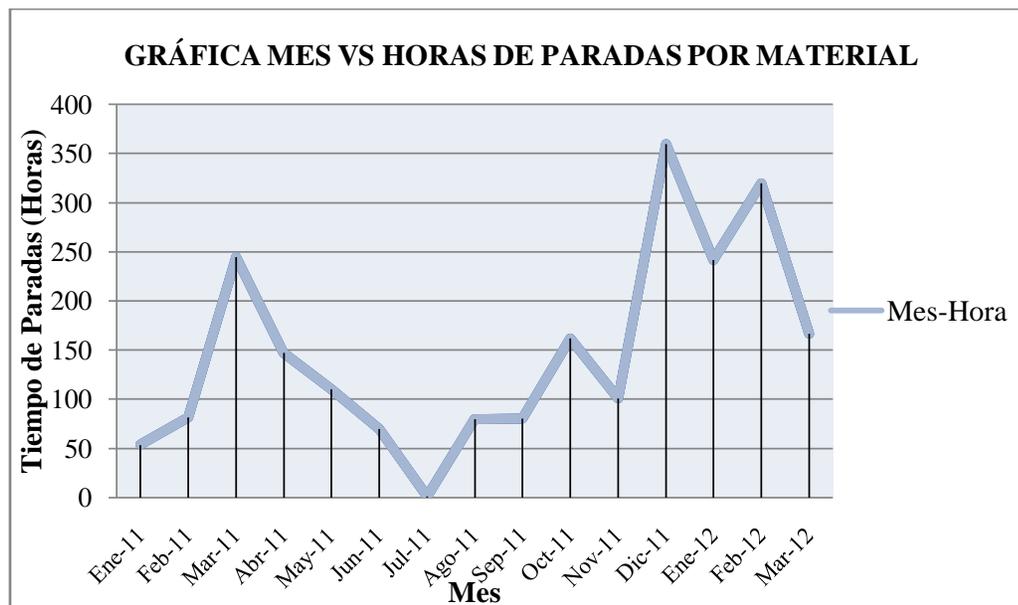


Figura 5.17 Representación gráfica de las paradas por material caliente

Analizando la figura 5.17, se puede observar como varían las horas de paradas en los diferentes meses del año, tomando como referencia el mes de Julio 2011 solo presento una (1) hora de parada lo cual es el caso ideal para la empresa ya que el proceso productivo estaba trabajando sin ninguna irregularidad cumpliendo así con sus horas programadas. Por otra parte, se puede evidenciar que los meses Enero 2011, Febrero 2011, Abril 2011, Mayo 2011, Junio 2011, Agosto 2011, Septiembre 2011, Octubre 2011, Noviembre 2011 y Marzo 2012, tienen unas horas de paradas significativas, lo cual en dichas horas se podrían haber producido algunas toneladas de conductores eléctricos para cumplir con las horas-hombres programadas.

Como es evidente, en los meses Marzo 2011, Diciembre 2011, Enero 2012 y Febrero 2012 fueron los meses con más horas de paradas por material caliente en las máquinas cableadoras, esto debido a la producción constante de alambro en el proceso de trefilado, y por ende se produce un cuello de botella en el proceso de enfriamiento de bobinas ya que este demora el proceso de cableado, dejando de producir conductores eléctricos en sus diferentes dimensiones y temple a consecuencia del material caliente. Cabe destacar que estas paradas generan una importante consecuencias para la empresa, una de ellas es que no pueda percibir las ganancias por el producto terminado de acuerdo a la programación establecida, considerando que unos de los objetivos de cualquier organización, en este caso C.V.G CABELUM C.A es maximizar sus ingresos.

### 5.3.1.1 Porcentaje de paradas de acuerdo a las horas programadas

Las horas programadas por la coordinación de reenrollado trefila y cableado adscrita a la superintendencia de producción en los años 2011-2012 para las máquinas cableadoras son 442.25 horas al mes por máquina. Dando como resultado:

$$(442.25) \text{ Horas/Máquinas} * (4) \text{ Máquinas cableadoras} = 1769 \text{ Horas al mes}$$

Tabla 5.19 Representación de los porcentajes de acuerdo a las horas programadas.

<b>PORCENTAJE DE PARADAS DE ACUERDO A LAS HORAS PROGRAMADAS</b>				
<b>Mes / Año</b>	<b>Tiempo de Paradas</b>	<b>Horas de Producción Programadas</b>	<b>Horas de Producción Real</b>	<b>Porcentaje de Horas Pérdidas</b>
Enero 2011	53.58	1769	1715.42	3.02 %
Febrero 2011	81.49	1769	1687.51	4.60 %
Marzo 2011	244.7	1769	1524.3	13.83 %
Abril 2011	147.2	1769	1621.8	8.32 %

Continuación de la tabla 5.19

<b>PORCENTAJE DE PARADAS DE ACUERDO A LAS HORAS PROGRAMADAS</b>				
<b>Mes / Año</b>	<b>Tiempo de Paradas</b>	<b>Horas de Producción Programadas</b>	<b>Horas de Producción Real</b>	<b>Porcentaje de Horas Pérdidas</b>
Mayo 2011	110.32	1769	1658.68	6.23 %
Junio 2011	69.58	1769	1699.42	3.93 %
Julio 2011	1	1769	1768	0.05 %
Agosto 2011	79.49	1769	1689.51	4.32 %
Septiembre 2011	80.32	1769	1688.68	4.54 %
Octubre 2011	161.79	1769	1607.21	9.14%
Noviembre 2011	100.83	1769	1668.17	5.69 %
Diciembre 2011	359.58	1769	1409.42	20.32 %
Enero 2012	241.62	1769	1527.38	13.65 %
Febrero 2012	319.54	1769	1449.46	18.06 %
Marzo 2012	166.37	1769	1602.63	9.04 %

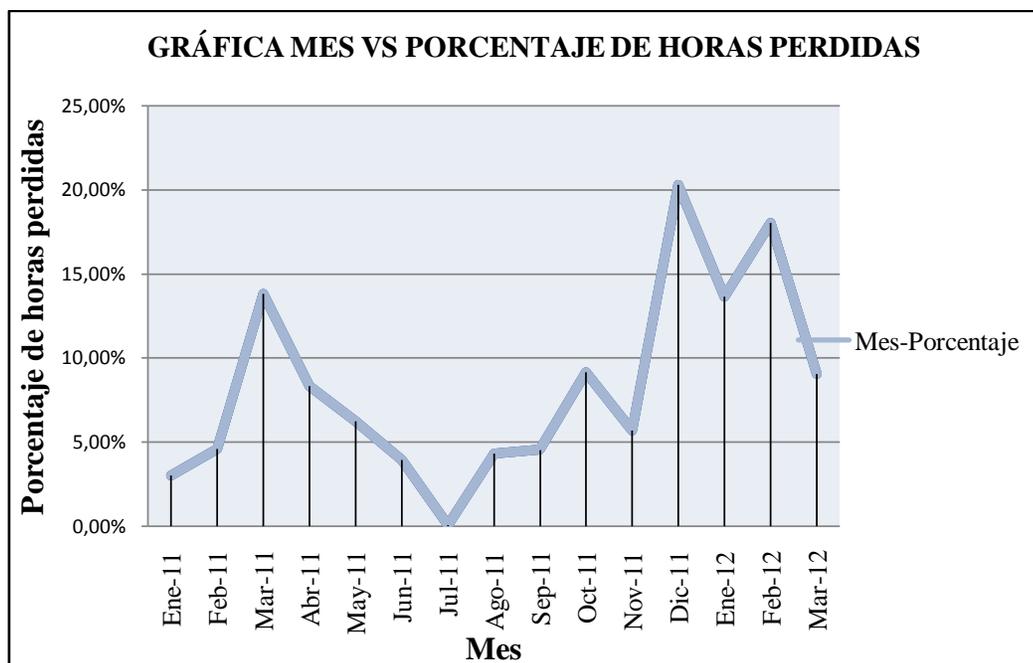


Figura 5.18 Representación gráfica de las de las horas pérdidas de acuerdo a las horas programadas

Se puede observar en la figura 5.18, la representación gráfica de las horas pérdidas de acuerdo a la programación establecida, como se puede notar que los meses Enero 2011, Febrero 2011, Abril 2011, Mayo 2011, Junio 2011, Agosto 2011, Septiembre 2011, Octubre 2011, Noviembre 2011 y Marzo 2012, tienen un porcentaje significativo de horas perdidas a consecuencia de material caliente. Por otra parte, en el mes de Julio 2011 se presentó un porcentaje mínimo de 0.05 % de acuerdo a las horas programadas para las máquinas cableadoras.

Como es evidente, en los meses Marzo 2011, Diciembre 2011, Enero 2012 y Febrero 2012 fueron los meses con mayor porcentajes (13.83 %, 20.32 %, 13.65 %, 18.06 %, respectivamente) de horas pérdidas en las máquinas cableadoras.

### 5.3.1.2 Toneladas de conductores eléctricos dejadas de producir

En la tabla 5.20 que se muestra a continuación, se evidencia la producción por hora de las máquinas cableadoras, estos datos se obtuvieron a través de una relación basada en los registros históricos de la producción de los carretes de conductores eléctricos (Ver apéndice C).

Tabla 5.20 Promedio de la producción de las máquinas cableadoras

N°	Máquina Cableadora	Producción por Hora
1	C-6+1A	452.20 Kg
2	C-6+1B	515.77 Kg
3	C-37	380.32 Kg
4	C-54	437.75 Kg
<b>PROMEDIO DE PRODUCCIÓN</b>		<b>446.51 Kg/Hora</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>		<b>55.64</b>

Tabla 5.21 Toneladas de conductores eléctricos dejadas de producir

<b>Mes / Año</b>	<b>Tiempo de Paradas (Horas)</b>	<b>Producción por Hora (Kg)</b>	<b>Kg Dejados de Producir</b>	<b>Toneladas Dejadas de Producir</b>
Enero 2011	53.58	446.51	23.924,00	23.924
Febrero 2011	81.49	446.51	36.386,09	36.386
Marzo 2011	244.7	446.51	109.260,99	109.260
Abril 2011	147.2	446.51	65.726,27	65.726
Mayo 2011	110.32	446.51	49.258,98	49.258
Junio 2011	69.58	446.51	31.068,17	31.068
Julio 2011	1	446.51	446.51	0.446
Agosto 2011	79.49	446.51	35.493,08	35.493
Septiembre 2011	80.32	446.51	35.863,68	35.863
Octubre 2011	161.79	446.51	72.240,85	72.240
Noviembre 2011	100.83	446.51	45.021,60	45.021
Diciembre 2011	359.58	446.51	160.556,07	160.556
Enero 2012	241.62	446.51	107.885,75	107.885
Febrero 2012	319.54	446.51	142.677,81	142.677
Marzo 2012	166.37	446.51	74.285,87	74.285

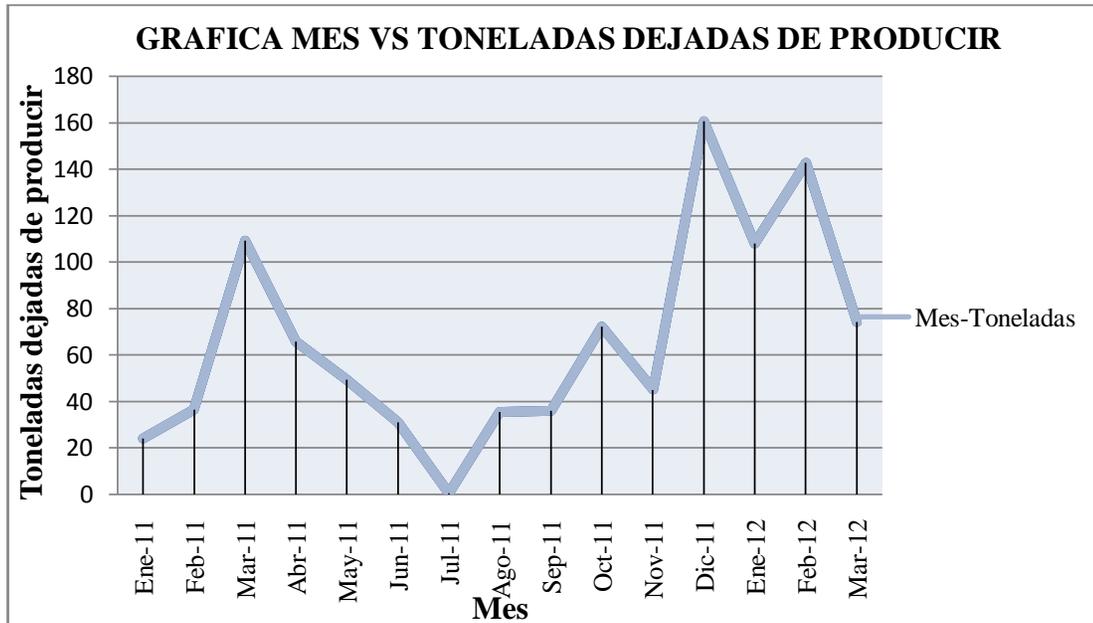


Figura 5.19 Representación gráfica de las toneladas dejadas de producir por material caliente

En la figura 5.19 se puede apreciar la representación gráfica de las toneladas de conductores eléctricos dejadas de producir a consecuencia del material caliente. Se puede notar que los meses Enero 2011, Febrero 2011, Abril 2011, Mayo 2011, Junio 2011, Julio 2011, Agosto 2011, Septiembre 2011, Octubre 2011, Noviembre 2011 y Marzo 2012 presento algunas paradas significativas, en las cuales se podía producir algunas toneladas de conductores, como se muestra en la tabla 5.21. Como es evidente, en los meses Marzo 2011, Diciembre 2011, Enero 2012 y Febrero 2012 son los meses en los cuales se dejaron de producir una gran cantidad de toneladas de conductores eléctricos y por ende la empresa dejo de recibir una cantidad considerable de ingresos, como se puede observar en la tabla 5.22.

Por políticas de la empresa, no se pudo contar con el costo real de las toneladas de conductores de aluminio, a través de una entrevista no estructurada realizada al superintendente de producción y al gerente de operaciones, ambos suministraron un

costo aproximado de las toneladas de conductores y algunas de las consideraciones para la venta de la materia prima.

La tonelada de conductores promedio, tiene un costo aproximado de 2200 \$ al cual se le tiene que sumar la Bolsa de Metales de Londres, internacionalmente conocida como London Metal Exchange (LME), es uno de los puntos de referencia más importantes a la hora de definir el precio de cualquier metal no férrico (aluminio, cobre, estaño, zinc, entre otros), que es 2650 \$, para realizar la conversión a bolívares fuertes se multiplica por 4.30 Bsf./dólar; quedando el costo de la siguiente manera:

$$2200 \$ + 2650 \$ = 4850 \$/\text{Toneladas}$$

$$4850 \$/\text{Toneladas} * 4.30 \text{ Bsf. } /\$ = 20.855 \text{ Bsf. } /\text{Toneladas}$$

Por lo tanto, el costo aproximado de las toneladas de conductores eléctrico es de 20.855 Bsf. /Toneladas.

En la tabla 5.22 se muestra las toneladas dejadas de producir en los diferentes meses y años, el costo en bolívares fuertes (Bsf.) por toneladas, para conocer el costo de oportunidad debido a las paradas por material caliente.

Tabla 5.22 Costo de oportunidad a consecuencia de material caliente

<b>Mes / Año</b>	<b>Toneladas Dejadas de Producir</b>	<b>Costo Bsf./Toneladas</b>	<b>Costo (Bsf.) de las Toneladas Dejadas de Producir</b>
Enero 2011	23.924	20.855	498.935,02
Febrero 2011	36.386	20.855	758.830,03
Marzo 2011	109.260	20.855	2.278.617,3
Abril 2011	65.726	20.855	1.370.715,73

Continuación de la tabla 5.22

<b>Mes / Año</b>	<b>Toneladas Dejadas de Producir</b>	<b>Costo Bsf./Toneladas</b>	<b>Costo (Bsf.) de las Toneladas Dejadas de Producir</b>
Mayo 2011	49.258	20.855	1.027.275,59
Junio 2011	31.068	20.855	647.923,14
Julio 2011	0.446	20.855	9.301,33
Agosto 2011	35.493	20.855	740.206,52
Septiembre 2011	35.863	20.855	747.922,87
Octubre 2011	72.240	20.855	1.506.565,20
Noviembre 2011	45.021	20.855	938.912,956
Diciembre 2011	160.556	20.855	3.348.395,38
<b>TOTAL AÑO 2011</b>			<b>13.873.601,07</b>
Enero 2012	107.885	20.855	2.249.941,68
Febrero 2012	142.677	20.855	2.975.528,84
Marzo 2012	74.285	20.855	1.549.213,68
<b>TOTAL 1<sup>er</sup> TRIMESTRE AÑO 2012</b>			<b>6.774.684,185</b>

#### **5.4 Analizar el tiempo de enfriamiento de las bobinas bajo el proceso actual**

Para analizar el tiempo de enfriamiento de bobinas bajo el proceso que posee actualmente la empresa, es necesario determinar el  $\Delta T$  (diferencia de temperatura) de las bobinas con material AL-6201 que pasan por el proceso de tratamiento térmico mediante los siguientes pasos:

Primero se seleccionará las bobinas de acuerdo al cálculo de la muestra en el capítulo IV en la ecuación (4.1) y se tomará la temperatura de las bobinas con la ayuda de un dispositivo de medición (Termómetro Infrarrojo) al momento que estas salgan del proceso de trefilado, con el fin de determinar el promedio de la temperatura en grado centígrado ( $^{\circ}\text{C}$ ) con que salen las bobinas en el mencionado

proceso. Seguidamente las bobinas ingresaran a los hornos de tratamiento térmico para cambiar las propiedades eléctricas y mecánicas del material, a una temperatura de 163 °C aproximadamente durante seis (6) horas y media.

