



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

**DISEÑO DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO MECÁNICO PARA
MOTORES ELÉCTRICOS Y CONTROL DE EMISIÓN DE GASES DEL HORNO EN
LÍNEA DE PRODUCCIÓN MULTI-PRODUCTO EN LA EMPRESA PANIFRESH**

José Francisco Urizar Coronado

Asesorado por el Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma

Guatemala, septiembre de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO MECÁNICO PARA
MOTORES ELÉCTRICOS Y CONTROL DE EMISIÓN DE GASES DEL HORNO EN
LÍNEA DE PRODUCCIÓN MULTI-PRODUCTO EN LA EMPRESA PANIFRESH**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ FRANCISCO URIZAR CORONADO
ASESORADO POR EL ING. CARLOS ANÍBAL CHICOJAY COLOMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
EXAMINADOR	Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO MECÁNICO PARA
MOTORES ELÉCTRICOS Y CONTROL DE EMISIÓN DE GASES DEL HORNO EN
LÍNEA DE PRODUCCIÓN MULTI-PRODUCTO EN LA EMPRESA PANIFRESH**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica con fecha 6 de octubre de 2017.



José Francisco Úrizar Coronado

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 10 de agosto de 2018
REF.EPS.DOC.642.08.18.

Ing. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **José Francisco Urizar Coronado** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 201020719, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO MECÁNICO PARA MOTORES ELÉCTRICOS Y CONTROL DE EMISIÓN DE GASES DE HORNO EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN MULTIPRODUCTO EN LA EMPRESA PANIFRESH.**

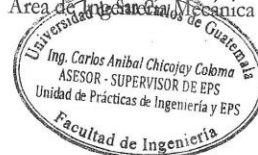
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Ing. Carlos Anibal Chicojey Coloma
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica



c.c. Archivo
CACC/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 10 de agosto de 2018
REF.EPS.D.296.08.18

Ing. Carlos Roberto Pérez Rodríguez
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Presente

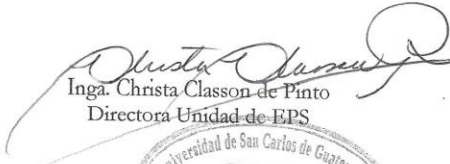
Estimado Ingeniero Pérez Rodríguez:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **DISEÑO DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO MECÁNICO PARA MOTORES ELÉCTRICOS Y CONTROL DE EMISIÓN DE GASES DE HORNO EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN MULTIPRODUCTO EN LA EMPRESA PANIFRESH**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **José Francisco Urizar Coronado** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Carlos Anibal Chicojay Coloma.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS



CCdP/ra

Edificio de EPS, Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, zona 12.

Teléfono directo: 2442-3509

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor-Supervisor y del Director de la Unidad de EPS, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO MECÁNICO PARA MOTORES ELÉCTRICOS Y CONTROL DE EMISIÓN DE GASES DEL HORNO EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN MULTI-PRODUCTO EN LA EMPRESA PANIFRESH**, del estudiante **José Francisco Urizar Coronado**, CUI No. **1660882180301**, Reg. Académico No. **201020719** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Julio César Campos Paiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, septiembre de 2018
/aej

Universidad de San Carlos
de Guatemala




Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 341.2018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO MECÁNICO PARA MOTORES ELÉCTRICOS Y CONTROL DE EMISIÓN DE GASES DEL HORNO EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN MULTI-PRODUCTO EN LA EMPRESA PANIFRESH,** presentado por el estudiante universitario: **José Francisco Urizar Coronado,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, septiembre de 2018

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la sabiduría y entendimiento necesario para alcanzar esta meta.
- Mi padre** Francisco Urizar, por todo el esfuerzo para darme la oportunidad de ser un profesional.
- Mi madre** Victoria Coronado, por su apoyo, esfuerzo, amor y dedicación a sus hijos y la oportunidad de seguir mi sueño.
- Mis hermanas** Cecilia, Alejandra y Regina Urizar Coronado, por el cariño y ánimos a seguir adelante.
- Mi novia** Cristina Samayoa Pérez, por todo su apoyo y amor incondicional para culminar esta etapa de mi vida.
- Mis sobrinos** Camila, Daniel Ramírez Urizar, Stephanie Monzón Urizar, Jose Fabian y Alice Izabela López Urizar, por los buenos momentos que hemos compartido.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por haberme abierto las puertas de esta casa de estudio, por verme crecer y trascender a lo largo de la carrera.
Facultad de Ingeniería	Por darme las herramientas necesarias para mi futuro
Ing. Carlos Pérez	Por su ayuda y apoyo en el proceso del Ejercicio Profesional Supervisado.
Ing. Carlos Aníbal Chicojay	Por los conocimientos compartidos y la supervisión a lo largo de este trabajo.
Victor Aguilar	Por darme la oportunidad de realizar el Ejercicio Profesional Supervisado en la planta Panifresh.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO	IX
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Información general de la empresa.	1
1.1.1. Descripción de la empresa.	1
1.1.1.1. Ubicación de la empresa.	1
1.1.1.2. Historia	2
1.1.1.3. Visión y misión.....	3
1.1.1.4. Estructura	3
1.1.1.5. Servicios que presta la empresa.....	4
1.1.2. Departamento Técnico	4
1.1.2.1. Actividades	5
1.1.2.2. Organigrama del departamento	6
1.1.2.3. Breve descripción del mantenimiento predictivo mecánico de motores eléctricos de la línea Multi-producto.	7
1.1.2.4. Breve descripción del control de emisión de gases de horno de la línea Multi- producto.....	8
1.2. Información técnica	8

1.2.1.	Breve descripción de la estrategia de mantenimiento	9
1.2.2.	Descripción de fábrica Panifresh	10
1.2.3.	Línea Multi-producto (esta línea de producción hace pan de Pollo Campero y Empaca)	11
1.2.4.	Mantenimiento	11
1.2.5.	Tipos de mantenimiento	12
1.2.6.	Mantenimiento predictivo	13
1.2.7.	Equipo de instrumentación que se utilizará para la toma de datos	14
1.2.8.	Motores eléctricos	17
1.2.9.	Control de emisión de gases al ambiente	18
1.3.	Evaluación de las deficiencias de los mantenimientos actuales en el área de línea Multi-producto	19
1.3.1.	Situación actual	19
1.3.2.	Diagnóstico de los planes de mantenimiento en área de línea Multi-producto	20
1.3.3.	Presupuesto del proyecto	20
1.3.4.	Ahorro de combustible GLP (gas licuado de petróleo)	20
1.3.5.	Ahorro de energía eléctrica	21
1.3.6.		
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	27
2.1.	Situación actual	27
2.1.1.	Tipo de diseño actual	27
2.1.1.1.	Descripción de las piezas críticas que forman el tipo de mantenimiento predictivo	28

	2.1.1.2.	Descripción de desmontaje de motores eléctricos en la línea de producción.....	28	
2.2.		Proceso de diseño de plan y control de mantenimiento	31	
	2.2.1.	Diseño de plan.....	31	
		2.2.1.1.	Toma de datos.....	40
		2.2.1.2.	Procedimiento de termografía.....	41
		2.2.1.3.	Procedimiento de analizador de combustión portátil.....	43
2.3.		Resultados.....	47	
	2.3.1.	Motores eléctricos en línea Multi-producto	47	
	2.3.2.	Análisis de variación de temperatura para determinar tiempos de mantenimiento.....	58	
	2.3.3	Horno de túnel en línea Multi-producto.....	118	
3.		FASE DE DOCENCIA	127	
	3.1.	Programa de capacitación	127	
	3.2.	Conceptos importantes.....	127	
		3.2.1.	Presentación de la propuesta de diseño de mantenimiento predictivo y control de emisión de gases al ambiente.....	130
		CONCLUSIONES	133	
		RECOMENDACIONES.....	135	
		BIBLIOGRAFÍA.....	137	