Luego, se procederá a tomar las respectivas temperaturas al momento de salir del horno de tratamiento, y luego se procede a monitorear las bobinas cada hora para establecer el comportamiento de la disminución de la temperatura hasta que lleguen a una temperatura aceptable para el proceso de cableado, dichas temperaturas se tabularán en un formato, para su posterior análisis.

#### **5.4.1 Datos del termómetro infrarrojo PCE-889 utilizado para la monitorear las temperaturas**

El termómetro infrarrojo una herramienta profesional para mediciones sin contacto de temperaturas superficiales. Algunas características específicas de este termómetro infrarrojo son el punto láser especialmente claro, el amplio rango de temperatura y el grado de emisión ajustable (dependiendo del material).

Gracias a su amplia relación con el punto de medición de 50:1 pueden medirse con facilidad objetos a una gran distancia (Ver apéndice D). Entre sus características se encuentran:

- Fácil manejo
- Alta precisión
- Sólida carcasa
- Alta resolución óptica
- Relación 50:1
- Alto rango de medición hasta + 1000 °C
- Pantalla con iluminación de fondo

- Data Hold para memoria rápida de los valores de medición
- Fija el valor mínimo, máximo, medio y diferencial de una serie de medición
- Mantiene el valor límite de alarma ("superior" e "inferior" / "high" y "low")
- Posibilidad de calibración ISO opcional



Figura 5.20 Termómetro infrarrojo PCE-889 utilizado para las mediciones

Tabla 5.23 Especificaciones Técnicas del termómetro infrarrojo

<b>Especificaciones Técnicas</b>	
Rangos de medición	- 50 ... + 1000 °C
Resolución	0,1 °C
Precisión	± 1,5 % de la lectura o ± 2 °C (el valor peor es el válido)
Tiempo de respuesta	< 1 s
Peso	320 g
Relación de distancia con el punto de medición	50:1

Continuación de la tabla 5.23

Grado de emisión ajustable (según el material)	0,1 ... 1,0
Rayos láser visibles para visualizar	rayo láser de 1 punto, extra claro
Temperatura máxima, mínima, media y diferencial	SI
Función de medición prolongada	SI
Alarma (alta / baja)	SI
Iluminación de fondo de la pantalla	SI
Alimentación	1 batería de bloque de 9 V
Dimensiones	55 x 100 x 230
Temperatura ambiente	0 ... + 50 °C
Peso	290 g
Normas	EMC; EN: 50081-1, 50082-1; EN: 60825-1

#### **5.4.2 Temperaturas de las bobinas al momento de salir del proceso de trefilado**

La temperatura se tomó con el termómetro infrarrojo PCE-889, una vez que las bobinas con material de aleación AL-6201 salían del proceso de trefilado, con el fin de determinar la temperatura promedio con que dichas bobinas ingresan a los hornos de tratamiento térmico, en la tabla 5.24, se muestran las temperaturas leídas con el instrumento.

Tabla 5.24 Registros de Temperaturas al momento de salir del proceso de trefilado.

Nº DE BOBINAS	TEMPERATURA LEÍDA CON EL TERMÓMETRO (°C)	Nº DE BOBINAS	TEMPERATURA LEÍDA CON EL TERMÓMETRO (°C)
01	58.1	38	49.2
02	56.8	39	56.5
03	53.0	40	52.1
04	53.1	41	50.7
05	53.3	42	53.5
06	52.8	43	50.8
07	55.5	44	49.8
08	52.5	45	51.0
09	51.6	46	53.1
10	52.8	47	50.1
11	51.2	48	51.6
12	52.6	49	51.7
13	51.5	50	52.2
14	53.1	51	56.2
15	52.8	52	50.4
16	55.5	53	46.8
17	50.2	54	48.5
18	54.1	55	49.2
19	55.0	56	51.0
20	57.3	57	49.6
21	52.5	58	51.2
22	53.7	59	54.2
23	51.5	60	54.7
24	51.8	61	48.9
25	50.6	62	51.6
26	52.3	63	52.1
27	51.4	64	49.5
28	52.3	65	53.2
29	50.1	66	52.4
30	50.9	67	53.8
31	49.1	68	51.7
32	51.8	69	52.3
33	49.0	70	51.0
34	51.6	71	51.6
35	50.5	72	52.9
36	51.5	73	50.8
37	48.7	<b>Un total de 73 observaciones</b>	

### 5.4.2.1 Análisis descriptivo de la variable temperaturas de las bobinas al momento de salir del proceso de trefilado

- Promedio de las temperatura de las bobinas.

Sean,  $x_1, x_2, \dots, x_n$ ,  $n$  observaciones muestrales, define el promedio de estas observaciones al valor dado por:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (5.1)$$

En esta expresión, puede verse que el promedio de un conjunto de números se calcula sumándolos y luego dividiendo la suma por el número de sumandos.

Se determinará el promedio de las temperaturas de acuerdo a los  $x_1 + x_2, \dots, x_n$  leídos con el termómetro infrarrojo, y el número de lectura que es  $n=73$ . Aplicando la ecuación 5.1 se tiene:

$$\bar{X} = \frac{3798 \text{ } ^\circ\text{C}}{73} = 52.06 \text{ } ^\circ\text{C}$$

La temperatura con las que salen las bobinas del proceso de trefilado, es de 52.06 °C aproximadamente, de acuerdo al cálculo del promedio de las muestras tomadas de las bobinas que contiene material de la aleación AL-6201.

- Desviación estándar

La desviación estándar de un conjunto de  $N$  números  $X_1, X_2, \dots, X_n$  se denota por  $S$  y se define como:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (X_j - \bar{X})^2}{N}} \quad (5.2)$$

Donde:

X: representa las desviaciones de cada uno de los números  $X_j$  respecto de la media  $\bar{X}$ .

$\bar{X}$ : representa la media (52.06 °C)

N: representa el conjunto o números de datos (73 datos)

Aplicando la fórmula 5.2 se obtiene la desviación estándar la cual es una medida del grado de dispersión de los datos con respecto al valor promedio.

$$S = 2.21$$

- Hipótesis para medias

Definición de variable

$\mu$  = temperatura en las cuales salen las bobinas del proceso de trefilado.

Para este caso la hipótesis nula ( $H_0$ ) se define como la temperatura en las cuales salen las bobinas del proceso de trefilado es igual a 52.06 y la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) se define como la temperatura en las cuales salen las bobinas del proceso de trefilado es diferente a 52.06.

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0: \mu = 52.06 \\ H_1: \mu \neq 52.06 \end{array} \right\}$$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{X}}} \quad (5.3)$$

Donde:

$\bar{X}$  = media.

$z$  = valor estadístico.

$\sigma_{\bar{x}}$  = desviación media. Se obtiene dividiendo la desviación estándar (s) entre la raíz cuadrada del número de muestra ( $\sqrt{n}$ ).

Para determinar los límites superior e inferior en las pruebas de hipótesis para la media ( $\mu$ ), se usará la siguiente ecuación:

$$\mu \pm z \sigma_{\bar{x}} \quad (5.4)$$

Aplicando la ecuación 5.4 se obtiene los límites superior e inferior mediante un porcentaje de confianza.

$$\mu = 52.06 \text{ °C}$$

$$\sigma = 2.2$$

$$n = 73$$

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{2.21}{\sqrt{73}} = 0.26$$

Con un nivel de significancia  $\alpha$  de 0.05 (100 % - 5% = 95 % / 2 = 47.5)

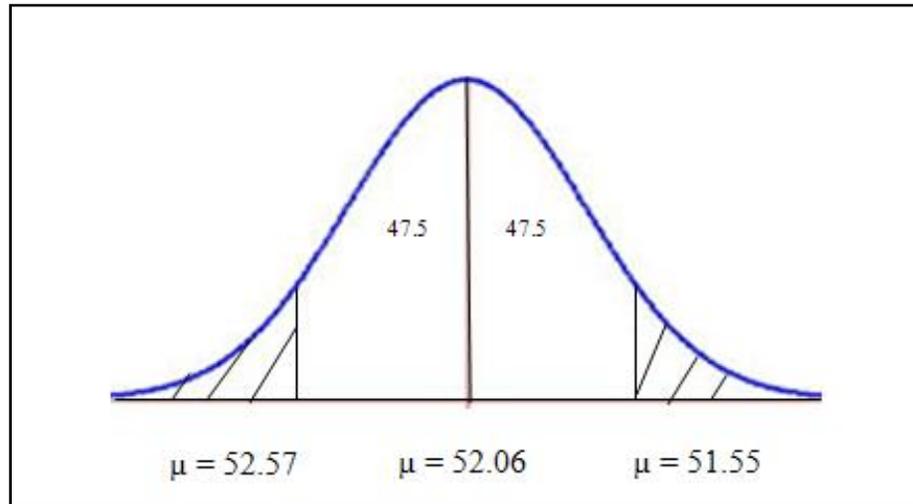


Figura 5.21 Curva normal mostrando los límites de la media poblacional

Se busca en la tabla bajo la curva normal canónica, el valor 47.5, para obtener el valor de  $z$ , para este caso es igual 1.96.

Sustituyendo en la ecuación 5.4 nos queda:

$$\text{Límite Superior (LS)} \quad 52.06 + 1.96 (0.26) = 52.57$$

$$\text{Límite Inferior (LI)} \quad 52.06 - 1.96 (0.26) = 51.55$$

► **Decisión estadística:** Se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) con un nivel de confianza de 95 %.

► **Conclusión no estadística:** La temperatura en las cuales salen las bobinas del proceso de trefilado puede ser diferente a 52.06, ya que el límite superior puede ser de 52.57 y el límite inferior 51.55 con un nivel de significación de 95 %.

### 5.4.3 Tiempo de enfriamiento de las bobinas bajo el proceso actual

Las temperaturas se tomaron con el termómetro infrarrojo PCE-889, a las bobinas con material de aleación AL-6201 una vez salidas del horno de tratamiento térmico, y ubicadas en el área para su respectivo proceso de enfriamiento, tal como se muestra en la figura 5.22 a continuación.

Estas tomas de temperaturas se realizaron cada hora, con el propósito de determinar el tiempo promedio de enfriamiento de las bobinas bajo el proceso actual y su desviación estándar, para luego realizar comparaciones mediante el contrastes de hipótesis; en la tabla 5.25, se muestran los registros de las temperaturas leídas con el instrumento de medición.

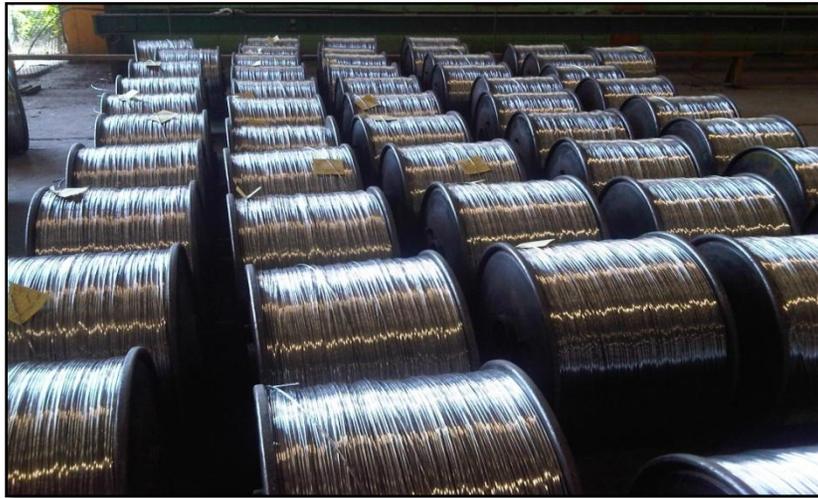


Figura 5.22 Bobinas con material AL-6201 a las cuales se les tomaron las respectivas temperaturas

Tabla 5.25 Registros de las temperaturas, con ventilación natural

N°	TEMPERATURA AL SALIR DEL HORNO (°C)	TEMPERATURA (°C)									
		LECTURA REALIZADA CADA HORA									
		1 <sup>era</sup>	2 <sup>da</sup>	3 <sup>era</sup>	4 <sup>ta</sup>	5 <sup>ta</sup>	6 <sup>ta</sup>	7 <sup>ma</sup>	8 <sup>va</sup>	9 <sup>na</sup>	10 <sup>ma</sup>
1	71.3	60.8	53.7	50.1	48.0	46.5	42.2	41.6	38.7	34.2	32.6
2	72.6	62.7	56.5	51.5	49.2	46.7	45.5	42.3	39.2	35.1	33.2
3	71.0	62.5	57.2	55.8	54.0	48.7	47.8	46.1	41.7	36.4	34.6
4	76.4	66.0	59.3	56.2	55.0	49.0	46.4	44.7	42.8	39.2	35.3
5	74.3	68.3	60.1	57.6	54.1	47.9	46.9	41.6	39.9	38.0	35.5
6	73.8	63.6	59.2	57.8	50.8	48.3	43.6	42.0	39.7	37.5	34.4
7	76.0	63.8	57.8	56.2	55.1	49.2	48.5	42.7	38.9	35.8	34.2
8	72.4	61.7	56.6	55.1	53.7	49.2	47.1	46.8	42.0	38.7	35.0
9	69.2	61.3	57.6	54.5	53.1	46.9	45.7	45.0	42.3	37.8	35.6
10	70.7	60.5	57.5	54.3	52.2	48.6	46.0	43.2	41.3	38.2	35.1
11	68.8	62.7	59.2	57.1	54.1	47.6	45.1	44.2	42.8	39.1	35.3
12	68.6	61.5	60.3	59.3	57.4	51.1	48.1	44.1	39.6	37.2	34.8
13	67.8	60.4	55.5	52.8	50.1	47.8	46.1	42.4	38.7	36.9	34.6

Continuación de la tabla 5.25

N°	TEMPERATURA AL SALIR DEL HORNO (°C)	TEMPERATURA (°C)									
		LECTURA REALIZADA CADA HORA									
		1 <sup>era</sup>	2 <sup>da</sup>	3 <sup>era</sup>	4 <sup>ta</sup>	5 <sup>ta</sup>	6 <sup>ta</sup>	7 <sup>ma</sup>	8 <sup>va</sup>	9 <sup>na</sup>	10 <sup>ma</sup>
14	69.1	62.5	59.6	54.8	53.3	49.2	47.8	46.7	42.3	38.7	35.6
15	73.4	68.1	64.2	60.2	57.8	53.6	48.5	42.1	40.2	37.4	34.9
16	70.6	62.8	61.3	56.7	52.1	46.3	41.5	39.9	39.5	37.1	35.4
17	72.8	64.2	60.2	58.1	54.3	51.8	48.4	42.4	39.6	38.0	34.7
18	72.6	67.0	61.5	53.6	48.8	46.0	40.9	39.3	37.4	36.1	33.5
19	73.2	68.5	62.7	59.0	54.9	52.8	48.7	45.1	43.0	39.7	35.8
20	81.2	75.9	65.8	60.2	56.1	49.9	45.2	42.7	39.2	37.1	34.8
21	69.9	60.1	56.7	51.6	48.8	45.5	41.6	39.8	37.6	35.9	33.8
22	70.1	62.1	60.1	54.3	52.3	47.1	41.8	39.0	37.5	35.0	34.1
23	71.4	63.4	59.6	52.8	49.5	46.3	40.7	38.6	36.5	34.9	33.2
24	68.2	64.0	59.2	51.9	49.2	46.5	41.2	38.4	36.1	35.0	33.9
25	69.5	62.8	58.2	52.1	48.9	47.3	42.3	39.2	37.4	36.1	34.2
26	72.2	66.3	58.8	53.4	50.8	47.6	42.4	39.3	36.8	34.6	33.1

Continuación de la tabla 5.25

N°	TEMPERATURA AL SALIR DEL HORNO (°C)	TEMPERATURA (°C)									
		LECTURA REALIZADA CADA HORA									
		1 <sup>era</sup>	2 <sup>da</sup>	3 <sup>era</sup>	4 <sup>ta</sup>	5 <sup>ta</sup>	6 <sup>ta</sup>	7 <sup>ma</sup>	8 <sup>va</sup>	9 <sup>na</sup>	10 <sup>ma</sup>
27	73.1	68.2	63.6	59.4	52.1	48.2	46.0	42.2	38.5	36.3	34.9
28	72.6	69.1	61.5	54.9	49.7	48.1	44.5	43.1	39.0	37.2	35.1
29	69.5	61.7	58.7	55.2	51.8	48.7	45.1	42.1	38.7	37.9	34.8
30	69.7	62.8	58.2	54.6	51.2	48.2	44.9	41.2	37.5	36.1	34.6
31	70.1	64.3	62.5	56.3	52.0	48.9	45.4	42.0	39.6	37.2	35.3
32	69.0	63.8	62.1	55.9	53.4	50.1	47.2	44.6	39.9	37.5	34.6
33	70.5	64.4	61.5	56.7	53.2	51.0	48.6	44.8	40.1	38.2	35.1
34	68.4	62.3	57.8	54.5	51.3	49.2	46.2	42.3	39.7	37.2	35.0
35	69.6	65.1	55.3	51.8	49.7	48.2	42.1	39.2	37.5	36.1	34.8
36	69.8	63.7	60.5	58.3	52.6	50.3	47.3	44.3	41.2	38.6	35.8
37	70.1	66.8	61.6	57.6	52.9	49.9	45.3	41.9	38.7	36.7	34.3
38	73.2	71.3	67.2	62.1	57.4	53.6	50.1	44.7	41.0	38.7	35.8
39	69.8	66.8	61.7	58.9	52.8	50.5	47.5	43.8	40.2	38.4	35.1

Continuación de la tabla 5.25

N°	TEMPERATURA AL SALIR DEL HORNO (°C)	TEMPERATURA (°C)									
		LECTURA REALIZADA CADA HORA									
		1 <sup>era</sup>	2 <sup>da</sup>	3 <sup>era</sup>	4 <sup>ta</sup>	5 <sup>ta</sup>	6 <sup>ta</sup>	7 <sup>ma</sup>	8 <sup>va</sup>	9 <sup>na</sup>	10 <sup>ma</sup>
40	68.2	60.5	54.3	56.4	52.2	46.1	41.5	40.0	38.6	37.1	35.2
41	73.1	63.7	58.2	54.5	50.6	47.5	40.6	39.1	38.4	36.9	35.5
42	69.1	62.8	59.1	53.5	50.6	48.9	42.0	39.8	37.6	35.9	33.8
43	72.3	70.1	62.8	61.1	56.1	51.0	44.5	41.2	39.4	37.8	35.6
44	71.0	65.2	60.8	56.3	54.1	49.5	42.1	40.7	38.4	36.4	34.9
45	72.6	66.3	61.3	57.3	51.8	47.3	40.8	38.4	37.3	35.8	33.7
46	71.4	63.7	61.0	59.8	54.9	46.8	41.6	39.2	37.5	36.6	34.2
47	72.0	64.5	62.0	61.3	58.6	51.6	43.7	41.2	37.5	36.2	34.8
48	70.3	65.0	59.5	56.2	50.7	48.4	41.4	39.7	37.6	35.9	33.7
49	73.5	67.4	61.5	56.1	53.3	52.4	44.7	42.1	39.4	37.7	35.2
50	71.0	63.9	60.6	59.1	54.2	52.8	48.6	42.9	39.6	38.2	34.7
51	70.7	63.8	61.1	59.6	52.7	49.6	46.3	45.9	39.7	36.7	34.3

Continuación de la tabla 5.25

N°	TEMPERATURA AL SALIR DEL HORNO (°C)	TEMPERATURA (°C)									
		LECTURA REALIZADA CADA HORA									
		1 <sup>era</sup>	2 <sup>da</sup>	3 <sup>era</sup>	4 <sup>ta</sup>	5 <sup>ta</sup>	6 <sup>ta</sup>	7 <sup>ma</sup>	8 <sup>va</sup>	9 <sup>na</sup>	10 <sup>ma</sup>
52	69.4	61.7	59.9	56.5	51.2	48.9	45.4	41.8	38.7	36.0	34.3
53	71.7	68.6	65.3	58.2	53.2	49.8	46.4	43.7	39.4	37.1	34.7
54	71.5	67.4	64.0	56.8	54.2	49.8	47.4	47.6	40.2	37.7	35.3
55	72.7	68.9	61.2	58.3	53.6	50.8	47.5	44.0	41.2	38.9	35.0
56	74.5	69.7	60.6	55.6	53.1	49.2	48.2	42.7	38.1	35.7	34.5
57	71.3	67.6	60.8	56.6	54.3	49.8	48.2	42.9	38.2	35.1	33.8
58	70.2	62.3	58.6	54.4	52.1	47.9	45.7	44.0	42.8	38.8	35.7
59	69.7	65.5	60.5	58.3	53.2	49.6	47.3	43.5	41.3	38.2	34.9
60	70.8	67.7	60.2	57.1	55.1	48.6	45.8	42.8	40.8	38.1	35.9
61	68.6	63.5	60.3	59.4	56.8	51.7	48.9	44.1	39.6	37.2	34.1
62	67.8	61.4	57.5	52.8	50.3	47.9	46.6	42.4	38.7	36.9	33.5
63	70.6	66.3	61.8	57.1	52.8	48.3	42.8	38.8	37.3	35.8	33.2
64	72.4	66.7	61.8	59.8	55.9	47.8	46.6	40.2	37.5	36.5	34.2

Continuación de la tabla 5.25

N°	TEMPERATURA AL SALIR DEL HORNO (°C)	TEMPERATURA (°C)									
		LECTURA REALIZADA CADA HORA									
		1 <sup>era</sup>	2 <sup>da</sup>	3 <sup>era</sup>	4 <sup>ta</sup>	5 <sup>ta</sup>	6 <sup>ta</sup>	7 <sup>ma</sup>	8 <sup>va</sup>	9 <sup>na</sup>	10 <sup>ma</sup>
65	72.8	65.5	62.2	61.0	58.6	53.6	51.7	45.9	39.8	37.2	34.8
66	70.5	62.5	57.5	54.8	52.3	48.6	46.8	43.7	41.0	38.2	35.2
67	68.2	62.7	59.1	57.1	55.1	47.8	45.4	44.2	42.8	39.1	35.2
68	71.8	65.2	60.2	58.1	54.5	51.8	48.4	42.4	39.6	38.6	33.7
69	72.9	67.1	61.5	54.6	48.8	46.0	41.9	39.3	37.0	36.4	33.5
70	73.1	69.5	64.7	59.4	54.9	52.8	48.7	45.1	43.8	39.6	35.0
71	69.9	66.8	62.9	57.6	52.9	49.8	46.3	42.9	39.7	37.7	34.3
72	71.2	64.9	60.9	59.1	54.3	52.8	48.6	42.9	39.5	38.2	34.7
73	70.4	65.8	61.3	59.1	53.7	49.6	46.4	44.9	39.8	36.6	34.1

Tabla 5.26 Análisis descriptivo de la variable temperaturas de las bobinas bajo el sistema actual

VARIABLES	TEMPERATURA AL SALIR DEL HORNO (°C)	TEMPERATURA (°C)									
		LECTURA REALIZADA CADA HORA									
		1 <sup>era</sup>	2 <sup>da</sup>	3 <sup>era</sup>	4 <sup>ta</sup>	5 <sup>ta</sup>	6 <sup>ta</sup>	7 <sup>ma</sup>	8 <sup>va</sup>	9 <sup>na</sup>	10 <sup>ma</sup>
<b>MEDIA</b>	71.2	64.9	60.2	56.5	52.9	49.1	45.5	42.4	39.4	37.1	34.6
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>	2.2	2.9	2.5	2.6	2.4	2.0	2.7	2.3	1.7	1.3	0.7
<b>L.S</b>	71.7	65.6	60.8	57.1	53.4	49.6	46.1	42.9	39.8	37.4	34.8
<b>L.I</b>	70.7	64.2	59.6	55.9	52.4	48.7	44.9	41.9	39.0	36.8	34.4

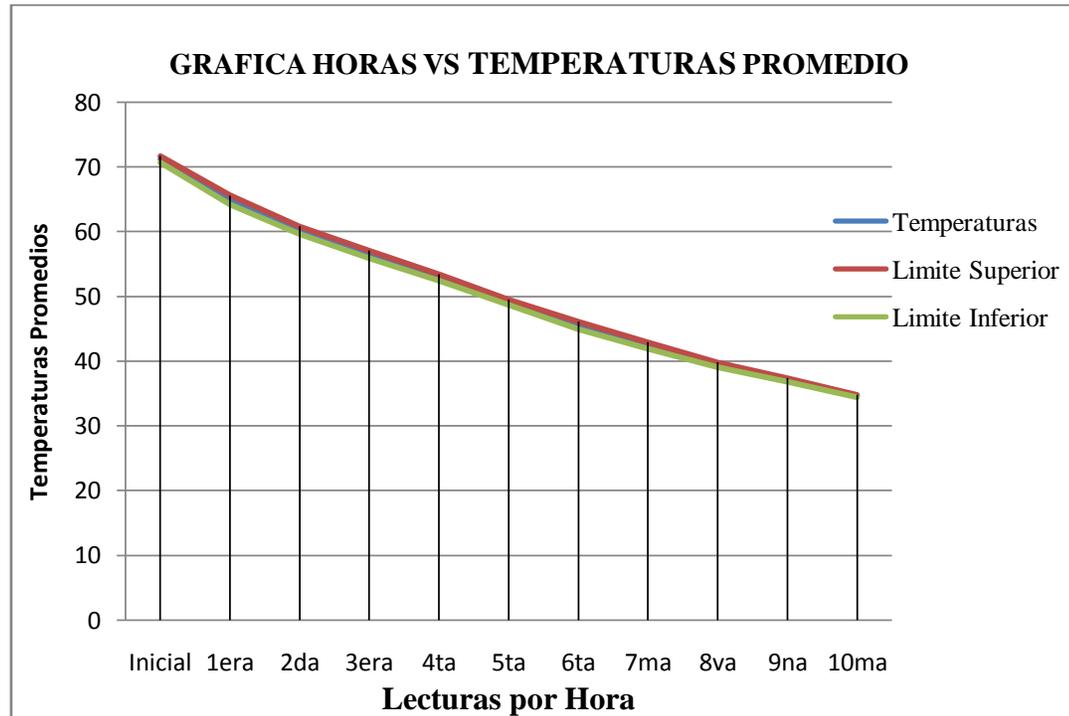


Figura 5.23 Representación gráfica del tiempo de enfriamiento bajo el proceso actual

Analizando la figura 5.23 se puede apreciar el tiempo promedio de enfriamiento de las bobinas bajo el sistema actual, y sus límites superior e inferior de aceptación con un nivel de confianza del 95 % desde que dichas bobinas, salen del horno de tratamiento térmico hasta que ingresan a las máquinas cableadoras, para conformar los conductores eléctricos.

La lectura inicial, es aquella temperatura en la cual salen las bobinas del horno de tratamiento, en promedio de los 73 registros tomados fue de 71.2 °C con una desviación estándar de 2.2 °C. En la primera lectura se refleja una disminución notable hasta los 64.9 °C, teniendo una diferencia de 6.3 °C con respecto a la inicial. En la segunda lectura realizada una hora después, presentó una reducción de 4.7 °C. En la tercera lectura realizadas a las bobinas la media es 56.5 °C; en la cuarta toma de

temperatura reducción fue de hasta los 52.9 °C. En la quinta toma el promedio de las temperatura fue de 49.1 °C.

En la lectura 6, transcurrida a partir de la lectura inicial la temperaturas de las bobinas oscilaban en los 45.5 °C, todavía se consideran caliente para ingresar a las máquinas cableadoras. En la séptima lecturas como se muestra en la gráfica presento una disminución hasta los 42.4 °C. Para la octava lectura las temperatura que presentaban en promedio las bobinas son 39.4 °C; la lectura número 9 presento una temperatura de 37.1 °C. En la lectura número 10 fue en promedio de 34.6 °C de acuerdo a las bobinas muestreadas, seleccionadas al azar.

Cabe destacar que una vez tomada la décima lectura, los operarios de turno empezaron a tomar las bobinas para el proceso posterior, que es el de cableado; por ende se puede considerar que las bobinas tienen que estar a una temperatura igual o menor de 34.6 °C para poder iniciar la producción de los conductores eléctricos en las máquinas cableadoras. Se puede concluir que el tiempo de enfriamiento bajo el proceso actual es de 10 horas aproximadamente.

#### **5.4.3.1 Análisis del tiempo de enfriamiento bajo el proceso actual**

Considerado que el tiempo de enfriamiento bajo el proceso actual es de aproximadamente de 10 horas, se pueden plantear a las siguientes interrogantes: ¿Qué actividad realizan los operarios en esas 10 horas?, ¿Qué consecuencia trae a la empresa?, ¿Se puede reducir el tiempo de enfriamiento de proceso actual?, ¿Mediante que sistema?

Durante el proceso de enfriamiento los operarios del área de cableado que se muestran en la tabla 4.1 del capítulo anterior, no realizan ningún tipo de actividad, es decir, se encuentra en ocio (tiempo improductivo del operario), ya que la materia

prima de las máquinas cableadoras (las bobinas) se encuentra caliente, y no pueden ingresar a dichas máquinas. Es importante resaltar que en reiteradas ocasiones, se pierden turnos completos de trabajo por tal motivo, como se muestra en la lista de chequeo en la tabla 5.1, que el proceso de enfriamiento actual no es aceptable.

En cuanto a las consecuencias que éste tiempo de enfriamiento produce a la empresa se encuentran, el no cumplir con las horas programadas por la respectiva coordinación, no entregar los conductores eléctricos a tiempo a los clientes (no se estaría cumpliendo con uno de los objetivos de la empresa) y el cliente no estará satisfecho, se deja de producir grandes cantidades de toneladas, como se muestra en la tabla 5.21, y por ende deja de recibir ingresos, con los cuales se podría cubrir con algunas necesidades de la empresa y de los trabajadores como insumos, labor social, bonos, entre otros.

El tiempo de enfriamiento se puede reducir considerablemente si la empresa aplica un sistema de ventilación forzada sencillo y fácil de usar, reduciendo así esas diez (10) horas y aprovechar al máximo las horas programadas para las máquinas cableadoras.

#### **5.4.4 Prueba piloto del sistema de ventilación forzada**

Para realizar las pruebas pilotos bajo el sistema de ventilación forzada se llevaron a cabo los siguientes pasos:

Primero se seleccionaron las bobinas para realizar la prueba, por razones técnicas de la empresa, sólo se pudo realizar dos pruebas pilotos la primera con una cesta que contiene nueve (9) bobinas y otra con una (1) bobina con el fin de determinar el tiempo de enfriamiento. Segundo se ubicaron las bobinas con material AL-6201 y el ventilador industrial con el que cuenta la empresa, en un área asignada

por el supervisor de turno, como se muestra en la figura 5.24. El tercer paso fue monitorear cada hora con la ayuda de un cronómetro, la temperatura de las bobinas con el instrumento de medición (Termómetro infrarrojo PCE-889).



Figura 5.24 Representación de la prueba piloto

Datos del ventilador industrial utilizado en la prueba piloto

Las especificaciones técnicas del ventilador empleado para la implementación de la prueba piloto son los siguientes:

- Ventilador Turboaxial Transportable
- Motor: 440 V, 1800 RPM (Trifásico)
- Potencia: 3.58 kw
- Intensidad: 7.00 A

- Caudal: 8.37 m<sup>3</sup>/seg
- Nivel sonoro: 68 dB
- Peso: 49 Kg

Los ventiladores turboaxiales transportables, están diseñados para proyectar un amplio caudal de aire sobre operarios, máquinas, procesos de producción, entre otros. Cuentan con carcasa compacta y robusta, de fácil desplazamiento, flujo de aire en tres ángulos de inclinación, motor totalmente cerrado de transmisión directa, acabado en pintura electrostática tipo pliester en polvo.

Algunas ventajas:

- Fácil instalación y mantenimiento.
- Diseñado para interiores e intemperie.
- Transmisión de chumaceras, con rodamiento autilineable.
- Máxima robustez.
- Accesorios opcionales.

Para el uso industrial, se utiliza para enfriamiento de máquinas, materiales, compresores, transformadores, entre otros.

También se emplean para ventilación localizada, ventilación de puestos de trabajo u operarios, secadores, fundiciones, dispersión de calor en máquinas; otras de sus funciones es que remueve humo o polvo en ambientes de trabajo.



Figura 5.25 Ventilador industrial utilizado en las pruebas

#### **5.4.4.1 Prueba piloto con nueve (9) bobinas**

Esta prueba piloto tiene como finalidad determinar el tiempo de enfriamiento bajo un sistema de ventilación forzada, los elementos que se emplearon para la realización de la prueba fueron los siguientes: una cesta que tiene una capacidad de nueve (9) bobinas, estas contienen material de la aleación AL-6201 provenientes de los hornos de tratamiento térmico; un ventilador industrial, un montacargas ambos facilitado por la coordinación de reenrollado, trefila y cableado de la empresa C.V.G CABELUM.

Para tomar las respectivas temperaturas se empleó un termómetro infrarrojo PCE-889 facilitado por la misma coordinación, todos estos elementos se ubicaron como se muestra en la figura 5.24. Además se contó con la colaboración del supervisor de turno, y el superintendente de producción.

La prueba inicia con la ubicación de la cesta con las nueve (9) bobinas, provenientes de los hornos de tratamiento térmico, con la ayuda del montacargas en un área destinada para la implementación de la prueba piloto. Posteriormente se toma la primera temperatura al salir del horno de tratamiento térmico, considerada como la inicial, luego se enciende el ventilador y posteriormente se monitorean las bobinas cada hora, hasta que esta se encuentre a una temperatura aceptable para iniciar el proceso de cableado, como se muestra en la tabla 5.27 a continuación.