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de la empresa.....	2
2.	Estructura de la empresa	4
3.	Organigrama del departamento industrial	7
4.	Cámara térmica Flir i7	15
5.	Analizador de combustión	16
6.	Máquina asíncrona trifásica	17
7.	Consumo de energía eléctrica en el mundo.....	23
8.	Consumo de energía eléctrica en la industria	23
9.	Implementos de seguridad industria	29
10.	Aislamiento.....	42
11.	Rodamiento posterior	43
12.	Bacharach PCA®3	44
13.	Conexión de mangueras	45
14.	Pantalla con vista de partículas a medir.....	45
15.	Punto de análisis.....	46
16.	Impresora de análisis de gases.....	47
17.	Temperatura aislamiento ME1	59
18.	Placa ME1	60
19.	Temperatura aislamiento ME2	61
20.	Placa ME2.....	61
21.	Temperatura aislamiento ME3	63
22.	Placa ME3.....	63
23.	Temperatura aislamiento ME4	65

24.	Placa ME4	65
25.	Temperatura aislamiento ME5	67
26.	Placa ME5	67
27.	Temperatura aislamiento ME6	69
28.	Placa ME6	69
29.	Temperatura aislamiento ME7	71
30.	Placa ME7	71
31.	Temperatura aislamiento ME8	73
32.	Placa ME8	73
33.	Temperatura aislamiento ME9	75
34.	Placa ME9	75
35.	Temperatura aislamiento ME10	77
36.	Placa ME10	77
37.	Temperatura aislamiento ME11	79
38.	Placa ME11	79
39.	Temperatura aislamiento ME12	81
40.	Placa ME12	81
41.	Temperatura aislamiento ME13	83
42.	Placa ME13	83
43.	Temperatura aislamiento ME14	85
44.	Placa ME14	85
45.	Rodamiento posterior ME14	86
46.	Rodamiento delantero ME14	87
47.	Temperatura aislamiento ME15	88
48.	Placa ME15	88
49.	Temperatura aislamiento ME16	89
50.	Placa ME16	90
51.	Temperatura aislamiento ME17	91
52.	Placa ME17	91

53.	Temperatura aislamiento ME18	93
54.	Placa ME18.....	93
55.	Temperatura aislamiento ME19	95
56.	Placa ME19.....	95
57.	Temperatura aislamiento ME20	97
58.	Placa ME20.....	97
59.	Temperatura aislamiento ME21	99
60.	Placa ME21	99
61.	Temperatura aislamiento ME22	101
62.	Placa ME22.....	101
63.	Temperatura aislamiento ME23	103
64.	Placa ME23.....	103
65.	Temperatura aislamiento ME24	105
66.	Placa ME24.....	105
67.	Temperatura aislamiento ME25	107
68.	Placa ME25.....	107
69.	Temperatura aislamiento ME26	109
70.	Placa ME26.....	109
71.	Rodamiento delantero ME26.....	111
72.	Rodamiento posterior ME26.....	112
73.	Temperatura aislamiento ME27	113
74.	Placa ME27	113
75.	Temperatura aislamiento ME28	115
76.	Placa ME28.....	115
77.	Temperatura aislamiento ME29	117
78.	Placa ME29.....	117
79.	Potencia de horno	124
80.	Docencia	132

TABLAS

I.	Presupuesto para la empresa del costo del plan	20
II.	Herramienta para desmontaje de motor eléctrico	30
III.	Tipos de aislamiento	34
IV.	Programa de actividades semanal de toma de datos	41
V.	Datos de placa de motores eléctricos	48
VI.	Datos de combustión	119
VII.	Partículas de gases	120
VIII.	Clasificación de hornos de tipo indirecto	124
IX.	Emisiones permitidas en hornos indirectos	125
X.	Programa de actividades de gases	126

GLOSARIO

Aislamiento	Acción y efecto de aislar.
Casco de seguridad	Protege la cabeza de quien lo usa de peligros y golpes mecánicos.
Cofia	Gorro de lino u otra tela fina que cubre toda la cabeza hasta la nuca, es un gorro utilizado para mantener recogido o escondido el cabello por razones de higiene o antiguamente como signo de respetabilidad.
Control de emisiones	Se refiere a las tecnologías que se utilizan para reducir las causas de contaminación del aire.
Fiabilidad	Confianza que una cosa o persona ofrece.
Herramienta	Es un objeto elaborado a fin de facilitar la realización de una tarea mecánica que requiere de una aplicación correcta de energía.
Línea de producción	Es un conjunto de operaciones secuenciales en una fábrica de materiales que se ponen a través de un proceso para producir un producto final que es adecuado para su posterior consumo.

Mantenimiento	Se denomina mantenimiento al procedimiento mediante el cual un determinado bien recibe tratamientos a efectos del paso de tiempo, el uso o el cambio de circunstancias exteriores no lo afecte.
Placa de bornera	Placa en la cual están conectadas las líneas de corriente eléctrica para alimentar el motor eléctrico.
Predictivo	Viene de la palabra predecir que significa anticipar la ocurrencia de un suceso.
Proceso	Es una unidad de actividad que se caracteriza por la ejecución de una secuencia de instrucciones, un estado actual, y un conjunto de recursos del sistema asociados".
Producto	Es una opción elegible, viable y repetible que la oferta pone a disposición de la demanda, para satisfacer una necesidad o atender un deseo a través de su uso o consumo
Tapones para los oídos	Son una prenda de protección que se inserta en el canal auditivo externo para evitar dañar la capacidad de audición de quien los lleva. Se usan en ambientes con ruidos muy fuertes, o para evitar que entre el agua, arena o viento.
Placa de bornera	Placa en la cual están conectadas las líneas de corriente eléctrica para alimentar el motor eléctrico.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El mantenimiento es uno de los factores importantes para los problemas que la empresa trata de evitar y por eso la implementación de diseños de plan de mantenimiento predictivo y el debido control de las emisiones de gases en la línea Multi-producto.

Es muy importante para su buen funcionamiento en el área de producción y la correcta predicción para reemplazar los rodamientos, la cual este fallando en algún motor eléctrico, así el mecánico de turno este seguro de la falla en el motor eléctrico de la línea y el control de las emisiones.

Siguiendo los parámetros internacionales que impone el ministerio de ambiente para el control de gases en industrias de carácter alimenticio, y garantizar la mejor predicción de fallas con el diseño de plan de mantenimiento predictivo.

Es algo muy importante el mantenimiento predictivo ya que la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento de motores y control de gases; entonces no se podía saber que motor necesita mantenimiento solamente con el historial que genera ordenes de trabajo, solo de esta manera se sabe y por el mantenimiento anual que se le hace en general a toda la línea de producción.

OBJETIVOS

General

Diseñar el plan de mantenimiento predictivo mecánico a motores eléctricos y control de emisión de gases al ambiente

Específicos

1. Utilizar la tecnología de termografía para su correcta aplicación de acuerdo con los datos obtenidos en la misma.
2. Determinar fallas por medio de termografía en los motores de la línea para evitar paros no planeados
3. Controlar las emisiones de gases al ambiente siguiendo los parámetros internacionales, ya que Guatemala no cuenta con dichos parámetros o normas.
4. Elaborar plan de mantenimiento predictivo mecánico a motores eléctricos de acuerdo con los resultados obtenidos en las mediciones.