Tabla N° 5.27 Registros de las temperaturas de la prueba piloto con (9) bobinas

N°	TEMPERATURA AL SALIR DEL HORNO (°C)	TEMPERATURA (°C)			
		LECTURA REALIZADA CADA HORA			
		1 <sup>era</sup>	2 <sup>da</sup>	3 <sup>era</sup>	4 <sup>ta</sup>
1	67.2	52.3	42.5	37.6	34.1
2	70.5	54.8	43.2	38.1	33.8
3	71.2	56.2	47.1	41.2	32.7
4	73.7	56.9	46.3	42.7	34.0
5	72.2	59.0	49.2	42.2	33.2
6	70.1	60.3	51.2	44.8	34.9
7	69.8	56.7	46.2	42.3	33.9
8	68.2	56.1	48.0	41.8	32.6
9	65.8	52.5	47.5	41.3	34.3

Tabla 5.28 Análisis descriptivo de la variable temperatura

VARIABLE	TEMPERATURA AL SALIR DEL HORNO (°C)	TEMPERATURA (°C)			
		LECTURA REALIZADA CADA HORA			
		1 <sup>era</sup>	2 <sup>da</sup>	3 <sup>era</sup>	4 <sup>ta</sup>
<b>MEDIA</b>	69.8	56.1	46.8	41.3	33.7
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>	2.5	2.6	2.7	2.2	0.7
<b>L.S</b>	71.3	57.7	48.8	4.7	37.1
<b>L.I</b>	68.3	54.5	45.1	39.9	33.3

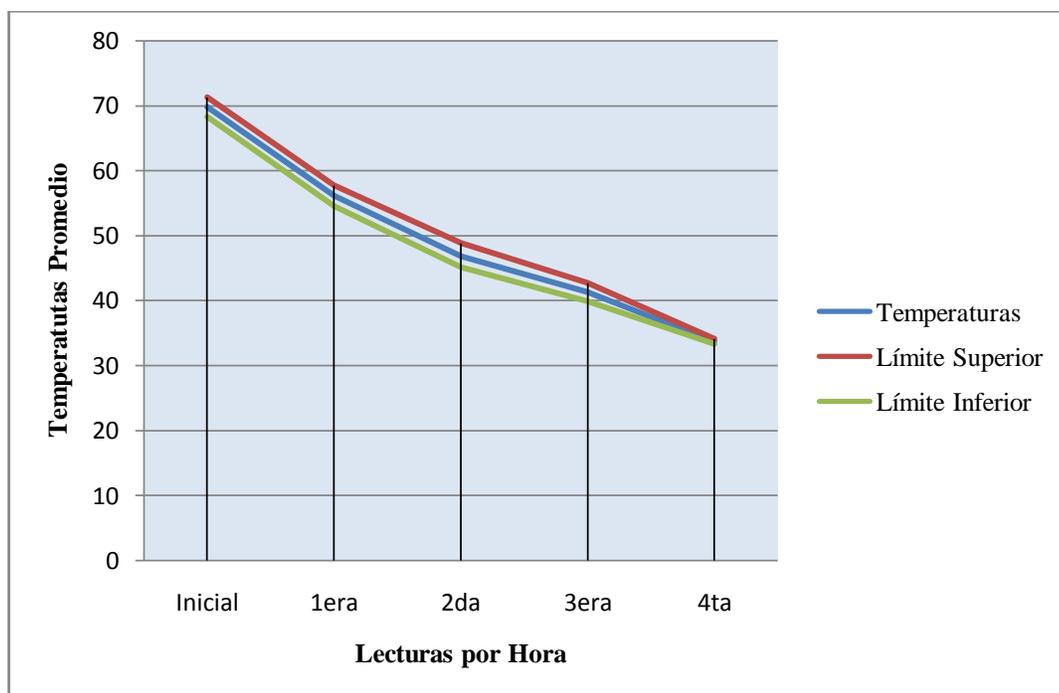


Figura 5.26 Tiempo de enfriamiento, de la prueba piloto con 9 bobinas

En la figura 5.26 se representa la gráfica del tiempo de enfriamiento de la prueba piloto de nueve (9) bobinas, y los límites de aceptación tanto superior como inferior con un nivel de confianza de 95 % con el propósito de determinar el tiempo de enfriamiento de las bobinas bajo un diseño de experimento con ventilación

forzada. Se puede apreciar que en la lectura inicial en promedio es de 69.8 °C con una desviación estándar de 2.5 °C de las nueve (9) bobinas seleccionadas al azar. En la primera lectura una vez transcurrida la primera hora, la temperatura descendió a los 56.1 °C con una desviación de 2.6 °C, en la segunda lectura realizada la temperatura de las bobinas se redujo a 46.8 °C con una desviación de los datos de 2.7 °C. En la tercera hora de experimento la temperatura de las bobinas se encontraban a una temperatura promedio de 41.3 °C con una desviación de 2.2 °C, finalmente en la cuarta lectura realizada transcurrida 4 horas las bobinas de prueba llegaron en promedio a una temperatura de 33.7 °C con una desviación estándar de 0.7 °C. En la tabla 5.29 se muestran la reducción de las temperaturas por hora de las bobinas de prueba.

Tabla 5.29 Reducción entre horas de las temperaturas

VARIABLES	TEMPERATURA (°C)				
	HORAS				
	0	1 <sup>era</sup>	2 <sup>da</sup>	3 <sup>era</sup>	4 <sup>ta</sup>
<b>MEDIA</b>	69.8	56.1	46.8	41.3	33.7
<b>REDUCCIÓN ENTRE HORAS</b>	-	13.7	9.3	5.5	7.6

En la tabla 5.29 se evidencia las reducciones de las temperaturas en la prueba piloto realizada para el enfriamiento de las bobinas, como es evidente en la primera lectura una se presento una reducción considerable de 13.7 °C.

► **Análisis del tiempo de enfriamiento bajo la prueba piloto con nueve (9) bobinas:** Considerando que el tiempo de enfriamiento bajo un sistema a través de ventilación forzada (basado en la prueba piloto realizada) es de cuatro (4) horas aproximadamente. Es evidente la reducción de las horas en comparación al tiempo de

enfriamiento bajo el proceso actual, en los cuales se podría aprovechar para la producción continúa de los conductores eléctricos, y a la vez poder cumplir exitosamente con las programaciones realizadas y por ende cumplir con las entregas a los clientes.

#### **5.4.4.2 Prueba piloto con una (1) bobina**

Esta prueba piloto al igual que la anterior, tiene como objetivo determinar el tiempo de enfriamiento aproximado bajo un sistema de ventilación forzada, los elementos que se emplearon para la realización de la prueba fueron los siguientes: una (1) bobina seleccionada al azar, esta contiene material de la aleación AL-6201 provenientes de los hornos de tratamiento térmico; un ventilador industrial, facilitado por la coordinación de reenrollado, trefila y cableado de la empresa C.V.G CABELUM.

Para tomar las respectivas temperaturas se empleó un termómetro infrarrojo PCE-889 facilitado por la misma coordinación, todos estos elementos se ubicaron en la misma área de la prueba anterior de nueve (9) bobinas. Además se contó con la colaboración del supervisor de turno, el operador de hornos, el ayudante de suministros y el superintendente de producción. Cabe destacar que ésta prueba se realizó en seis (6) oportunidades para poder determinar la media y desviación estándar.

La prueba inicia con la ubicación de la bobina, provenientes de los hornos de tratamiento térmico, el traslado de la bobina es realizado por el ayudante de suministro hasta el área destinada para la implementación de la segunda prueba piloto. Posteriormente se toma la primera temperatura al salir del horno de tratamiento térmico, considerada como la inicial, luego se enciende el ventilador y posteriormente se monitorean las bobinas cada hora, hasta que esta se encuentre a una

temperatura aceptable para iniciar el proceso de cableado; como se muestra en la tabla 5.30 a continuación.

Tabla 5.30 Registros de las temperaturas de la prueba piloto con (1) bobina

N°	TEMPERATURA AL SALIR DEL HORNO (°C)	TEMPERATURA (°C)		
		LECTURA REALIZADA CADA HORA		
		1 <sup>era</sup>	2 <sup>da</sup>	3 <sup>era</sup>
1	69.2	52.3	39.6	32.9
2	70.1	54.5	41.6	32.4
3	71.1	57.9	40.4	34.1
4	68.7	50.7	38.7	32.2
5	67.6	50.3	37.4	32.8
6	70.8	54.3	41.8	33.1

Tabla 5.31 Análisis descriptivo de la variable temperatura

VARIABLES	TEMPERATURAS (°C) POR HORA			
	0	1era	2da	3era
<b>MEDIA</b>	69.6	53.3	39.9	32.9
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>	1.3	2.8	1.7	0.7
<b>L.S</b>	70.7	55.6	41.3	33.5
<b>L.I</b>	68.5	50.9	38.5	32.3

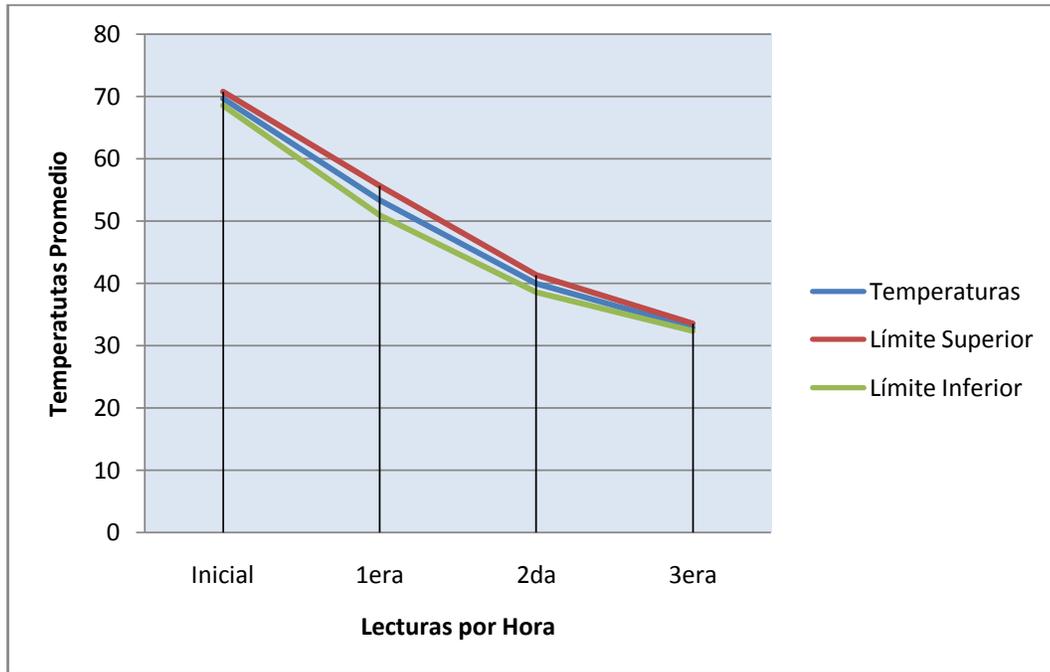


Figura 5.27 Tiempo de enfriamiento, de la prueba piloto con 1 bobina

En la figura 5.27 se representa la gráfica del tiempo de enfriamiento de la prueba piloto con una bobina, y los límites de aceptación tanto superior como inferior con un nivel de confianza de 95% con el propósito de determinar el tiempo de enfriamiento aproximado de las bobinas bajo un diseño de experimento con ventilación forzada. Se puede notar que en la lectura inicial, que es con la que las bobina sale del horno de tratamiento térmico es de 69.6 °C; en la primera lectura realizada a la bobina de prueba se leyó una temperatura de 53.3 °C presentando una reducción de 16.3 °C con respecto a la temperatura inicial. En la segunda lectura trascurrida media hora después presento una temperatura 39.9 °C en la cual se redujo 13.4 °C con respecto la temperatura anterior. En la tercera lectura realizada la bobina llego a una temperatura de 32.9 °C teniendo una reducción de 7.0 °C con respecto a la segunda lectura realizada.

► Análisis del tiempo de enfriamiento bajo la prueba piloto con una (1) bobina: Considerando que el tiempo de enfriamiento bajo un sistema a través de ventilación forzada (basado en la prueba piloto realizada) es de tres (3) horas aproximadamente. Es evidente la reducción de las horas en comparación al tiempo de enfriamiento bajo el proceso actual, en los cuales se podría aprovechar para la producción continua de los conductores eléctricos, y a la vez poder cumplir exitosamente con las programaciones realizadas y por ende cumplir con las entregas a los clientes, pero cabe mencionar que sólo se enfría una (1) bobina a la vez, lo cual no es conveniente para la empresa.

## **5.5 Comparación del tiempo de enfriamiento de las bobinas bajo el proceso actual con respecto a la implementación del enfriamiento forzado**

### **5.5.1 Comparación descriptiva del proceso de enfriamiento actual con respecto al sistema de ventilación forzada.**

Para realizar la comparación descriptiva, se realizará un análisis de la información obtenida a través de las técnicas de recolección de datos aplicadas en la investigación, tanto para el proceso actual como para el sistema que se quiere emplear a través de la ventilación forzada, para esto se evaluó cada uno de los 8 factores que afectan la distribución de una planta, para diferenciar las condiciones de trabajo y ver cuales condiciones cambiaria si se aplica el sistema de enfriamiento, en la tabla 5.32 que se muestra a continuación se puede observar la comparación descriptiva del proceso de enfriamiento actual con respecto al sistema de ventilación forzada, mediante el análisis de los 8 factores.

Tabla 5.32 Comparación descriptiva del proceso de enfriamiento actual con respecto al sistema de ventilación forzada mediante los factores que afectan la distribución de una planta

FACTOR	PROCESO ACTUAL	SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA
<b>MATERIAL</b>	Bobinas que contienen material de aleación AL-6201, en lo cual la materia prima es aluminio 99.9% de pureza.	Bobinas que contienen material de aleación AL-6201, en lo cual la materia prima es aluminio 99.9% de pureza
<b>MAQUINARIA</b>	El proceso de enfriamiento actual, no posee maquinaria.	El sistema de enfriamiento que se pretende implementar, es sencillo de aplicar, consiste en un diseño a través de ventilación forzada.
<b>HOMBRE</b>	Los operarios del área son trabajadores capacitados ya que no poseen estudios enfocados en los procesos que se llevan a cabo en el área de trabajo; sin embargo, la empresa les ofrece planes de adiestramiento y capacitación para una buena realización de sus actividades; contando además con un (1) trabajador calificado (supervisor de turno).	En el sistema de enfriamiento a través de ventilación forzada, por ser nuevo en la empresa a los trabajadores del área se tendrá que adiestrar en el nuevo sistema que se intenta implementar.
<b>MOVIMIENTO</b>	En el proceso actual, existe una alta dependencia de los equipos de manejo de material especialmente del montacargas, el cual es un equipo fundamental para el traslado de las bobinas hasta el área destinada para el enfriamiento.	Con respecto al sistema de enfriamiento, a través de ventilación forzada existirá una alta dependencia del equipo de manejo de materiales (montacargas) para trasladar las cestas desde los hornos hasta el sistema de enfriamiento.

Continuación de la tabla 5.32

FACTOR	PROCESO ACTUAL	SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA
<b>ESPERA</b>	En el proceso actual de enfriamiento, las bobinas se mantienen un tiempo prolongado de 10 horas, lo cual demora el proceso posterior (Cableado) mediante paradas por material caliente.	En cambio en el sistema de enfriamiento que se quiere implementar en la empresa mediante ventilación forzada, en base a la prueba piloto realizada el tiempo promedio de enfriamiento es de cuatro (4) horas.
<b>SERVICIO</b>	En cuanto al proceso actual, no depender de ningún servicio ya que para este proceso sólo se requiere de la ventilación natural, proveniente del aire libre.	Existirá dependencia de las líneas auxiliares, especialmente de la energía eléctrica ya que sin ella se detendría el proceso de enfriamiento de las bobinas.
<b>EDIFICIO</b>	La empresa cuenta con una edificación de una sola planta, las características del edificio permiten una buena ventilación natural en las distintas áreas productivas, además permiten el aprovechamiento de la luz natural, lo cual es necesario para ambos procesos de enfriamiento.	La empresa cuenta con una edificación de una sola planta, las características del edificio permiten una buena ventilación natural en las distintas áreas productivas, además permiten el aprovechamiento de la luz natural, lo cual es necesario para ambos procesos de enfriamiento.
<b>CAMBIO</b>	No aplica para el sistema actual.	El factor cambio esta referido para el caso del sistema a través de ventilación forzada, ya que se tendría que implementar un sistema totalmente nuevo para la empresa, este sistema estará ubicado en la misma área donde se enfrían las bobinas bajo el proceso actual.

## 5.5.2 Análisis inferencial de la variable tiempo de enfriamiento

Para realizar el análisis inferencial, es necesario definir las variables que se van a emplear, para luego realizar las comparaciones del tiempo de enfriamiento de las bobinas bajo el proceso actual con respecto a la implementación del enfriamiento forzado, mediante el contraste de hipótesis.

### 5.5.2.1 Definición de variables

$\mu_1$  = tiempo en el que las bobinas se enfrían bajo el proceso actual.

$\mu_2$  = tiempo en el que las bobinas se enfrían bajo la prueba piloto de nueve (9) bobinas.

$\mu_3$  = tiempo en el que las bobinas se enfrían bajo la prueba piloto de una (1) bobina.

### 5.5.2.2 Contraste de hipótesis

► Caso 1: Para este caso, la hipótesis nula ( $H_0$ ) se define como el tiempo de enfriamiento de las bobinas bajo el proceso actual es igual al tiempo en el que las bobinas se enfrían bajo la prueba piloto de nueve (9) bobinas. Y la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) se define como tiempo en el que las bobinas se enfrían bajo la prueba piloto de nueve (9) bobinas es menor que tiempo en el que las bobinas se enfrían bajo el proceso actual.

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0: \mu_2 = \mu_1 \\ H_1: \mu_2 < \mu_1 \end{array} \right\}$$

Sean  $\bar{X}_1$  y  $\bar{X}_2$  las medias muestrales de muestras de tamaño  $N_1$  y  $N_2$  obtenidas de poblaciones cuyas medias son  $\mu_1$  y  $\mu_2$  y cuyas desviaciones estándar  $\sigma_1$  y  $\sigma_2$ , respectivamente.

Datos:

$$\mu_1 = 10$$

$$\mu_2 = 4$$

$$\bar{X}_1 = 50.37 \quad \sigma_1 = 11.91$$

$$\bar{X}_2 = 49.56 \quad \sigma_2 = 13.97$$

$$\alpha = 0.05 \text{ (100\% - 5\% = 95\%)}$$

$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2 - (\mu_1 - \mu_2)}{\sigma(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)} \quad (5.5)$$

$$\sigma(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}$$

$$\sigma(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) = \sqrt{\frac{(11.91)^2}{73} + \frac{(13.97)^2}{9}} = 4.86$$

$$Z = \frac{(50.37 - 49.56) - (10 - 4)}{4.86} = -1.07$$

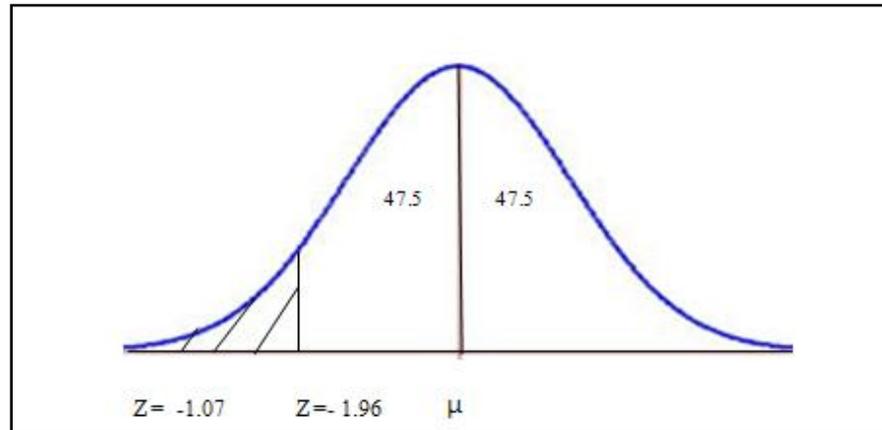


Figura 5.28 Curva normal mostrando los valores de Z en el caso 1

*Decisión estadística (caso 1):* El valor de Z pertenece a la región crítica, por tanto se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) con un 95 % de confianza.

*Conclusión no estadística (caso 1):* El tiempo en el que las bobinas se enfrían bajo la prueba piloto de nueve (9) bobinas es menor que tiempo en el que las bobinas se enfrían bajo el sistema actual.

► **Caso 2:** Para este caso, la hipótesis nula ( $H_0$ ) se define como tiempo en el que las bobinas se enfrían bajo la prueba piloto de una (1) bobina es igual al tiempo en el que las bobinas se enfrían bajo el sistema actual. Y la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) se define como el tiempo en el que las bobinas se enfrían bajo la prueba piloto de una (1) bobina es menor que el tiempo en el que las bobinas se enfrían bajo el proceso actual.

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0: \mu_3 = \mu_1 \\ H_1: \mu_3 < \mu_1 \end{array} \right\}$$

Datos:

$$\mu_1 = 10$$

$$\mu_3 = 3$$

$$\bar{X}_1 = 50.37 \quad \sigma_1 = 11.91$$

$$\bar{X}_3 = 48.94 \quad \sigma_2 = 16.16$$

$$\alpha = 0.05 \text{ (100\% - 5\% = 95\%)}$$

$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_3 - (\mu_1 - \mu_3)}{\sigma(\bar{X}_1 - \bar{X}_3)} \quad (5.5)$$

$$\sigma(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_3^2}{N_3}}$$

$$\sigma(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) = \sqrt{\frac{(11.91)^2}{73} + \frac{(16.16)^2}{6}} = 6.74$$

$$Z = \frac{(50.37 - 48.94) - (10 - 3)}{6.74} = -0.83$$

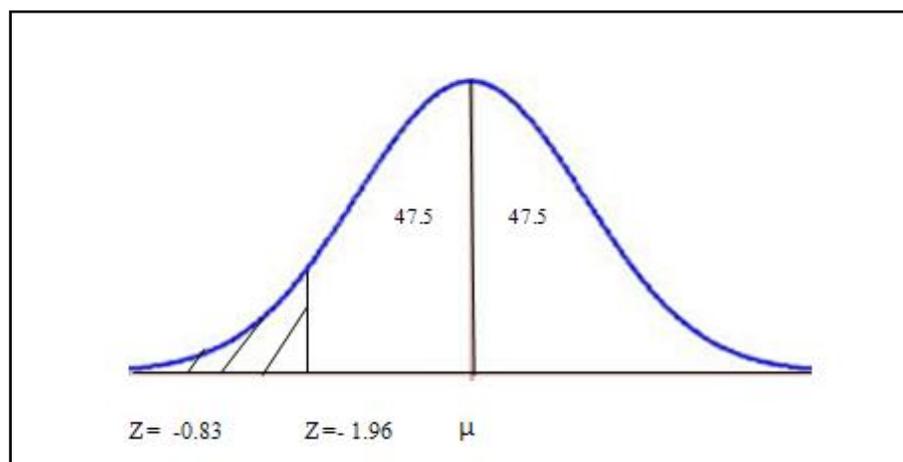


Figura 5.29 Curva normal mostrando los valores de Z en el caso 2

*Decisión estadística (caso 2):* El valor de  $Z$  pertenece a la región crítica, por tanto se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) con un 95 % de confianza.

*Conclusión no estadística (caso 2):* El tiempo en el que las bobinas se enfrían bajo la prueba piloto de una (1) bobina es menor que el tiempo en el que las bobinas se enfrían bajo el sistema actual.

► Caso 3: Para este caso, la hipótesis nula ( $H_0$ ) se define el como tiempo en el que las bobinas se enfrían bajo la prueba piloto de una (1) bobina es igual al tiempo en el que las bobinas se enfrían bajo la prueba piloto de nueve (9) bobinas. Y la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) se define como el tiempo en el que las bobinas se enfrían bajo la prueba piloto de una (1) bobina es menor que el tiempo en el que las bobinas se enfrían bajo la prueba piloto de nueve (9) bobinas.

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0: \mu_3 = \mu_2 \\ H_1: \mu_3 < \mu_2 \end{array} \right\}$$

Datos:

$$\mu_2 = 4$$

$$\mu_3 = 3$$

$$\bar{X}_2 = 49.56 \quad \sigma_2 = 13.97$$

$$\bar{X}_3 = 48.94 \quad \sigma_3 = 16.16$$

$$\alpha = 0.05 \text{ (100\% - 5\% = 95\%)}$$

$$Z = \frac{\bar{X}_2 - \bar{X}_3 - (\mu_1 - \mu_3)}{\sigma(\bar{X}_2 - \bar{X}_3)} \quad (5.5)$$

$$\sigma_{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)} = \sqrt{\frac{\sigma_2^2}{N_2} + \frac{\sigma_3^2}{N_3}}$$

$$\sigma_{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)} = \sqrt{\frac{(13.97)^2}{9} + \frac{(16.16)^2}{6}} = 8.07$$

$$Z = \frac{(49.56 - 48.94) - (4 - 3)}{8.07} = -0.05$$

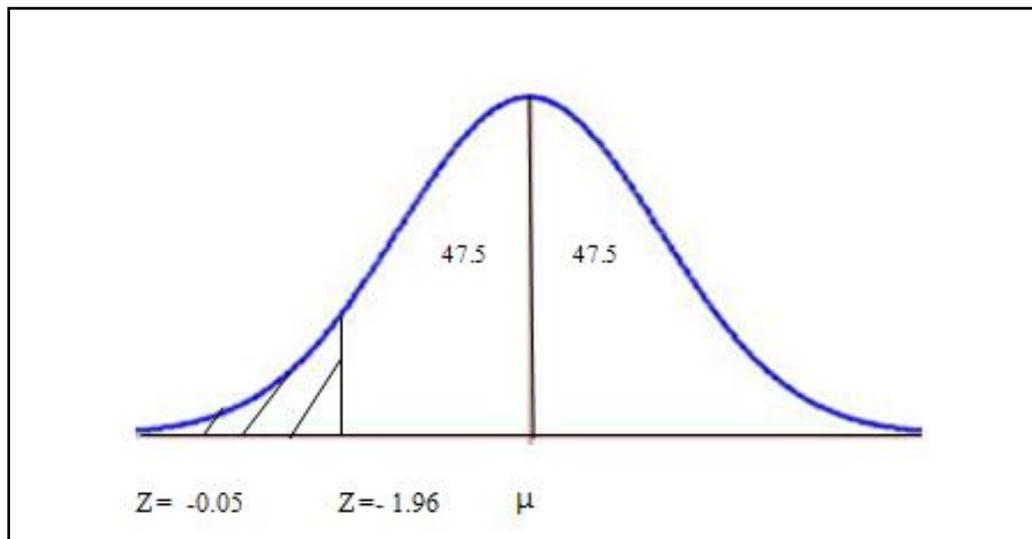


Figura 5.30 Curva normal mostrando los valores de Z en el caso 3

*Decisión estadística (caso 3):* El valor de Z pertenece a la región crítica, por tanto se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) con un 95 % de confianza.

*Conclusión no estadística (caso 3):* El tiempo en el que las bobinas se enfrían bajo la prueba piloto de una (1) bobina es menor que el tiempo en el que las bobinas se enfrían bajo la prueba piloto de nueve (9) bobinas.

### 5.5.3 Comparación de los tiempos de enfriamiento, en base a la producción y costo de oportunidad

La comparación se realizara en base a la producción y costo de oportunidad en cada uno de los métodos de enfriamiento, destacando las horas de oportunidad en cada método a comparar, tal como se muestran en las tablas N° 33, N° 34 y N° 35 a continuación.

Tabla 5.33 Comparación del tiempo de enfriamiento bajo el proceso actual con respecto a la prueba piloto con nueve (9) bobinas.

	<b>PROCESO ACTUAL</b>	<b>PRUEBA PILOTO CON (9) BOBINAS</b>
<b>Tiempo de Proceso (Horas)</b>	10	4
<b>Horas de oportunidad</b>	<b>6 HORAS</b>	
<b>Producción por Hora (Kg)</b>	446.51	
<b>Oportunidad de Producir (Kg)</b>	446.51 Kg * 6 Horas = 2.679,06	
<b>Oportunidad de producir (Toneladas)</b>	2.67	
<b>Costo (Bsf./Toneladas)</b>	20.855	
<b>Costo en (Bsf.) de oportunidad</b>	55.682,85	

Tabla 5.34 Comparación del tiempo de enfriamiento bajo el proceso actual con respecto al la prueba piloto con una (1) bobina.

	<b>PROCESO ACTUAL</b>	<b>PRUEBA PILOTO CON (1) BOBINAS</b>
<b>Tiempo de Proceso (Horas)</b>	10	3
<b>Horas de oportunidad</b>	<b>7 HORAS</b>	
<b>Producción por Hora (Kg)</b>	446.51	
<b>Oportunidad de Producir (Kg)</b>	446.51 Kg * 7 Horas = 3.125,57	
<b>Oportunidad de producir (Toneladas)</b>	3.12	
<b>Costo (Bsf./Toneladas)</b>	20.855	
<b>Costo en (Bsf.) de oportunidad</b>	65.067,60	

Tabla 5.35 Comparación del tiempo de enfriamiento bajo la prueba piloto con 9 bobinas con respecto a la prueba piloto con una (1) bobina.

	<b>PRUEBA PILOTO CON (9) BOBINAS</b>	<b>PRUEBA PILOTO CON (1) BOBINAS</b>
<b>Tiempo de Proceso (Horas)</b>	4	3
<b>Horas de oportunidad</b>	<b>1 HORA</b>	
<b>Producción por Hora (Kg)</b>	446.51	
<b>Oportunidad de Producir (Kg)</b>	446.51 Kg * 1 Hora = 446.51	
<b>Oportunidad de producir (Toneladas)</b>	0.446	
<b>Costo (Bsf./T)</b>	20.855	
<b>Costo en (Bsf.) de oportunidad</b>	9.301,33	

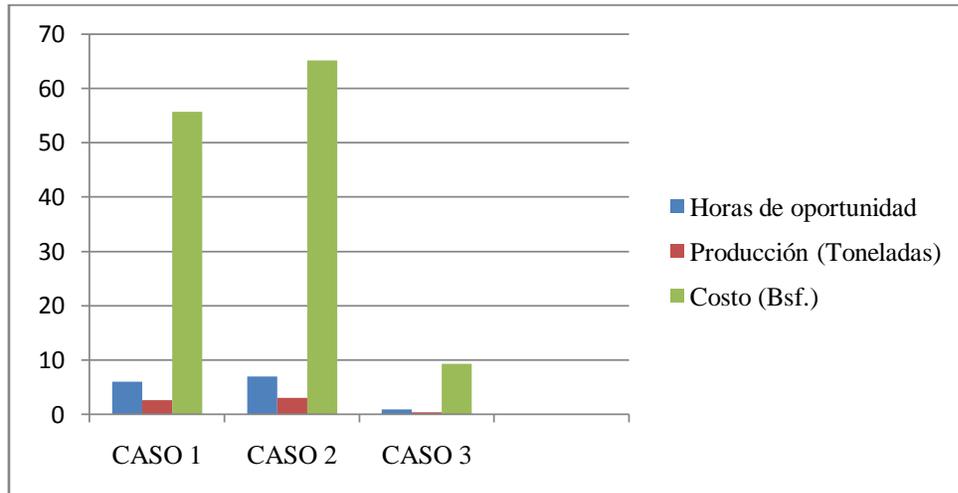


Figura 5.31 Representación gráfica de la comparación de los métodos

En la figura 5.31 se muestra la representación gráfica de las horas de oportunidad, la producción en toneladas y el costo de oportunidad mediante la implementación de los sistemas de enfriamiento. En la gráfica, los casos que se muestran en el eje de las (X), son los diferentes casos de comparación Caso 1, Caso 2 y Caso 3, que se muestran en las tablas N° 33, N° 34 y N° 35 respectivamente.

Como se puede observar en las comparaciones, en el Caso 1, la diferencia de horas con respecto al proceso actual y a la prueba piloto con 9 bobinas, es notable la reducción del tiempo de enfriamiento, nótese que hay una reducción considerable de seis (6) horas, en las cuales se podrían producir una cantidad de 2.67 toneladas aproximadamente lo cual se obtendría un costo de oportunidad alrededor de 55.682,85 Bsfs.

En el Caso 2, la diferencia de horas con respecto al proceso actual y a la prueba piloto con 1 bobinas, es notable la reducción del tiempo de enfriamiento, nótese que hay una reducción considerable de siete (7) horas, en las cuales se podrían producir una cantidad de 3.12 toneladas aproximadamente, lo cual se obtendría un costo de

oportunidad alrededor de 65.067,60 Bsf. Pero cabe destacar que en la prueba piloto sólo se enfría una bobina a la vez, lo cual no es conveniente para la empresa aplicar el sistema con una (1) bobina.

En el último caso que se analizó, considerado como el Caso 3, la diferencia de horas con respecto a la prueba piloto con (9) bobinas y la prueba con (1) bobina, nótese que hay una reducción de una (1) hora, en las cuales se podrían producir una cantidad de 0.446 toneladas aproximadamente, lo cual se obtendría un costo de oportunidad alrededor de 9.301,33 Bsf.

## **5.6 Caracterización de los elementos que integrarían el sistema de ventilación forzada que permita reducir los tiempos de paradas en las máquinas cableadoras por material caliente**

### **5.6.1 Diseño del sistema de enfriamiento a través de ventilación forzada**

A partir de los datos obtenidos a través de las pruebas pilotos realizadas, en la sección 5.4.3; lo cual sirve como indicador para confirmar que mediante dicho sistema se pueden reducir considerablemente las horas en el proceso de enfriamiento, y por ende aumentar la producción en el proceso de cableado para que la empresa perciba una mayor utilidad, y cumplir con los requerimientos de sus clientes.

Mediante la evaluación técnica del sistema de enfriamiento, se permitirá conocer el material de construcción y sus dimensiones, los elementos que lo componen y las especificaciones respectivas, cabe destacar que la empresa C.V.G CABELUM C.A cuenta con un personal, los cuales pueden realizar el trabajo de construcción e instalación de los elementos que integran al sistema que se quiere implementar.

### **5.6.1.1 Descripción**

Este sistema denominado “Sistema de Enfriamiento de Bobinas” a través de ventilación forzada es un sistema sencillo para enfriar las bobinas de forma más rápida que el proceso que utilizan actualmente en la empresa, el cual ocasionan paradas en el proceso de cableado por material caliente.

De manera general, este es una estructura de hierro, dividida en dos niveles en los cuales están dispuestos los ventiladores industriales (uno en cada nivel) con base a las pruebas pilotos realizadas.

Este sistema se diseñará siempre manteniendo la entrada y salida de la ventilación, es decir manteniendo algunos de sus lados al aire libre.

Su uso y funcionamiento es sencillo, pero es recomendable que los operarios del área al cual se va a implementar el sistema, se les de un adiestramiento para el uso de dicho sistema de enfriamiento. El funcionamiento del sistema es de la siguiente manera: una vez que las bobinas salgan de los hornos de tratamiento térmico, el operario ubica manualmente las bobinas en las cestas ordenadamente, luego este llama al montacarguista y le informa que traslade la cesta hasta el sistema de enfriamiento, posteriormente el operario supervisa al montacarguista hasta que ubique de forma correcta la cesta en el sistema. Una vez ubicadas, el operario enciende el sistema, es decir los ventiladores para que inicie el proceso de enfriamiento de bobinas.