INTRODUCCIÓN

Panifresh actualmente cuenta con 9 líneas de producción anteriormente mencionadas se utilizan para la fabricación de productos alimenticios, unos de los productos que se elaboran en esta empresa son tortillas de harina, pan de leche, croissant, muffins, entre otros.

Algunos de estos productos son exportados y una gran parte se queda al consumo de Guatemala, este proyecto está enfocado en una línea de producción llamada Multi-producto, su propio horno y motores eléctricos para la que se diseñó el plan de mantenimiento predictivo y control de emisión de gases adecuado.

La empresa planifica el mantenimiento cada cierto tiempo por ser muy productiva ya que la producción que tienen se mantiene bastante alta, y no pueden tener paros no planeados a causa de motores sobrecalentados y para eso se hacen los diseños del plan de mantenimiento, para un buen porvenir de la empresa y reducir las complicaciones a futuro.

Estos planes son bastantes viables para su desarrollo ya que las tecnologías tienen un papel muy importante al momento de la recolección de datos que se genera en cada uno de los motores y en el control de gases.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Información general de la empresa

Panifresh cuenta con 9 líneas, las cuales se dedica a la producción de pan y pastelería, distribuye todos sus productos a empresas privadas a las cuáles tiene que abastecer todos los días con producto de calidad y muy fresco, cuenta con varias fábricas en distintos países.

1.1.1. Descripción de la empresa

El pan que produce Panifresh recorre largos caminos, 24 horas, todos los días del año. Panifresh hace pasteles, pies, tortillas y croissants hechos a la medida de cada cliente, de acuerdo con sus requerimientos de empaque, horarios de carga, y días de entrega. Es una empresa experta en exportación de pan congelado y puede distribuir a cualquier parte del mundo.

1.1.1.1 Ubicación de la empresa

Panifresh se encuentra ubicada en Av. Mariscal 21-80 Zona 11, Guatemala, Guatemala.

Figura 1. Ubicación de empresa



Fuente: Ubicación Panifresh. Google maps <https://directorio.guatemala.com/listado/pani-fresh-s-a.html>. Consulta: 02 de febrero de 2018.

1.1.1.2. Historia

Panifresh se fundó en 1992 con el objetivo de producir pan para los restaurantes de comida rápida, principalmente la cadena de McDonald's.

En 1996 crean una alianza con la empresa *Fresh Start Bakeries*, quien era uno de los proveedores de pan para McDonald's en esa época. Este convenio les permite abastecer a los más grandes restaurantes de la región. En sus inicios se contaba únicamente con 2 líneas de producción para pan hamburguesa y otras variantes, en 2003 se implementó una nueva línea encargada de producir english muffin, esto les permitió aumentar su cartera de productos para los clientes más importantes en ese momento.

Siguiendo la misma línea de innovación, se implementa una línea de pastelería en 2006, luego la línea de tortillas de harina en 2007. El crecimiento exponencial de la empresa les permitió abastecer por sus propios medios al segmento de comida rápida de la región, dejando atrás la alianza formada con *Fresh Start Bakeries*. Actualmente la planta contiene 9 líneas de producción completamente automatizadas, la eficiencia de producción es el resultado de esta inversión, generando así un gran nivel de competitividad que les permite ser proveedores a empresas de toda América Latina.

1.1.1.3. Visión y misión

A continuación se describirá la visión, misión de Panifresh.

- Misión

Estar comprometidos a dar y ofrecer productos y servicios con un 100 % de calidad y excelencia a todos nuestros clientes, internos y externos a través del mejoramiento continuo y la vivencia personal de nuestros valores, contribuyendo así al desarrollo integral del país.

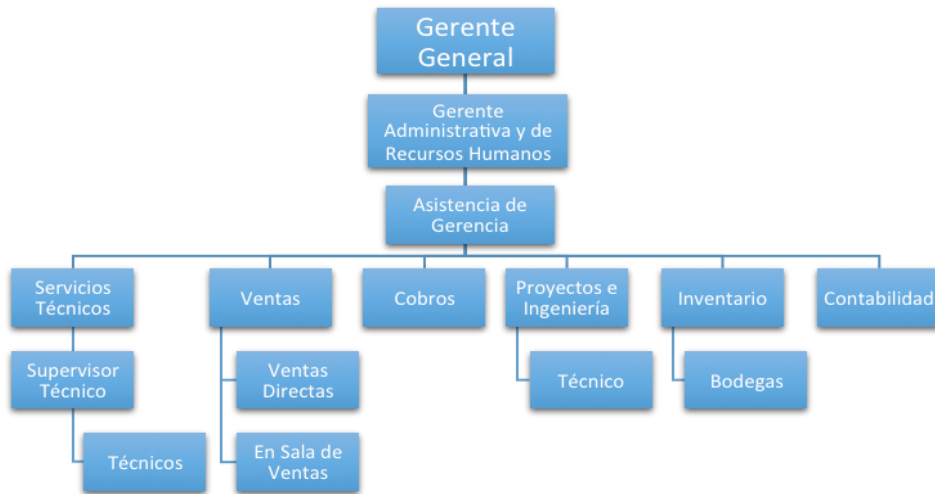
- Visión

Hacer alianzas estratégicas para reinventar con pasión el bienestar de la empresa.

1.1.1.4. Estructura

En la figura 2 se describe la estructura organizacional con la que cuenta Panifresh

Figura 2. Estructura de empresa



Fuente: Organigrama Panifresh. <https://bit.ly/2HR6y21>. Consulta: 02 de febrero de 2018.

1.1.1.5. Servicios que presta la empresa

Panifresh se dedica a la producción de alimentos en el área de panadería y pastelería. Se dedican a elaborar productos para restaurantes de comida rápida como McDonald's, Pollo Campero, Burger King, entre otras. Hacen lo que les pida, al tamaño y medida, tendencia, con el *topping* y con el sabor o forma de cada exigencia y gusto. Lo único que se puede cambiar es la forma de hacerlo siempre bien. La calidad es el compromiso irrenunciable de Panifresh. Son expertos en la diferenciación de cada producto que se fabrica, así que tu receta es tuya y aquí se respeta.

1.1.2. Departamento técnico

El departamento técnico es un lugar donde está ubicada la bodega de la empresa Panifresh, el cual los mecánicos de turno acuden con los bodegueros para proporcionarles todo tipo de herramienta y como lo es materiales o repuestos para las líneas de producción en general, asimismo, se les da permisos de trabajo a las personas que son terceros, este departamento se encarga de proveer todo tipo de repuestos necesarios a toda la planta. El departamento técnico está capacitado para atender todo tipo de emergencias que pueda tener alguna línea de producción durante el proceso de producción, al igual que mantiene un *stock* de materiales para contar en cualquier momento de ellos y claro tienen días estratégicos para comprar sus repuestos, ya que gerencia les impone este tipo de reglas para contar con sus proveedores estén a la orden del día, para que cuando los mecánicos los necesiten de un momento a otro, todos los repuestos están disponibles, pero esto sucede todos los viernes que hay mantenimiento y cuando la producción esta normal, ahora cuando la producción es muy alta es muy difícil que la línea pare por ende no hay mantenimiento el día viernes.