El desarrollo de éste diseño, permite colocarlo en espacios abiertos en donde circule la ventilación natural, como por ejemplo el área donde se realiza el proceso actual de enfriamiento de las bobinas, específicamente (frente a los hornos de tratamiento térmico), como el diseño del sistema es descubierto (espacios abiertos), ayuda a desplazar

el fluido del caudal de aire que libera el sistema. Sin embargo, es recomendable colocarlo bajo un techo o superficie que resguarde, de las condiciones adversas como la lluvia, ya que estas podrían dificultar su funcionamiento.

### **5.6.2 Elementos del sistema de ventilación forzada**

Los elementos que integrarían al sistema de ventilación forzada que va a permitir reducir los tiempos de paradas de las máquinas cableadoras son los que se describen a continuación.

#### **5.6.2.1 Cestas**

Es donde estarán dispuestas las bobinas para su proceso de enfriamiento a través de ventilación forzada; una vez salidas de los hornos de tratamiento térmico, esto debido a que la circulación del aire se hace más efectiva sobre éstas que colocadas directamente en el piso. El sistema que se busca aplicar en la empresa, tendrá dos niveles de enfriamiento, es decir que se requieren de dos (2) cestas de ángulo de 90° de material platinas de acero, el modelo de la cesta será parecido a las que posee actualmente la empresa, las cuales tienen una capacidad de nueve (9) bobinas en cada nivel, como se muestra en la figura 5.32 que se muestra a continuación.



Figura 5.32 Cesta de nueve (9) bobinas de capacidad

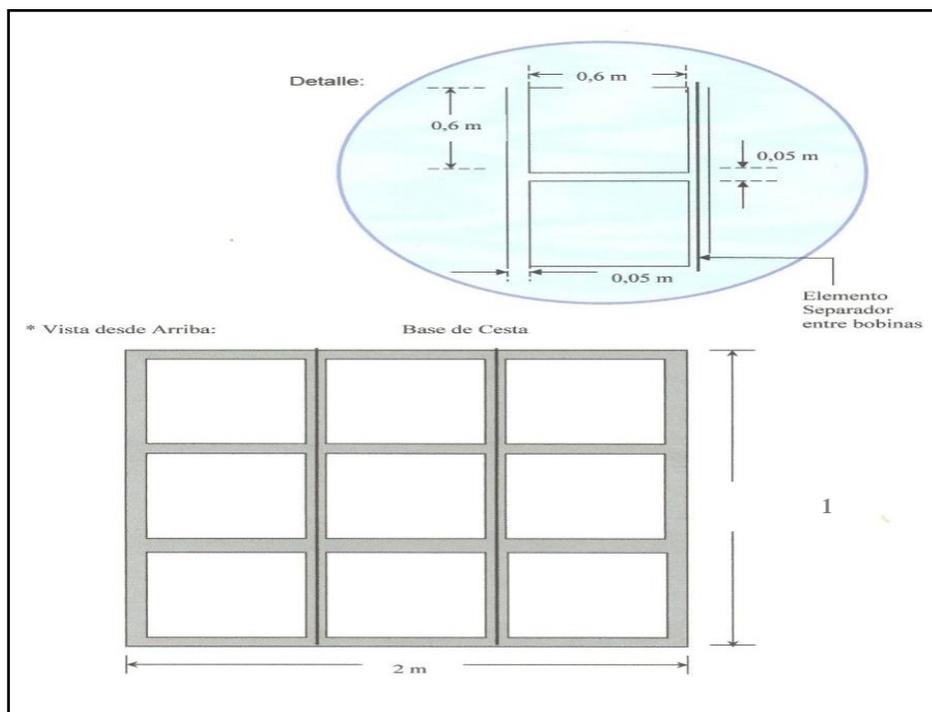


Figura 5.33 Vista desde arriba de la cesta

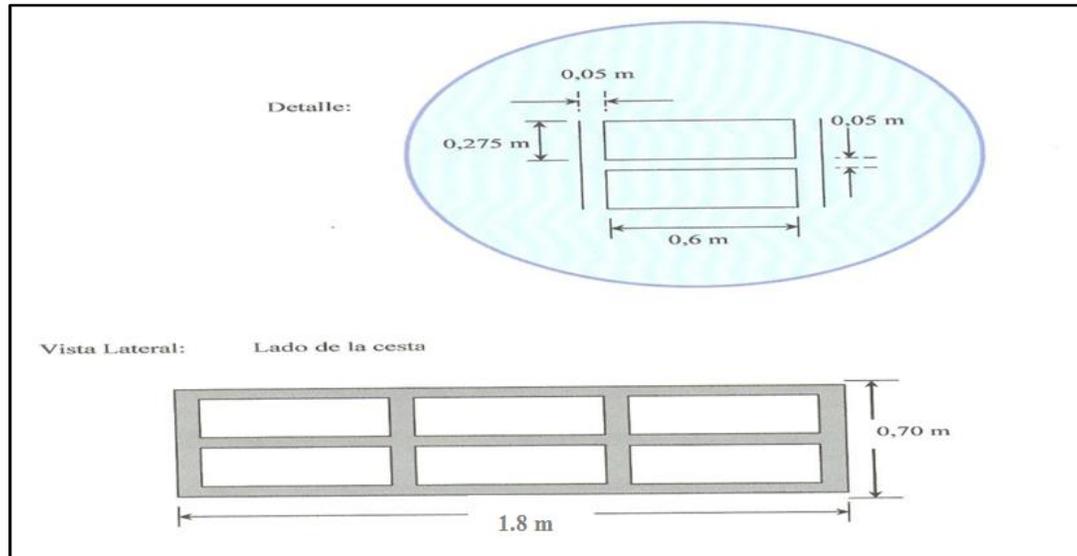


Figura 5.34 Vista lateral de la cesta

### 5.6.2.2 Ventiladores industriales

Los ventiladores industriales permitirán el enfriamiento de las bobinas de una forma más rápida con respecto al proceso de enfriamiento actual; con lo que se busca reducir el tiempo de paradas de las máquinas cableadoras, con el fin de mantener abastecido el almacén de suministro lo cual evitará demoras debido al material caliente, acelerando el inicio del proceso de cableado y aumentando así la productividad de la empresa.

El ventilador industrial seleccionado para la implementación del sistema de enfriamiento de las bobinas es el ventilador turboaxial transportable (utilizado en las pruebas pilotos) ya que están diseñados para proyectar un amplio caudal de aire sobre operarios, máquinas, procesos de producción, sistemas de enfriamiento, entre otros. Este tipo de ventiladores están diseñado bajo las normas internacionales y aprobadas por la IVS (Industrial Ventilation Society).



Figura 5.35 Ventilador industrial turboaxial transportable

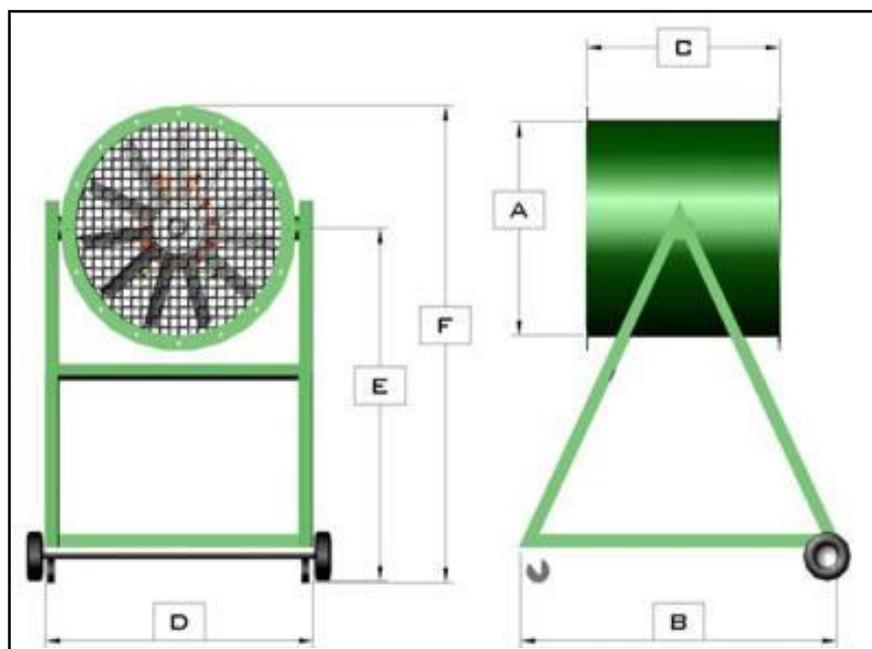


Figura 5.36 Medidas del ventilador industrial

► Dimensiones: Las dimensiones son las siguientes.

<b>A:</b> 0.80 mts	<b>D:</b> 0.96 mts
<b>B:</b> 0.95 mts	<b>E:</b> 0.97 mts
<b>C:</b> 0.48 mts	<b>F:</b> 1.41 mts

### **5.6.2.3 Estructura del sistema**

El sistema de enfriamiento de bobinas, tiene una estructura sencilla ya que consiste en dos cestas de nueve (9) bobinas cada una, teniendo una capacidad total de (18) bobinas en el sistema, a los cuales se les va a transmitir aire a través de dos (2) ventiladores industriales, éstos dispuesto en una estructura sencilla de hierro con dos niveles, es decir un ventilador industrial para cada cesta.

### **5.6.3 Estimación de Costos**

La estimación de costo de un proyecto consiste en evaluar los costos de los recursos necesarios como (humanos y materiales) para completar las actividades del proyecto que se pretende implementar.

Con respecto a los recursos humanos, es importante señalar que la empresa C.V.G CABELUM cuenta con un personal capacitado para realizar el trabajo de construcción e instalación de los elementos que integran al sistema que se quiere implementar. Los recursos de materiales que implican la construcción del sistema de ventilación forzada, así como también sus dimensiones y especificaciones se pueden observar de manera detallada en la tabla 5.36 que se muestra a continuación. Cabe destacar que dichos materiales y dimensiones fueron proporcionados por trabajadores de las áreas de soldadura y electricidad de la empresa.

Tabla 5.36 Materiales necesarios para la construcción del sistema.

<b>MATERIAL O ELEMENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>ESPECIFICACIONES</b>
Ventiladores Industriales	2	0.48 metros de ancho 0.80 metros de alto	-
Ángulo Estructural (4*4) pulgadas de 90° y ½ de espesor para las 2 cestas	8 Cortes	0.60 metros de largo	Fondo Color Gris
	4 Cortes	2 metros de largo	
	4 Cortes	1.8 metros de largo	
Ángulo Estructural (2*2) pulgadas de 90° y ½ de espesor para las 2 cestas	8 Cortes	2 metros de largo	Fondo Color Gris
Pletina de 4 pulgadas y 2/8 de espesor para las 2 cestas	4 Cortes	2 metros de largo	Fondo Color Gris
	2 Cortes	1.8 metros de largo	
	6 Cortes	0.70 metros de largo	
	12 Cortes	0.60 metros de largo	
Electrodo	10 kg	-	-
Fondo	2	Galón	Fondo Color Gris
<b>PARA LA ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA</b>			
<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>ESPECIFICACIONES</b>
Tubo metálico (Conduit) de 2 pulgadas	1 Corte	4 metros de largo	-
	1 Corte	11 metros de largo	
	1 Corte	4 metros de largo	

Continuación de la tabla 5.36

<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>ESPECIFICACIONES</b>
Curvas o codos de 2 pulgadas	2		
Panel de control trifásico (Encendido y Apagado)	1		
Cable trifásico TW#6	1 Rollo	100 metros	-
Tomas trifásica	1	-	Macho y Hembra

El costo estimado total de la fabricación del sistema de enfriamiento de bobinas a través de ventilación forzada, incluye sólo el costo de material como se evidencia concretamente en la tabla 5.37, destacando la descripción del proveedor de dicho material.

Tabla 5.37 Costos estimados de los materiales

<b>MATERIAL O ELEMENTO</b>	<b>COSTO DE MATERIAL</b>	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>PROVEEDOR</b>
Ventiladores Industriales	1 Ventilador cuesta 9.300 Bsf. Se necesitan 2 ventiladores industriales para el sistema.	(2 * 9.300) <b>18.600 Bsf.</b>	<b>VENTILAIRE C.A</b> Puerto Ordaz
Ángulo Estructural (4*4) pulgadas de 90° y ½ de espesor para las 2 cestas	1 ángulo de 6 metros de largo cuesta: 155,13 Bsf. Se necesitan 4 ángulos de 6 metros para cubrir los 20,8 metros lineales requeridos para las 2 cestas.	(4 * 155,13) <b>620,52 Bsf.</b>	<b>CONSTRU-IR</b> Hierros Recupero, C.A Ciudad Bolívar

Continuación de la tabla 5.37

<b>MATERIAL O ELEMENTO</b>	<b>COSTO DE MATERIAL</b>	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>PROVEEDOR</b>
Ángulo Estructural (2*2) pulgadas de 90° y ½ de espesor para las 2 cestas	1 ángulo de 6 metros de largo cuesta: 63,20 Bsf. Se necesitan 3 ángulos de 6 metros para cubrir los 16 metros lineales requeridos para las 2 cestas.	(3 * 63.20) <b>189,60 Bsf.</b>	<b>CONSTRU-IR</b> Hierros Recupero, C.A Ciudad Bolívar
Pletina de 4 pulgadas y 2/8 de espesor para las 2 cestas	1 pletina de 6 metros de largo cuesta: 106.30 Bsf. Se necesitan 6 pletinas de 6 metros para cubrir los 34.56 metros lineales requeridos para las 2 cestas.	( 6 * 106,30 ) <b>637,80 Bsf.</b>	<b>CONSTRU-IR</b> Hierros Recupero, C.A Ciudad Bolívar
Electrodo	1 Kg de electrodo de 1/8 cuesta: 27.58 Bsf. Se necesitan 10 Kg para las respectivas soldaduras de las 2 cestas.	( 10 * 27.58 ) <b>275,80 Bsf.</b>	<b>CONSTRU-IR</b> Hierros Recupero, C.A Ciudad Bolívar
Fondo Gris	1 Galón de fondo gris cuesta: 106,99 Bsf. Se necesitan 2 galones para pintar las 2 cestas	(2 * 106,99) <b>213,98 Bsf.</b>	<b>CONSTRU-IR</b> Hierros Recupero, C.A Ciudad Bolívar
Tubo metálico (Conduit) de 2 pulgadas	1 tubo Conduit de 3 metros cuesta: 107.07 Bsf. Se necesitan 7 tubos de 3 metros para cubrir los 19 metros lineales requeridos.	(7 * 107, 07) <b>749,49 Bsf.</b>	<b>CONSTRU-IR</b> Hierros Recupero, C.A Ciudad Bolívar
Curvas o codos de 2 pulgadas	1 codo cuesta: 74.13 Bsf. Se necesitan 2 codos para empalmar los tubos Conduit.	(2 * 74,13) <b>148,26 Bsf.</b>	<b>CONSTRU-IR</b> Hierros Recupero, C.A Ciudad Bolívar
Panel de control trifásico (Encendido y Apagado)	1 panel de control trifásico Cuesta: 117,30 Bsf.	<b>117,30 Bsf.</b>	<b>CONSTRU-IR</b> Hierros Recupero, C.A Ciudad Bolívar

Continuación de la tabla 5.37

MATERIAL O ELEMENTO	COSTO DE MATERIAL	COSTO TOTAL	PROVEEDOR
Cable trifásico TW#6	1 Rollo de 100 metros de cable TW#6 cuesta: 2.298,23 Bsf.	<b>2.298,23 Bsf.</b>	<b>CONSTRU-IR</b> Hierros Recupero, C.A Ciudad Bolívar
Tomas trifásica	1 toma trifásica cuesta: 8.20 Bsf. Se necesitan 2 tomas (Hembra y Macho).	(2 * 8,20) <b>16,40 Bsf.</b>	<b>CONSTRU-IR</b> Hierros Recupero, C.A Ciudad Bolívar
<b>Costo Estimado</b>		<b>23.867,38 Bsf.</b>	