1.1.2.1. Actividades

Las actividades diarias que se realizan dentro del departamento son las de proveer y surtir de repuestos la bodega para todas las líneas de producción dentro de la planta y mantener la disponibilidad de repuestos, ya que en cualquier momento son de gran utilidad para los mantenimientos constantes de todas las líneas de producción o emergencias que se puedan dar en los diferentes turnos, se hacen inventarios, ya que muchas veces el problema es que no hay bodeguero el día domingo entonces el día lunes todos los mecánicos de turno tienen que apuntar en una bitácora, pero muchos no lo hacen entonces ese

es el problema que no se sabe que repuesto salió de bodega y al mismo momento desabastece la bodega, por esto y mucho más el departamento está buscando la manera de cambiar las cosas y lo que se implementaría sería un lector de códigos para cada repuesto y colocar una alarma para que cuando no lo lea suene por lo contrario les va generar un listado de repuestos que salió y que ya no están disponibles y así hacer el pedido lo más pronto posible con los proveedores.

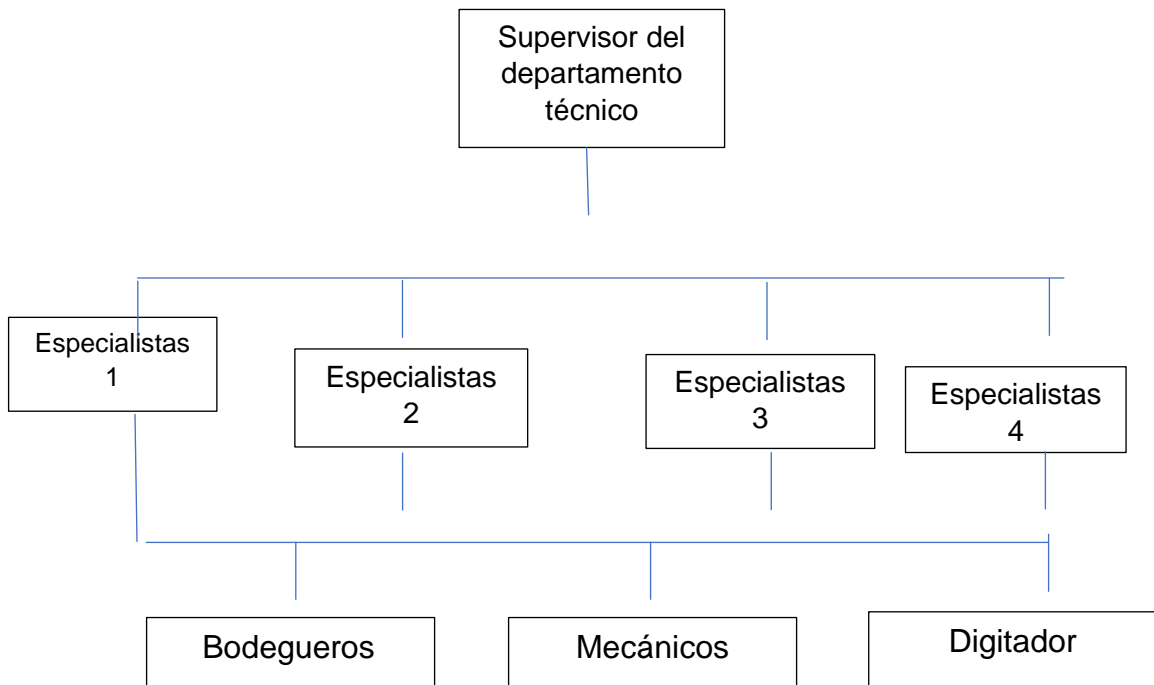
1.1.2.2. Organigrama del departamento

Dentro del departamento técnico existen diferentes tipos de puestos para el buen desarrollo de este:

- Supervisor de departamento: se dedica a dirigir el departamento entero y verificar que todos sus especialistas estén al tanto de cualquier situación que pueda existir de emergencia.
- Especialistas 1, 2, 3, 4: se dedica a realizar tareas como distribuir diferentes tareas a distintos mecánicos que tienen a su cargo.
- Bodeguero: se dedica a mantener todo tipo de repuesto dentro y fuera de la bodega, así como tener el control de la bodega para que en algún momento de emergencia exista el repuesto y evitar los paros no planeados.
- Mecánico: se dedica a cubrir cualquier emergencia dentro de las líneas o llamados de jefes operarios de las líneas de producción.

- **Digitador:** es lo mismo que un bodeguero solo que su bodega es virtual, se dedica a tener registros y control virtuales de todos los repuestos dentro de la bodega.

Figura 3. **Organigrama del Departamento Industrial**



Fuente: elaboración propia.

1.1.2.3. Breve descripción del mantenimiento predictivo mecánico de motores eléctricos de la línea Multi-producto

Para lograr este tipo de mantenimiento existen diferentes medios para predecir la falla que pueda tener en los distintos cojinetes, pero para estos motores se les da seguimiento de control por medio de termografía, es un tanto rutinario ya que se les da control con la cámara termográfica para ver las

temperaturas de los rodamientos y aislamiento que va dentro de la carcasa del motor, se les da el control a 29 motores eléctricos para determinar cuales se pueden reemplazar o realizar mantenimiento, todo depende de la marca del motor, las marcas de los motores eléctricos son sew-eurodrive, baldor-reliance, Sumitomo. A la marca Sumitomo esta misma empresa es la encargada de dar mantenimiento a estos motores, la empresa Panifresh paga por estos servicios o alguna compra de motor eléctrico y por lo que es las otras marcas, los mecánicos de turno son los encargados de dar mantenimiento necesario a estos motores eléctricos.

1.1.2.4. Breve descripción del control de emisión de gases de horno de la línea Multi-producto

Para el control de emisión de gases al ambiente se cuenta con un analizador de combustión, el cual se introduce la termocupla en un agujero cerca de los quemadores de gas GLP o en la chimenea o bien el lugar apropiado donde pueda hacer toma de datos, ya que en esta línea se hace el análisis cerca de los quemadores de GLP, estos mismos gases son extraídos de adentro del horno por medio de una turbina y recircular el calor restante que acompaña estos gases y luego ser expulsados al ambiente, estos datos son analizados con parámetros internacionales de Costa Rica. Guatemala no cuenta con parámetros normados para plantas panificadoras entonces todos los parámetros son comparados con los de Costa Rica.

1.2. Información técnica

A continuación se detallan brevemente todos los tipos mantenimiento que existen y como puede influir el mantenimiento predictivo en un objeto o máquina, así como, darle mantenimiento con las diferentes herramientas existentes en

campo para su correcta utilización y todas las normas de fabricación de un motor eléctrico.

1.2.1. Breve descripción de la estrategia de mantenimiento

Una planta industrial requiere de la aplicación de diversos tipos de tareas de mantenimiento para compensar el desgaste y la pérdida de prestaciones que el uso y el tiempo provocan en la instalación. Habitualmente, las tareas a llevar a cabo son de diferentes tipos, y constituyen una mezcla heterogénea, distinta en cada tipo de instalación.

Diferentes instalaciones requieren diferentes estrategias de mantenimiento. Así, hay instalaciones en las que las tareas predominantes son las de tipo correctivo, ocupando las tareas con mayor carácter preventivo un papel absolutamente secundario; hay otras plantas en las que las tareas que marcan la actividad de mantenimiento son las de tipo condicional o predictivo, siendo las de carácter sistemático o las de carácter correctivo minoritarias. Hay un tercer grupo de plantas en las que se requiere unas revisiones sistemáticas, apenas se aplican las tareas de carácter condicional y las averías son un efecto no deseado que se trata de minimizar a toda costa. Existe un grupo de instalaciones en las que la base del mantenimiento son las grandes revisiones que se hace cada cierto tiempo generalmente con una periodicidad anual o superior. Y existe por último un grupo de instalaciones a las que se les exige una gran disponibilidad para producir una fiabilidad en la predicción de su producción y un número de averías mínimo.

La determinación de cualquiera de las cinco políticas expuestas es lo que se denomina estrategia de mantenimiento. Una estrategia de mantenimiento es la decisión que adoptan los responsables de la gestión de una planta para dirigir su

mantenimiento, haciendo que un grupo de tareas sean la base de la actividad de mantenimiento, y el resto de las tareas esté supeditadas a ese tipo básico de tareas. Así, existen al menos cinco estrategias de mantenimiento:

- Estrategia correctiva: en la que la reparación de averías es la base del mantenimiento.
- Estrategia condicional: es la realización de determinadas observaciones y pruebas la que dirige la actividad de mantenimiento.
- Estrategia sistemática: en la que el mantenimiento se basa en la realización de una serie de intervenciones programadas a lo largo de todo el año en cada uno de los equipos que componen la instalación.
- Estrategia de alta disponibilidad: se busca tener operativa la instalación para producir el máximo tiempo posible, y, por tanto, las tareas de mantenimiento han de agruparse necesariamente en unos periodos de tiempo muy determinados, con poca afección a la producción.
- Estrategia de alta disponibilidad y fiabilidad: en la que no solo se confía el buen estado de la instalación a la realización de tareas de mantenimiento, sino que es necesario aplicar otras técnicas en otros campos (la ingeniería, el análisis de averías, entre otros) para garantizar simultáneamente una alta disponibilidad y una alta fiabilidad de las previsiones de producción.

1.2.2. Descripción de fábrica Panifresh

Panifresh es una empresa guatemalteca dedicada a la producción de alimentos en el área de panadería y pastelería. Se dedican a elaborar productos para restaurantes de comida rápida como McDonald's, Pollo Campero, Burger King, entre otras, proveen producto para Guatemala y gran parte internacionalmente tales como, Usa, Costa Rica, Panamá, México, España. La productividad y eficiencia es una de sus esenciales virtudes, ya que cuentan con

9 líneas de producción completamente automatizadas. Esto les permite cumplir con la calidad y exigencias de sus clientes además se está expandiendo por Costa Rica, Panamá por la alta demanda de pan en las empresas consumo alimenticio además de las industrias panificadoras que ya existían en usa, Guatemala, entre otros.

1.2.3. Línea Multi-producto (esta línea de producción hace pan de Pollo Campero y Empaca)

Esta línea de producción como su nombre lo indica es Multi-producto ya que esta se dedica a hacer o elaborar todo en panadería, como el pan de pollo campero, McDonald's, entre otros. Esta línea tiene turnos rotativos de operarios y la producción es bastante elevada, ya que las empresas necesitan estar siempre abastecidas de producto. El pan de hamburguesa y todo tipo de pan es muy delicado y necesita mucho cuidado, por esto la línea de producción no tiene descanso, exceptuando el viernes que la intervienen y le dan el mantenimiento a lo que haya generado orden de trabajo para los mecánicos de turno, ya que ellos son los responsables de dar el mantenimiento con la herramienta y material necesario a las diferentes partes de la línea de producción Multi-producto.

1.2.4. Mantenimiento

En términos generales por mantenimiento se designa al conjunto de acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado, en el cual el mismo pueda desplegar la función requerida o las que venía desplegando hasta el momento en que se dañó, en caso de que haya sufrido alguna rotura que hizo que necesite del pertinente mantenimiento y arreglo.

La acción de mantenimiento de restauración normalmente no solamente implica acciones de tipo técnico sino también administrativas. En tanto a instancias del mundo de las telecomunicaciones y de la ingeniería, el término de mantenimiento ostenta varias referencias, entre ellas: comprobaciones, mediciones, reemplazos, ajustes y reparaciones que resulten de vital importancia para mantener o reparar una unidad funcional de manera que esta pueda cumplir sus funciones pertinentes, aquellas acciones, como ser de inspección, comprobación, clasificación o reparación, para mantener materiales en una condición adecuada o los procesos para lograr esta condición, acciones de provisión y reparación necesarias para que un elemento continúe cumpliendo el cometido para el cual está destinado o fue creado y las rutinas recurrentes y necesarias para mantener en buen estado y funcionamiento las instalaciones (plantas industriales, edificios, propiedades inmobiliarias)

1.2.5. Tipos de mantenimiento

Tradicionalmente, se han distinguido 5 tipos de mantenimiento, se diferencia entre sí por el carácter de las tareas:

- **Mantenimiento correctivo:** es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.
- **Mantenimiento preventivo:** es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene, aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.

- **Mantenimiento predictivo:** es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, entre otros) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo.
- **Mantenimiento cero horas:** es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo.
- **Mantenimiento en uso:** es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios de este. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tal solo un entrenamiento breve.

1.2.6. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo o basado en la condición evalúa el estado de la maquinaria y recomienda intervenir o no en función de su estado, lo cual produce grandes ahorros.

El diagnóstico predictivo de maquinaria se desarrolla en la industria en la década que va desde mediados de los ochenta a mediados de los noventa del siglo XX. Actualmente, las filosofías predictivas se aplican en la maquinaria crítica en aquellas plantas que cuentan con una gestión optimizada de sus

activos (RCM, ISO 55001, RBM.0). El mantenimiento basado en la condición optimiza al mantenimiento preventivo de manera que determina el momento preciso para cada intervención técnica de mantenimiento en los activos industriales.

El mantenimiento predictivo es un conjunto de técnicas instrumentadas de medida y análisis de variables para caracterizar en términos de fallos potenciales la condición operativa de los equipos productivos. Su misión principal es optimizar la fiabilidad y disponibilidad de equipos al mínimo costo.

- Ventajas y beneficios de la aplicación del mantenimiento predictivo.

Aumento de la disponibilidad de la maquinaria, menos pérdidas de materia prima por paradas no planificadas, reducción del índice de intervenciones/año de los equipos, reducción de los riesgos de mortalidad infantil (por errores humanos en las reparaciones), al producirse menos intervenciones de mantenimiento, reducción del gasto en repuestos, pues el número de intervenciones a lo largo del ciclo de vida del activo puede reducirse hasta a la quinta parte (p.e. en rodamientos), como consecuencia del punto anterior, se reduce la mano de obra, la monitorización tiene como consecuencia la reducción de accidentes y el aumento de la seguridad.

1.2.7. Equipo de instrumentación que se utilizará para la toma de datos

- Cámara térmica Flir i 7

La serie Flir i3 / i5 / i7 es la cámara térmica más pequeña, ligera y económica del mercado, es extremadamente sencilla de manejar y no requiere

ninguna instrucción previa. Simplemente se apunta, aprieta y detecta, no necesita más para adquirir imágenes térmicas de alta calidad que le proporcionan los datos que necesita. El manejo de la cámara térmica es muy sencillo con un menú autoexplicativo. Por tanto, esta cámara térmica está enfocada a los que se inician en el tema de la termografía. El manejo de la cámara es intuitivo, y se incluye un manual amplio. La cámara térmica almacena imágenes en formato jpeg con todos los datos de temperatura en una tarjeta mini SD. También es posible una transferencia de datos por USB al PC. La alta precisión de ± 2 °C o bien ± 2 % genera imágenes con una sensibilidad que satisface todas las exigencias de un análisis de mantenimiento general. La cámara térmica mide temperaturas hasta +250 °C y detecta diferencias de temperatura que sean superiores a 0,10 °C (modelo i3: 0,15 °C). El software FLIR Tools, que se incluye en el contenido del envío, ha sido concebido para realizar una documentación sencilla.