#### 5.6.4 Vista tridimensional del sistema de enfriamiento de bobinas

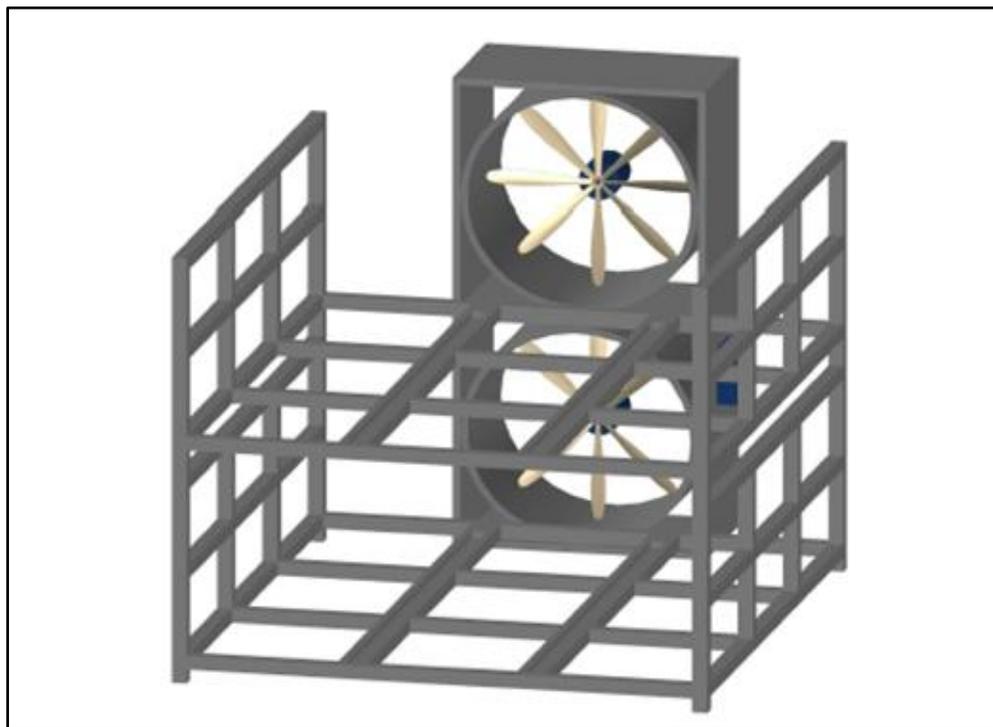


Figura 5.37 Vista 3D del Sistema de Enfriamiento Forzado

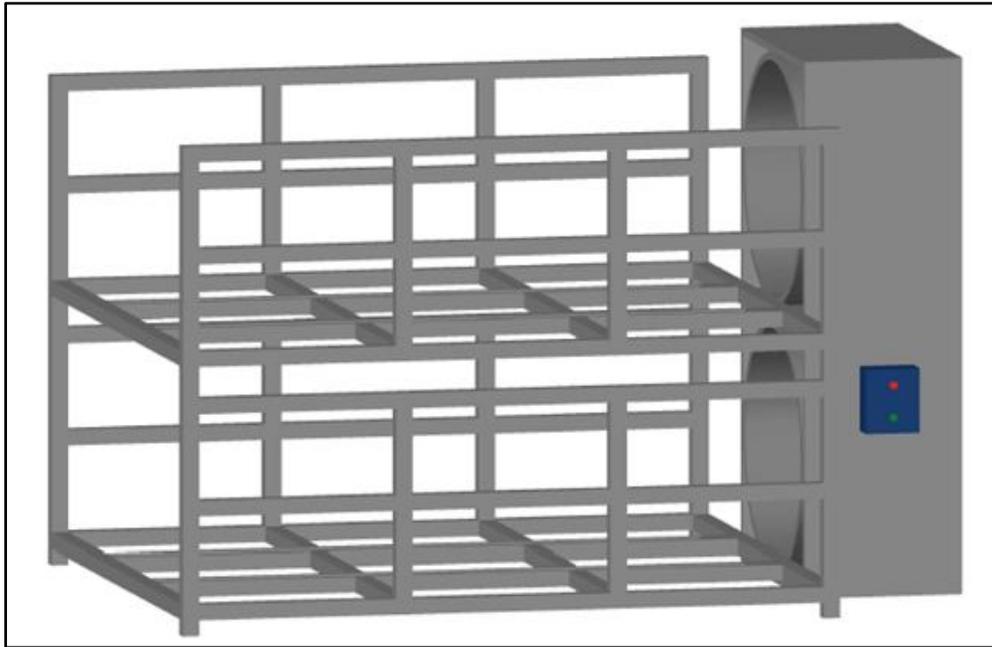


Figura 5.38 Vista lateral del Sistema de Enfriamiento Forzado

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

Una vez finalizado el análisis del efecto de un sistema de enfriamiento de bobinas tratadas térmicamente a través de ventilación forzada, en los tiempos de paradas de las máquinas cableadoras por material caliente, de la empresa C.V.G CABELUM C.A, Ciudad Bolívar - Estado Bolívar; en base al análisis de los resultados obtenidos se formulan las siguientes conclusiones:

1) Para analizar el proceso actual de enfriamiento de bobinas, se aplicó una lista de chequeo y una encuesta; con la lista de chequeo se evidenciaron las condiciones aceptables, no aceptables y las condiciones que no existen en el proceso actual, resaltando que existe un 33%, 50% y 17% respectivamente; mediante la encuesta se conoció las opiniones de los trabajadores con respecto al proceso de enfriamiento actual, desatancando que el 100% opinan que se puede mejorar el proceso actual, y que el 83% de los trabajadores consideran que es posible reducir los tiempos de paradas en las máquinas cableadoras a través de ventilación forzada, mientras que el 17 % opinan que no.

2) A través del diagrama de causa-efecto se pudo conocer cómo se encuentra el proceso de enfriamiento actualmente, en cuanto al entorno se destacan el congestionamiento de bobinas a consecuencia de material caliente y la carencia de ventilación forzada, en cuanto al método se puede destacar, que no cuenta con normas ni reglamentos y además se producen paradas por material caliente; en cuanto a la maquinaria, el proceso no posee maquinaria; y para finalizar en cuanto a los operarios se destaca que no utilizan los equipos de protección personal adecuadamente, y que realizan un esfuerzo físico en el traslado de las bobinas

3) Al realizar el diagnóstico de la situación actual del proceso de cableado respecto al proceso de enfriamiento de bobinas, se determinaron las horas de paradas por material caliente, destacando que en los 12 meses del año 2011 se presentó un total de 1.489,88 horas de paradas en ese concepto. En el primer trimestre del año en curso 2012 presentó 727,53 horas de paradas por material caliente.

4) Las toneladas de conductores eléctricos dejadas de producir, por concepto de material caliente, en promedio fue de 446.51 Kg/Hora, en cada una de las máquinas; de acuerdo a las horas del año 2011 se dejó de producir 665.241 toneladas y en el primer trimestre del año en curso 2012 fue 324.847 toneladas de conductores eléctricos.

5) La tonelada de conductores eléctricos en promedio, tiene un costo aproximado de 20.855 Bsf. /Toneladas, en base a las toneladas dejadas de producir, se tiene un costo de oportunidad para el año 2011 de 13.873.601,07 Bsf. y para el primer trimestre del año en curso 2012 es de 6.774.684,185 Bsf.

6) La temperaturas de las bobinas al momento de salir del proceso de trefilado, que es el proceso previo, al proceso de tratamiento térmico es en promedio 52.06 °C de acuerdo a las observaciones de la muestra, con una desviación estándar de 2.21 °C; con un nivel de confianza de 95 % el límite superior es de 52.57 °C y el límite inferior es de 51.55 °C.

7) El Tiempo de enfriamiento de las bobinas bajo el proceso actual (con ventilación natural) una vez realizada las lecturas de las temperaturas, se determinó que son de diez (10) horas, y la temperatura aceptable de las bobinas para ingresar en las máquinas cableadoras es de 34.6 °C, con una desviación estándar de 0.7 °C; con un 95 % de confianza se puede aceptar como límite superior 34,8 °C y como límite inferior 34.4 °C.

8) Se realizaron 2 pruebas pilotos bajo el sistema de ventilación forzada; en la primera prueba se empleó el sistema de enfriamiento que se intenta implementar, con nueve (9) bobinas, en las cuales se obtuvo un tiempo promedio de enfriamiento de cuatro (4) horas, dichas bobinas llegaron a una temperatura de 33.7 °C. En la segunda prueba se realizó de manera similar a la primera, pero con una (1) bobina, en las cuales se obtuvo un tiempo promedio de enfriamiento de tres (3) horas, dichas temperaturas oscilaban entre los 32.9 °C.

9) La comparación descriptiva del proceso de enfriamiento actual, con el sistema a implementar; permitió determinar que en el proceso actual no posee maquinaria mientras que el sistema de enfriamiento que se pretende efectuar, consiste en un diseño a través de ventilación forzada, sencillo de aplicar en la empresa.

10) Mediante el contraste de hipótesis se pudo determinar con un nivel de 95% de confianza que el tiempo en que las bobinas se enfrían bajo la prueba piloto de nueve (9) bobinas es menor que tiempo en que las bobinas se enfrían bajo el sistema actual.

11) Mediante el contraste de hipótesis se pudo determinar con un nivel de 95% de confianza que el tiempo en que las bobinas se enfrían bajo la prueba piloto de una (1) bobina es menor que el tiempo en que las bobinas se enfrían bajo el sistema actual. Cabe destacar que no es factible aplicar el sistema con una (1) bobina, ya retrasaría el proceso productivo de la empresa.

12) Mediante el contraste de hipótesis se pudo determinar con un nivel de 95% de confianza que el tiempo en que las bobinas se enfrían bajo la prueba piloto de una (1) bobina es menor que el tiempo en que las bobinas se enfrían bajo la prueba piloto de nueve (9) bobinas.

13) La diferencia de tiempo de enfriamiento con respecto al proceso actual y la prueba piloto con nueve (9) bobinas, es de seis (6) horas aproximadamente, en las cuales se podrían producir una cantidad de 2.67 toneladas de conductores eléctricos.

14) Los elementos que integran al sistema a través de ventilación forzada, son las dos (2) cestas con una capacidad de nueve (9) bobinas cada una y los dos (2) ventiladores industriales.

15) Una vez realizado el respectivo análisis del efecto de un sistema de enfriamiento de bobinas tratadas térmicamente, en los tiempos de paradas de las máquinas cableadoras por material caliente, se puede concluir que el sistema de ventilación forzada que se pretende implementar en la empresa C.V.G CABELUM C.A es factible ya que va permitir la fluidez en el proceso de cableado, y por ende aumenta la producción y rendimiento de la organización.

### **Recomendaciones**

1) Es necesario que empresa implemente el sistema de ventilación forzada, para reducir las paradas por material caliente en las máquinas cableadoras; ya que mediante el mismo se reduce, que tanto los operarios como las máquinas cableadoras se encuentren en ocio por mucho tiempo, y por ende se puede incrementar la producción de conductores eléctricos, y así obtener ingresos que pueden cubrir algunos egresos de la empresa.

2) Proporcionar talleres de capacitación a los operarios del área con el objetivo de instruir a cada uno de ellos en todo lo concerniente al sistema de ventilación forzada; en cuanto a su funcionamiento y mantenimiento.

3) Es recomendable proporcionarles a los operarios del área un procedimiento o instrucciones sencillas para facilitar el uso del sistema de enfriamiento a través de ventilación forzada.

4) Manejar y controlar los registros históricos de la empresa, con fin de determinar posibles cuellos de botellas, los cuales traen inconvenientes a futuros tanto a la empresa como a los trabajadores.

5) Crear un sistema de incentivos eficaz que permita motivar al personal al cumplimiento las metas de producción trazadas, y a la vez cumplir con las políticas y objetivos de la empresa C.V.G CABELUM C.A.

6) Controlar y mantener actualizados los registros tanto de paradas por material caliente como de producción de conductores eléctricos con el fin de observar que el sistema de ventilación forzada funcione correctamente, y así cumplir con el objetivo común de cualquier organización que es maximizar sus ingresos.

## REFERENCIAS

Arias, F. (2006). **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. Editorial Episteme, quinta edición. P 143.

Atmospheric Fan System S.A.**VENTILADOR TURBOAXIAL**. 7 de Abril de 2012. Disponible en: [<http://www.ventiladores.org.mx/page11/page11.html>]

Camacho, H (2001). **“FUNDAMENTOS DE VENTILACIÓN MECÁNICA”** presentado en la Universidad Nacional de Colombia, Sede de Bogotá, Facultad de Ingeniería.

Casals M., Roca X. (2004). **“COMPLEJOS INDUSTRIALES”**. Ediciones UPC 2001. Primera edición.

CABELUM. **CABELUM C.A EN LÍNEA**. 27 de Marzo de 2012. Disponible en: [<http://www.cabelum.com.ve/>]

Alegsa. **DICCIONARIO ALEGSA.COM.AR**. 27 de Marzo de 2012. Disponible en: [<http://www.alegsa.com.ar/Dic/sistema.php>.]

Definición. **DEFINICIÓN DE ANALIZAR**. 27 de Marzo de 2012. Disponible en: [<http://www.definicion.org/analizar>]

Fisterra. **TAMAÑO MUESTRAL**. 03 de Abril de 2012. Disponible en: [<http://www.fisterra.com/mbe/investiga/9muestras/9muestras2.asp>]

Normas Venezolanas COVENIN 2250 (2000). **VENTILACIÓN DE LOS LUGARES DE TRABAJOS.** 28 de Marzo de 2012. Disponible en: [[http://www.armada.mil.ve/portal/documentos/inspectoria/covenin/covenin2250\\_00.pdf](http://www.armada.mil.ve/portal/documentos/inspectoria/covenin/covenin2250_00.pdf)]

Normas Venezolanas COVENIN3049 (1993) **MANTENIMIENTO. DEFINICIONES.** 28 de Marzo de 2012. Disponible en: [<http://red.fau.ucv.ve:8080/static/gtii/files/norma%20covenin%203049%20mantenimiento%20def.pdf>]

Márquez, M (2005). **CONTRASTE DE HIPOTESIS.** 19 de julio de 2012. Disponible en: [<http://colposfesz.galeon.com/inferencia/teoria/conhip.htm>]

Mateo Floria, Pedro (2007) **GESTION DE LA HIGIENE INDUSTRIAL EN LA EMPRESA.** Ediciones FC Editorial C.A. Séptima Edición. Caracas, Venezuela. pp 247-250

Murray S., Larry S. (2009) **ESTADÍSTICA SCHAUM.** Ediciones Mc. Graw Hill C.A. Cuarta Edición. México, D.F. pp 245-254

Muther, Richard. (1981) **DISTRIBUCION EN PLANTAS.** Ediciones Hispano Europea S.A. Cuarta Edición. España. pp 156-180

PCE Instrumentos. **TERMOMETRO INFRARROJO PCE-889.** 4 de Junio de 2012. Disponible en: [<http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-temperatura/termometro-infrarrojo-60.htm>]

Sabino, C. (1992) **EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN.** Editorial Panapo. Caracas, Venezuela: pp 216-218

Trefilac. **PROCESO DE FABRICACIÓN**. 29 de Marzo de 2012. Disponible en: [[http://www.trefilac.cl/proc\\_fabri.html](http://www.trefilac.cl/proc_fabri.html)]

Tamayo M, (2000). **EL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**. Editorial Limusa, México, pp 31-35

**VENTILACIÓN MECÁNICA**. 31 de Marzo de 2012. Disponible en: [<http://www.otrascosas.com/brico/categoria.asp?idcat=208>]

**VENTILACIÓN ARTIFICIAL O FORZADA**. 31 de Marzo de 2012. Disponible en: [<http://es.scribd.com/doc/14976716/VENTILACION-ARTIFICIAL-O-FORZADA4>]

Wikipedia. **CONTRASTE DE HIPOTESIS**. 20 de julio de 2012. Disponible en: [[http://es.wikipedia.org/wiki/Contraste\\_de\\_hip%C3%B3tesis](http://es.wikipedia.org/wiki/Contraste_de_hip%C3%B3tesis)]

Wikipedia. **DEFINICIÓN DE PROCESO**. 27 de Marzo de 2012. Disponible en: [<http://es.wikipedia.org/wiki/Proceso>]

Wikipedia. **DEFINICIÓN DESISTEMA**. 28 de Marzo de 2012. Disponible en: [<http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema>]

Wikipedia. **DEFINICIÓN DE VARIANZA**. 28 de Marzo de 2012. Disponible en: [<http://es.wikipedia.org/wiki/Varianza>]

## **APÉNDICES**

## **APÉNDICE A**

**Formato de la encuesta realizada a los trabajadores de las áreas de tratamiento térmico y cableado**

### **A.1 Encuesta Aplicada al Personal de la Empresa**

Esta encuesta se realizo al personal de la empresa para conocer sus opiniones con respecto al proceso de enfriamiento actual, con el fin de recoger información justa para el análisis.

#### **PRESENTACIÓN**

Seguidamente se le presenta una encuesta cerrada que tiene como objetivo recoger información justa para analizar el proceso actual de enfriamiento de bobinas, en el Trabajo de Grado que lleva por titulo: **ANÁLISIS DEL EFECTO DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE BOBINAS TRATADAS TÉRMICAMENTE A TRAVÉS DE VENTILACIÓN FORZADA, EN LOS TIEMPOS DE PARADAS DE LAS MÁQUINAS CABLEADORAS POR MATERIAL CALIENTE, DE LA EMPRESA C.V.G CABELUM C.A, CIUDAD BOLÍVAR - ESTADO BOLÍVAR.**

Cabe destacar que la información suministrada será utilizada con fines académicos y estrictamente confidenciales. Por tanto, se agradece su valiosa colaboración que pueda brindar con el propósito de llevar a feliz término dicha investigación. Por ello se le sugiere:

1. Lea cuidadosamente cada pregunta antes de responder.
2. Al contestar, hágalo con la mayor sinceridad posible.
3. Responda marcando con una (X) según su criterio las interrogantes.
4. Procure responder todas las preguntas.

**Gracias**

**Br. Monasterio Winder**

## ENCUESTA

**Cargo:** \_\_\_\_\_

**Instrucciones.** Responda marcando con una (X) según su criterio las siguientes interrogantes.

1.- ¿Considera usted que en el área de cableado se producen paradas por material caliente?

SI \_\_\_\_\_

NO \_\_\_\_\_

2.- ¿Cree usted que el proceso actual de enfriamiento de bobinas, es el más indicado para maximizar la producción de las máquinas cableadoras?

SI \_\_\_\_\_

NO \_\_\_\_\_

3.- ¿Considera usted que el proceso de enfriamiento natural que reciben las bobinas provenientes de los hornos de tratamiento térmicos es suficiente para agilizar el proceso de cableado?

SI \_\_\_\_\_

NO \_\_\_\_\_

4.- ¿Existe un congestionamiento de bobinas en el área, a consecuencia de material caliente?

SI \_\_\_\_\_

NO \_\_\_\_\_

5.- ¿Piensa usted que se puede mejorar el proceso de enfriamiento de bobinas que posee actualmente la empresa?

SI \_\_\_\_\_

NO \_\_\_\_\_

6.- ¿Cree usted que es posible reducir los tiempos de paradas en las máquinas cableadoras, a través de un sistema de ventilación forzada?