Figura 4. **Cámara térmica flir i7**



Fuente: Cámara térmica <http://www.flir.es/instruments/display/?id=65813>. Consulta: 02 de febrero de 2018.

- Analizador de combustión (Bacharach PCA®3)

Es un analizador ligero, fácil de utilizar para la persona que dedique a hacer el control de emisión de gases, mide 4 gases simultáneamente, como lo es para analizar distintos tipos de combustibles.

Analizador de gases (PCA®3) es la herramienta perfecta para técnicos y contratistas de calderas que necesitan garantizar condiciones de operación seguras, determinar la eficiencia de la combustión y realizar pruebas de emisiones. Se pueden instalar hasta 4 sensores, que miden todos los gases simultáneamente. Los sensores pueden agregarse en el campo sin tiempo de inactividad o reemplazarse con sensores precalibrados B-Smart®. PCA®3 calcula valores como eficiencia, CO₂ y CO sin aire para ayudar a monitorear los procesos de combustión de manera efectiva y precisa.

Analizador de gases (PCA®3) está diseñado para el muestreo bajo demanda o semicontinuo de hornos industriales ligeros, institucionales, comerciales y residenciales, calderas y electrodomésticos. Con resistentes conectores metálicos y de tiro metálico, construcción robusta, operación simple y mantenimiento rápido y rentable, el PCA3 es el caballo de batalla de la industria.

Figura 5. **Analizador de combustión**



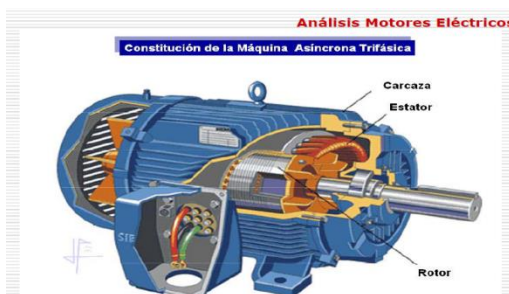
Fuente: Analizador de combustión. <https://www.mybacharach.com/product-view/pca3/>. Consulta: 02 de febrero de 2018.

1.2.8. Motores eléctricos

El motor eléctrico es un artefacto que transforma la energía eléctrica en energía mecánica, de manera que puede impulsar el funcionamiento de una máquina. Esto ocurre por acción de los campos magnéticos que se generan gracias a las bobinas, (aquellos pequeños cilindro con hilo metálico conductor aislado). Los motores eléctricos son muy comunes, se pueden encontrar en trenes, máquinas de procesos industriales y en los relojes eléctricos; algunos de uso general tienen proporciones estandarizadas, lo que ayuda a mejorar la selección de acuerdo a la potencia que se desea alcanzar para el dispositivo en el que se incluirá.

Las fuentes que alimentan al motor eléctrico pueden ser de corriente alterna (AC) o corriente continua (CC). Cuando se trata de la corriente alterna, las redes eléctricas o las plantas eléctricas son el impulso principal del motor; existen varios tipos de este motor, llamados: motor asíncrono y síncrono.

Figura 6. Máquina asíncrona trifásica



Fuente: LOPEZ, Eugenio. *Análisis de motores eléctricos mantenimiento predictivo*, p. 4.

A diferencia de este, cuando la corriente continua es el encargado de sustentar el funcionamiento, las baterías, los rectificadores, los paneles solares y los dinamos son los artefactos que colaboran en el proceso; estos se clasifican en: motor serie, compound, shunt y motor eléctrico sin escobillas. El motor universal, por su parte, funciona con ambos tipos de corriente.

1.2.9. Control de emisión de gases al ambiente

El control de las emisiones lanzadas al medio ambiente procedentes de la industria está sujeto en el ámbito de los países industrializados a diversas normativas tanto de ámbito nacional como internacional para controlar y limitar el volumen de dichas emisiones. Todas las industrias que desarrollan en sus plantas de producción procesos químicos deben controlar sus emisiones antes de descargarlas al exterior.

El aumento del compromiso de la industria, y de la sociedad en general, con el medio ambiente y el marco que impone la legislación vigente, obligan a todo el tejido industrial al monitoreo de sus emisiones y a la verificación del cumplimiento de la normativa vigente, convirtiendo este proceso en un tema de crucial importancia en la gestión de cualquier empresa.

Técnicas para control ambiental de emisión de gases y vapores. Son cinco los principales contaminantes procedentes de la emisión de gases que se descargan en el aire: el monóxido de carbono, los óxidos de azufre, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno y material en partículas (polvo, ceniza). Las emisiones pueden provenir de una amplia variedad de procesos industriales. El monóxido de carbono (CO) es descargado al aire como resultado de procesos industriales y la combustión incompleta de la madera, el aceite, el gas y el carbón; el dióxido de carbono (CO₂), el dióxido de azufre (SO₂), y los

óxidos nítricos (NO y NO₂), como resultado de la combustión del gas, el aceite y el carbón, el sulfuro de hidrógeno (H₂S) y el metilmercaptano (CH₃SH), como resultado de los procesos utilizados en las fábricas de papel, entre otras industrias.

El control de todas estas emisiones, por su peligrosidad y toxicidad, hacen inexcusable la aplicación de diversos protocolos en la cadena de producción de las industrias en las que intervienen procesos químicos. Dichos protocolos deben centrarse básicamente en el control del ambiente laboral y el control de los procesos desarrollados.

1.3. Evaluación de las deficiencias de los mantenimientos actuales en el área de línea Multi-producto

A continuación se detallan las deficiencias de los mantenimientos actuales en el área de línea Multi-producto.

1.3.1. Situación actual

Los mantenimientos en motores eléctricos están de acuerdo con programación y no se sabía si el motor eléctrico estaba ya muy elevada de la temperatura de lo normal o si tenía algún ruido o desperfecto el motor ya que no se contaba con ningún tipo de control de los motores eléctricos, solo se sabía que a determinada fecha se tenía que hacer mantenimiento a los motores eléctricos, la cual los mecánicos de turno están encargados de hacer el mantenimiento.

1.3.2. Diagnóstico de los planes de mantenimiento en área de línea Multi-producto

Los planes de mantenimiento de la planta panificadora Panifresh son bastante eficientes, pero no eficaces, ya que es un mantenimiento general que los mecánicos de turno les da a los motores eléctricos, sin saber cuál es la falla después de esto los motores tienen que trabajar día y noche durante un año, sin saber si están bien o si van a fallar, si va a existir una falla inesperada en cualquier parte de la línea de producción y darse cuenta hasta que el motor está sobrecalentado o no tenga algún remedio en el momento de la falla.

1.3.3. Presupuesto de proyecto

Tabla I. **Presupuesto para la empresa del costo del plan**

Compra de analizador de combustión portátil	Q23 000,00
Gasto por unidad de cojinete aprox.	Q78,00 c/u
Gastos de oficina de la empresa	Q500,00
Gastos varios	Q300,00
Total	Q23 878,00

Fuente: elaboración propia.