SI \_\_\_\_\_

NO \_\_\_\_\_

**APÉNDICE B**

**Formato del control de paradas de cableado de la empresa  
C.V.G CABELUM. C.A**

Tabla B.1 Formato del control de paradas de cableado

**C A B E L U M**  
DEPARTAMENTO DE CABLEADO

FPCA-002

### CONTROL DE PARADAS DE CABLEADO

EQUIPO: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

TURNOS: (1) (2) (3)

TIEMPO PARADA		CODIGO PARADA	DEPART. RESPON.	No SOLICITUD DE TRAB.	OBSERVACIONES	CODIGOS DE PARADAS
DESDE	HASTA					
						01- ACONDICIONAMIENTO DE MÁQUINA
						02- CAMBIO DE PRODUCCIÓN
						03- CAMBIO DE CARRETE
						04- ROTURA DE HILOS DEL CONDUCTOR
						05- CARGA DE LA MÁQUINA
						06- LIMPIEZA Y ARRASTRE
						07- CAMBIO DE BOBINA
						08- CAMBIO DE TACOS
						09- SOLDANDO
						10- FALTA DE PERSONAL
						11- FALTA DE MATERIAL
						12- FALTA DE CARRETES
						13- SIN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN
						14- FALTA DE OTROS INSUMOS
						15- FALTA DE ENERGIA ELÉCTRICA
						16- FALTA SISTEMA DE PAY-OFF
						17- FALTA MOTOR PRINCIPAL
						18- FALTA CUERPO No. 1
						19- FALTA CUERPO No. 2
						20- FALTA CUERPO No. 3
						21- FALTA CUERPO TUBULAR
						22- FALTA ACOPLA ELECTROMAGNÉTICO
						23- FALTA CARGA INDIVIDUAL
						24- FALTA PERMISIVOS DE ARRANQUE
						25- FALTA SISTEMA DE POTENCIA
						26- FALTA EQUIPOS AUXILIARES
						27- FALTA SISTEMA DE CABRESTANTE
						28- FALTA SISTEMA DE TAKE-UP
						29- FALTA SISTEMA NEUMÁTICO
						30- INSPECCIÓN ESPECIAL DE MANTTO.
						31- MANTENIMIENTO PREVENTIVO
						32- INSPECCIÓN DE CALIDAD
						33- OTROS
OBSERVACIONES: _____						<b>CODIGOS DPTOS. RESPONSABLES</b> 01- CABLEADO 02- MANTENIMIENTO MECANICO 03- MANTENIMIENTO ELÉCTRICO 04- UNIDAD ELECTRÓNICA 05- CONTROL DE CALIDAD 06- HORNOS DE ENVEJECIMIENTO 07- TREFILACIÓN 08- OTROS

OPERADOR

SUP. DE PRODUCCIÓN

INSPECTOR DE C. CALIDAD

SUP. DE MANTENIMIENTO

**APÉNDICE C**

**Formato de reporte de producción de cableado de la empresa  
C.V.G CABELUM. C.A**



## **APÉNDICE D**

**Manual de instrucción del Termómetro Infrarrojo PCE-889**

## D.1 Manual de instrucción del Termómetro Infrarrojo PCE-889

**PCE**  
GROUP

Calle Cruz Nº 19  
02500 Tobarra  
Albacete-España  
Tel.: +34 967 543 548  
Fax: +34 967 543 542  
info@pce-iberica.es  
www.pce-iberica.es

### Termómetro infrarrojo para altas temperaturas PCE-889

1. Seguridad
2. Especificaciones técnicas
3. Funciones
4. Símbolos de la pantalla / Indicadores
5. Teclado
6. Medición / Ajustes
7. Cambio de la batería



1. Seguridad
 

Por favor lea atentamente las instrucciones de uso antes de poner el aparato en funcionamiento. No nos responsabilizamos de los daños causados por el incumplimiento de las siguientes indicaciones.

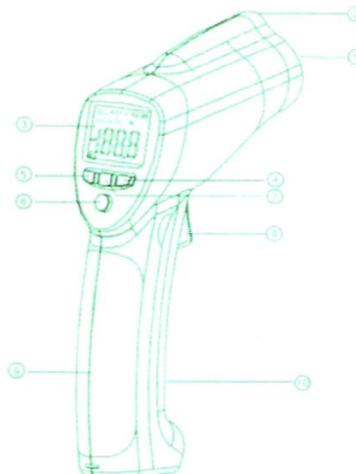
  - No dirija nunca el aparato hacia las personas / hacia los ojos
  - El aparato sólo debe usarse en el rango de temperatura indicado
  - No se deben realizar modificaciones técnicas en el aparato
  - Limpiar el aparato sólo con un paño húmedo

2. Especificaciones técnicas
 

Indicador: pantalla LCD de 3 ½ pos., iluminada  
 Valor K: 0,10 ... 1,0 (ajustable)  
 Rango: - 50 ... + 1000 °C  
 Resolución: 0,1 °C  
 Precisión: ± 5 °C (- 50 ... - 20 °C)  
 ± 1,5 % (- 20 ... + 200 °C)  
 ± 2 % (+ 200 ... + 538 °C)  
 ± 3,5 % (+ 538 ... + 1000 °C)

Tpo. de respuesta: < 1 s  
 Ratio de medición: 50 : 1  
 Rango espectral: 8 ... 14 µm  
 Diodo láser: 630 ... 670 nm (clase II)  
 Funciones: temperatura MIN / MAX / media y diferencial, función para mediciones de larga duración; alarma (alta / baja); iluminación de fondo

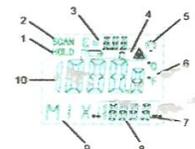
Alimentación: batería de bloque de 9 V  
 Cond. ambiente: < 90 % H.r.; 0 ... + 50 °C  
 Dimensiones: 55 x 100 x 230 mm  
 Peso: 290 g



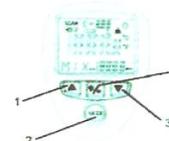
3. Funciones
  - 1 Sensor infrarrojo
  - 2 Salida del rayo láser
  - 3 Pantalla LCD
  - 4 Tecla - flecha para „Disminución“
  - 5 Tecla - flecha para „Aumento“
  - 6 Tecla „Mode“ para selección de modo
  - 7 Tecla para activar la iluminación de fondo
  - 8 Interruptor de accionamiento de la medición
  - 9 Asidero
  - 10 Tapa del compartimento de la batería

4. Símbolos de la pantalla / Indicadores
 

1) Mantenimiento del valor de medición „Hold“	2) „Scan“ = Medición
3) Valor de emisión „E“ con valor ajustado	4) Estado de la batería, láser activo
5) Iluminación de fondo (on / off)	6) Unidad de medición „C“ o „F“
7) Alarma alta y baja	8) Valores de temperatura MAX, MIN, y media (AVG), HAL / LAL (alarma alta y baja)
9) Símbolos para MAX, MIN, media (AVG), HAL / LAL, (alarma alta y baja)	10) Valor de temperatura actual



5. Teclado
  - 1) Tecla - flecha para „aumentar“ uno de los parámetros a ajustar (grado de emisión (EMS), alarma alta - baja (HAL / LAL)).
  - 2) Tecla „Mode“ (para recorrer las diferentes posibilidades de ajuste).
  - 3) Tecla - flecha para „disminuir“ uno de los parámetros a ajustar (grado de emisión (EMS), alarma alta - baja (HAL / LAL)).
  - 4) Encender y apagar el láser / la iluminación de fondo.

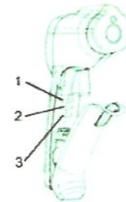


## Continuación de D.1

### 6. Medición / Ajustes

#### Función Modus (MODE)

El aparato determina el valor de temperatura actual, el valor medio de una serie de mediciones o el valor mínimo y máximo (cada vez que realiza una serie de mediciones). Estos valores son guardados en el aparato y pueden ser recuperados accionando la tecla „MODE“. Si se ha seleccionado un parámetro en la función Modus y se presiona a continuación la tecla de medición (8), se medirá en dicho modo. Al lado del valor de temperatura actual aparecerá también entonces en el sector inferior de la pantalla por ejemplo el valor máximo actual (MAX). Si acciona repetidas veces la tecla „MODE“, accederá por ejemplo al símbolo „HAL“ = alarma alta. En este modo podrá ajustar el valor límite deseado por medio de las teclas - flecha(4 + 5). Para activar la función de alarma deberá retirar la tapa anterior del aparato y realizar el siguiente ajuste en los interruptores: deslice el interruptor 2 (LOCK) hacia la derecha, así como el interruptor 3 (SET ALARM) también hacia la derecha. Vuelva a cerrar la tapa del aparato (imagen de la derecha). Si supera la „alarma alta“ en una serie de mediciones, el aparato comenzará a emitir pitidos. El mismo procedimiento resulta válido para la „alarma baja“. Si se encuentra por debajo del valor más bajo ajustado, el aparato emitirá igualmente un pitido. Con este ajuste el aparato permanece en el modo de medición prolongada. Cuando no desee continuar de esta manera deberá volver a deslizar el interruptor 2 (LOCK) hacia la izquierda. Podrá seguir utilizando los valores de temperatura límite máximo y mínimo, pero en modo de medición único (accionando el interruptor de medición). Con el interruptor 1 podrá seleccionar la unidad de indicación de la temperatura (izquierda °C / derecha °F).



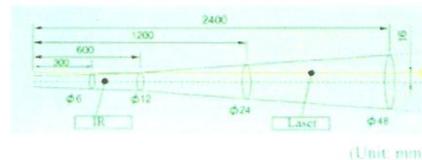
#### Medición / Ajuste del grado de emisión

Para medir la temperatura de un objeto debe dirigir el aparato en la dirección aproximada del mismo y presionar después el botón de accionamiento de la medición. Ahora verá el punto de destino del láser con el que puede visualizar el objeto con gran precisión. Mantenga presionado el botón y observe el indicador de temperatura de la pantalla. Espere hasta que el valor se estabilice. Si suelta el botón de accionamiento de la medición, desaparecerá el rayo rojo y finalizará la medición. El último valor aparecerá durante 7 seg. en la pantalla y después el aparato se apagará (ahorro energético). Para alcanzar una alta precisión deberá adaptar el aparato a la temperatura ambiente antes de realizar la medición. Si desea aumentar la precisión, deberá adaptar también el grado de emisión a la correspondiente superficie del material a medir. En la tabla de la derecha encontrará algunos ejemplos de dichos grados de emisión. Una vez que haya localizado en la tabla el valor adecuado, por ejemplo E = 0,94 (para hormigón) deberá introducir dicho valor en la pantalla. Para ello deberá encender el aparato con el interruptor de accionamiento de la medición (8). En la parte superior de la pantalla podrá ver por ejemplo E= 0,98. Si presiona la tecla „MODE“ repetidas veces hasta que aparezca „EMS“ en la parte inferior de la pantalla, podrá ajustar el valor deseado (4 + 5). En la parte superior de la pantalla podrá hacer un seguimiento del proceso hasta obtener el valor deseado. Ahora puede llevar a cabo la medición (el grado de emisión permanece con este ajuste hasta que usted lo modifique).

Asfalto	0,90 - 0,98	Ladrillo	0,93 - 0,96
Hormigón	0,94	Mármol	0,94
Cemento	0,96	Morlero	0,89 - 0,91
Arena	0,90	Caucho	0,94
Tierra	0,92 - 0,96	Plástico	0,85 - 0,95
Agua	0,92 - 0,96	Madera	0,90
Ropa	0,98	Papel	0,70 - 0,94
Piel	0,81 - 0,83	Cromo	0,81
Cuero	0,75 - 0,80	Cobre	0,78
Polvo	0,96	Hierro	0,78 - 0,82
Pintura	0,97	Textil	0,90
Hielo	0,96 - 0,98	Cerámica	0,90 - 0,94
Nieve	0,83	Baldosa	0,80 - 0,91

#### Relación con el punto de medición

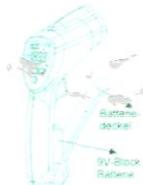
Relación de la distancia de medición del termómetro con el tamaño del punto de medición. Tenga siempre en cuenta que en mediciones a grandes distancias, el punto de medición es mucho mayor, con lo que también está midiendo una superficie mayor, lo que a veces no se desea. En este esquema podrá ver que el aparato registra una buena relación. En una distancia de medición de 2,4 m el diámetro del punto de medición es de sólo 16 mm. A una pequeña distancia de 30 cm el aparato tiene un diámetro de tan solo 6 mm, por lo que cuenta con la posibilidad de medir incluso pequeños componentes.



### 7. Cambio de la batería

El aparato le informa en la pantalla del estado de la batería (si aparece el símbolo de la batería, la tensión requerida es escasa. Deberá cambiar la batería.).

- 1) Abra la tapa del compartimento de la batería (tapa del asidero)
- 2) Reemplace las baterías viejas por unas nuevas.
- 3) Vuelva a cerrar la tapa del compartimento de la batería. Preste atención al cable en el proceso.



Si tiene alguna pregunta, no dude en consultarnos.

En esta dirección encontrará la técnica de medición: <http://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida.htm>

En esta dirección encontrará los medidores: <http://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/medidores.htm>

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

<b>Título</b>	ANÁLISIS DEL EFECTO DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE BOBINAS TRATADAS TÉRMICAMENTE A TRAVÉS DE VENTILACIÓN FORZADA, EN LOS TIEMPOS DE PARADAS DE LAS MÁQUINAS CABLEADORAS POR MATERIAL CALIENTE, DE LA EMPRESA C.V.G CABELUM C.A, CIUDAD BOLÍVAR - ESTADO BOLÍVAR.
<b>Subtítulo</b>	

### Autor(es)

<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Código CVLAC / e-mail</b>	
Winder V. Monasterio M.	<b>CVLAC</b>	20.555.189
	<b>e-mail</b>	Winder864@hotmail.com
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	

### Palabras o frases claves:

Análisis del Efecto
Sistema de Enfriamiento
Ventilación Forzada
Bobinas
Empresa C.V.G CABELUM C.A

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

### Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Departamento de Ingeniería Industrial	Ingeniería Industrial

### Resumen (abstract):

La investigación tiene como objetivo general, Analizar el efecto de un sistema de enfriamiento de bobinas tratadas térmicamente a través de ventilación forzada, en los tiempos de paradas de las máquinas cableadoras por material caliente, de la empresa C.V.G CABELUM C.A, Ciudad Bolívar-Estado Bolívar. La investigación es de tipo descriptiva con un diseño de campo experimental. El análisis e interpretación de los datos obtenidos se realizó: en primer lugar la descripción del proceso de fabricación de conductores eléctricos, luego se realizó un análisis del proceso actual de enfriamiento de bobinas y un diagnóstico de la situación actual del proceso de cableado respecto al proceso de enfriamiento de bobinas, en las cuales se pudo conocer cómo se encuentra el proceso actualmente. Se analizó el tiempo de enfriamiento de las bobinas bajo el proceso actual, el cual se determinó mediante un muestreo, el tiempo promedio de enfriamiento que es de 10 horas y la temperatura promedio es de 34.6 °C con un límite superior de 34.8 °C y el inferior de 34.4 °C. Posteriormente se realizaron dos pruebas pilotos bajo un sistema de ventilación forzada, la primera prueba con (9) bobinas se obtuvo un tiempo promedio de enfriamiento de 4 horas y la temperatura promedio 33.7 °C, en la segunda prueba con (1) bobina se obtuvo un tiempo promedio de enfriamiento de 3 horas y la temperatura promedio 32.9 °C. Luego, se realizó una comparación del tiempo de enfriamiento de las bobinas bajo el proceso actual con respecto a la implementación del enfriamiento forzado mediante contrastes de hipótesis. Por último se caracterizó los elementos que integrarían el sistema de ventilación forzada de manera que permita reducir considerablemente las horas en el proceso de enfriamiento, y por ende aumentar la producción en el proceso de cableado para que la empresa perciba una mayor utilidad, y cumplir con los requerimientos de sus clientes.

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

### Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail
Mariel, Mora	ROL CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC
	e-mail mcmcaa@hotmail.com
	e-mail
Jesús, Figueroa	ROL CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC
	e-mail J2112.figueroa@hotmail.com
	e-mail
Alejandro, Villegas	ROL CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC
	e-mail alejandrovillegas@hotmail.com
	e-mail
	ROL CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC
	e-mail
	e-mail

### Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2012	11	14

Lenguaje Spa

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

### Archivo(s):

Nombre de archivo
Tesis-nombre del archivo.Doc
Tesis-Análisis del efecto de un sistema de enfriamiento.Doc

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S  
T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 \_ - .

### Alcance:

#### Espacial:

(Opcional)

#### Temporal:

(Opcional)

**Título o Grado asociado con el trabajo:** Ingeniería Industrial

**Nivel Asociado con el Trabajo:** Pre-Grado

**Área de Estudio:** Departamento de Ingeniería Industrial

**Otra Institución que garantiza el Título o grado:** Universidad de Oriente

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CU N° 0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano  
**Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ**  
Vicerrector Académico  
Universidad de Oriente  
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE	
SISTEMA DE BIBLIOTECA	
RECIBIDO POR	<i>Martínez</i>
FECHA	5/8/09
HORA	5:30

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

*Juan A. Bolanos Curvelo*  
Secretario

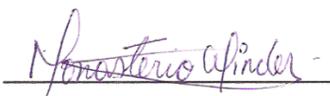


C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/marija

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

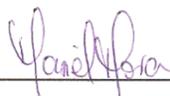
**Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009) :** "Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización."



**AUTOR 1**

---

**AUTOR 2**



**TUTOR**