1.3.4. Ahorro de combustible GLP (gas licuado de petróleo)

Se puede tener ahorro de combustible GLP cuando la relación de aire-combustible es importante, ya que el flujo de aire que ingresa a los quemadores

varia es necesario también variar el flujo de GLP que forma parte de la combustión, por lo tanto, es necesario mantener esta relación constante durante las variaciones o calibraciones de los flujos de aire y combustible que ingresan a los quemadores.

1.3.5. Ahorro de energía eléctrica

Alrededor del 40 % del consumo eléctrico mundial se produce en motores eléctricos (en la industria, el porcentaje es del 70 %), no es de extrañar que este sea uno de los elementos fundamentales a estudiar en una auditoría energética. Se refiere a motores trifásicos. Existen varias formas de ahorro de energía eléctrica tales como:

- Sustitución de motores obsoletos:

Aunque pueda parecer de puro gusto, en muchas fábricas es habitual la existencia de motores muy antiguos que dan problemas de mantenimiento e incluso se han rebobinado (porque se han llegado a quemar).

- Eliminación del exceso de calor

La eficiencia de un motor es menor cuando se calienta. En el caso de motores grandes y lugares donde se alcanzan altas temperaturas, se pueden establecer sistemas de ventilación con control de la frecuencia (y por tanto de las revoluciones) en función de la temperatura ambiente donde se encuentran situados.

- Vigilar las caídas de tensión de alimentación

Una tensión de alimentación inferior a la nominal provoca incrementos de intensidad, calentamiento y exceso de consumo, además de provocar desgastes en los bobinados del motor, reducción de su vida útil y aumentar la probabilidad de que el motor se quemara. Hay que prestar atención cuando las líneas de alimentación a los motores (de gran potencia) son muy largas y las caídas de tensión pueden ser más importantes. El desequilibrio entre tensiones debe mantenerse por debajo del 2 %.

- Mantenimiento de los motores

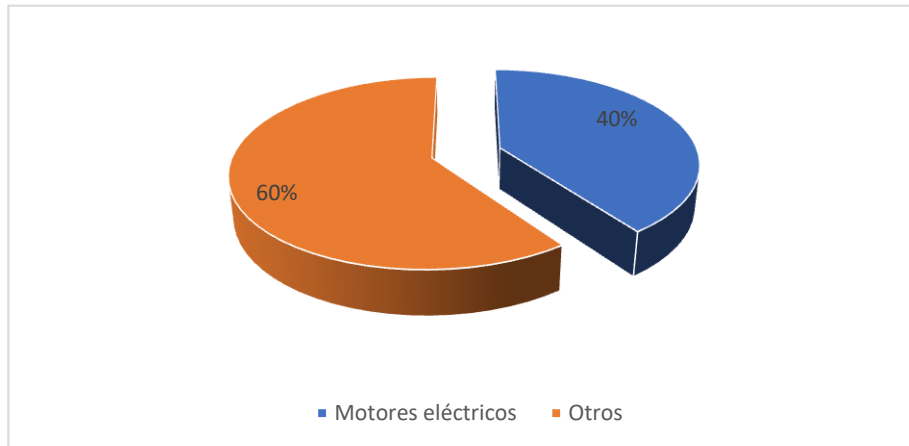
Labores de mantenimiento programadas permiten evitar averías y gastos innecesarios de energía eléctrica, así son necesarias labores como alineamiento de ejes, control de cojinetes, revisión de conexionado del motor (aprietes periódicos de bornas), ventilación, revisión de engranajes, entre otros.

- Empleo de variadores de frecuencia

En numerosas ocasiones, los motores se seleccionan en fase de diseño para el nivel máximo de carga, por lo que es probable que casi nunca funcionen en régimen nominal y consuman un exceso de energía eléctrica. Hay que verificar si el proceso permite la variación de velocidad en aquellos motores que no lo lleven instalado. El variador de frecuencia permite además corregir el factor de potencia.

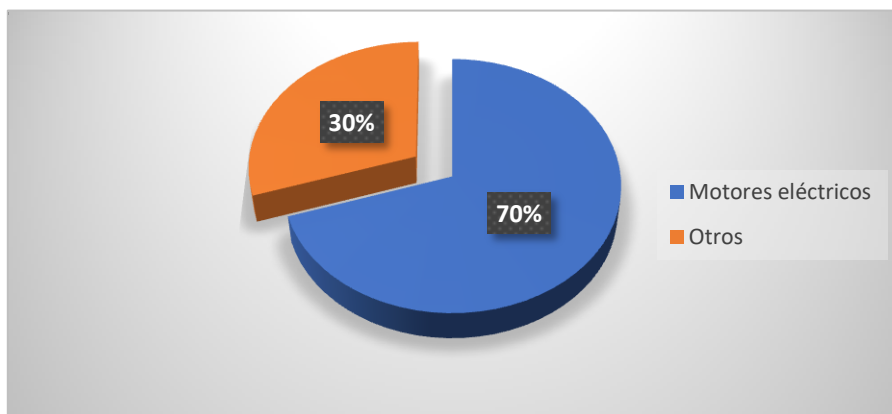
La utilización de variadores de frecuencia permite prescindir de engranajes y de cintas o bandas de transmisión que todavía se ven habitualmente en la industria.

Figura 7. **Consumo de energía eléctrica en el mundo**



Fuente: Consumo de energía en el mundo.<http://proyectoscertificaciones.com/2016/03/7-maneras-ahorrar-energia-motores-electricos/>, Consulta: 02 de febrero de 2018.

Figura 8. **Consumo de energía eléctrica en la industria**



Fuente: Consumo de energía eléctrica en la industria.
<http://proyectoscertificaciones.com/2016/03/7-maneras-ahorrar-energia-motores-electricos/>.
Consulta: 02 de febrero de 2018.

1.3.6. National Electrical Manufacturers Association (NEMA)

La Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos es una asociación industrial estadounidense, creada el 1 de septiembre de 1926 tras la fusión de la Associated Manufacturers of Electrical Supplies (Fabricantes de Suministros Eléctricos Asociados) y la Electric Power Club (Club de Potencia Eléctrica). Su sede principal está en el vecindario de Rosslyn, en Arlington (Virginia), y cuenta con más de 400 miembros asociados. Este organismo es el responsable de numerosos estándares industriales comunes usados en el campo de la electricidad, entre otros, la NEMA ha establecido una amplia gama de estándares para encapsulados de equipamientos eléctricos, publicados como *NEMA Standards Publication 250*.

El objetivo fundamental de NEMA es promover la competitividad de sus compañías socias, proporcionando servicios de calidad que impactarán positivamente en las normas, regulaciones gubernamentales, y economía de mercado, siendo posible todo esto a través de:

- Liderazgo en el desarrollo de las normas y protección de posiciones técnicas que favorezcan los intereses de la industria y de los usuarios de los productos.
- Trabajo continuo para asegurar que la legislación y regulaciones del gobierno relacionados con los productos y operaciones sean competentes con las necesidades de la industria.
- Estudio del mercado y de la industria, a través de la recopilación, análisis y difusión de datos.
- Promoción de la seguridad de los productos eléctricos, en su diseño, fabricación y utilización.

- Información sobre los mercados y la industria a los medios de comunicación y a otros interesados.
- Apoyo a los intereses de la industria en tecnologías nuevas y a su desarrollo.

Una Norma de la NEMA define un producto, proceso o procedimiento con referencia a las siguientes características:

- Nomenclatura
 - Composición
 - Construcción
 - Dimensiones
 - Tolerancias
 - Seguridad
 - Características operacionales
 - Rendimiento
 - Alcances
 - Prueba
 - Servicio para el cual es diseñado
-
- Encapsulamientos NEMA:

Dependiendo de la aplicación industrial a la que va dirigida el encapsulamiento, la NEMA define diferentes estándares, diseñados para cubrir el nivel de protección necesario atendiendo a diferentes condiciones ambientales. Un encapsulamiento NEMA típico puede responder a diferentes agentes ambientales, tales como agua, polvo, aceites, refrigerantes, o atmósferas que contengan agentes agresivos como acetileno o gasolina.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Situación actual

Todos los diseños de plan de mantenimiento predictivo no tenían ningún control dentro de la empresa, a pesar de que se contaba con la tecnología de termografía y el analizador de combustión, los únicos planes que cuenta la empresa eran de cuando se genera listado de órdenes de mantenimiento por historial o por mantenimiento anual a todos los motores eléctricos y no se diga un control de gases al cual no existía ningún control hasta que fue contratado un especialista en ambiente para el control de emisión de gases.

2.1.1. Tipo de diseño actual

El actual diseño de plan de mantenimiento predictivo y control de emisión de gases al ambiente, para la empresa es de suma importancia, ya que no se contaba con el control adecuado de motores eléctricos y de gases. El diseño actual es un tanto rutinario porque se cuenta con días estratégicos para la toma de datos durante la semana la cual está distribuido de la siguiente manera, el martes y jueves para el control de temperatura en motores eléctricos y lunes para la toma de datos de combustión de gases y el miércoles para la verificación y corrección de toma de datos de combustión de gases y por último el viernes se podía hacer el mantenimiento necesario. A continuación, algunas de las tablas del control de termografía de motores eléctricos y el control de emisión de gases.

2.1.1.1. Descripción de las piezas críticas que forman el tipo de mantenimiento predictivo

Todas las piezas críticas del motor eléctrico son muy importantes, pero para este mantenimiento predictivo mecánico, son los rodamientos que forman el mantenimiento predictivo en estos motores eléctricos, por lo regular el mantenimiento abarca los rodamientos y la pintura barniz para el aislamiento de alta temperatura.

2.1.1.2. Descripción de desmontaje de motores eléctricos en la línea de producción

Este desmontaje y montaje solo sería posible el viernes de cada semana que esta parada la línea de producción Multi-producto, ya que este día los mecánicos de turno aprovechan para hacer el desmontaje y montaje del motor si es necesario lo más pronto posible para que esté listo para el siguiente día sin ningún paro no planeado.

- Como primer paso: sería tener todos los implementos de seguridad necesarios para salvaguardar la vida, a continuación, los más importantes:

Figura 9. **Implementos de seguridad industrial**

Casco de seguridad industrial



Redecilla de cabello



Guantes de seguridad



Lentes de seguridad



Botas de punta de acero



Fuente: Implementos de seguridad industrial. <https://bit.ly/2KgV7Pr>. Consulta 02 de febrero de 2018.

- El siguiente paso es: herramienta necesaria para desmontar motor eléctrico de la línea de producción:

Tabla II. **Herramienta para desmontaje de motor eléctrico**

Núm.	Herramienta	tipo
2	llave 9-16``	Cola, corona
1	llave núm. 8 mm	Allen
1	Destornillador	de cruz
1	Corta alambre	Electricista
1	Extractor	Hidráulico

Fuente: elaboración propia.

- Luego se procede a desmontar el motor eléctrico, siempre tomar en cuenta que la línea de producción debe estar suspendida de producción para realizar la tarea de desmontaje, aflojar y quitar los tornillos con llave 9-16.
- Entonces se procede a llevar el motor eléctrico al área de taller y hacer el mantenimiento necesario, si es la marca que la empresa tiene contratada para hacer el mantenimiento como es el caso de Sumitomo, el mecánico de turno no está capacitado o mejor dicho no tiene el permiso para hacer el mantenimiento a este tipo de marca. si es otra marca se puede proceder a dar mantenimiento.
- Si es necesario hacer el montaje, haga este procedimiento solo que en sentido contrario.

2.2. Proceso de diseño de plan y control de mantenimiento

A continuación se describen los procesos de diseño de plan y control de mantenimiento.

2.2.1. Diseño de plan

Para el diseño de plan de mantenimiento predictivo en motores eléctricos se debía tomar varios factores con la importancia necesaria al momento de la selección de un motor eléctrico, pero que inciden en la prevención de las fallas. Gracias al estudio realizado se conocieron las principales fallas en los motores eléctricos, se establecieron cuáles son las variables que repercuten o inciden de forma directa en las fallas de motores. Los aspectos que se analizarán son: el ambiente de operación, La temperatura de trabajo, el tipo de carcasa, la carcasa, el factor de servicio, el tipo de aislamiento, la temperatura ambiente y la altitud.

Ambiente de operación

El ambiente de operación contempla todos los aspectos del medio externo al cual se somete el motor eléctrico y las características del diseño del motor que lo protege, pueden tener un efecto desfavorable en la máquina si el diseño no es el adecuado para soportar las condiciones adversas a su operación.

En la selección de la moto se deben analizar al menos cuatro datos de placa del motor, están íntimamente ligados a las condiciones externas de trabajo, asimismo, el fabricante debe indicar el funcionamiento del motor de acuerdo con su diseño. Si estos aspectos no se analizan, o se exceden las condiciones de su diseño, es posible que se dé un daño prematuro a sus componentes. Si estás

variables se desconocen, o no se controlan los límites máximos permitidos por el fabricante, se generan una causa directa.

- La temperatura de trabajo

Es la temperatura ambiente máxima (°C) a la cual el motor puede desarrollar su potencia nominal sin peligro. Es la temperatura del aire circundante que entra en contacto con los componentes calientes del aparato. En la Norma NEMA MG 1-2007, sección 7.8, se indica que el valor de la temperatura ambiente máxima será de 40 °C, a menos que se especifique otra cosa. Si la temperatura ambiente es mayor a la señalada, todo el sistema de enfriamiento se afecta. Esto se puede observar en el barniz que cubre el conductor eléctrico, el cual permite aislar los hilos de alambre de cada bobina, ya que las propiedades de este se deterioran a temperaturas superiores a su diseño. Refiérase a la Norma GM 1-12.58.1, en donde se indica la corrección del porcentaje de carga recomendado por cambios de temperatura. Es por ello por lo que, si el motor se ubica en un ambiente de trabajo a temperaturas altas, por ejemplo, el cuarto de calderas, los hornos, entre otros, en donde se superen los 40 °C (motores estándar), se debe reducir la potencia de salida del motor para evitar daños prematuros en el sistema de aislamiento, es decir, se debe operar a una corriente menor a su diseño.

El deterioro prematuro del aislamiento puede contribuir, en las zonas de concentración de esfuerzos, a la formación de un cortocircuito entre las espiras del estator; esto se considera una de las principales causas de falla en los motores de inducción, debido a que en el arranque y parada de este tipo de máquinas se pueden generar sobretensiones transitorias que posteriormente generan mayor degradación. Además, cuando se da un cortocircuito en una espira o grupo de espiras, la corriente que circula debido a la fuerza electromotriz generada, sólo será limitada por la impedancia entre espiras vecinas, lo que

puede ocasionar daños irreversibles. Por esta razón, estas fallas incipientes deben ser detectadas a tiempo, para evitar una catástrofe mayor en los devanados de la máquina. El solo hecho de operar a una temperatura mayor de lo nominal, no ocasiona, directamente, una falla eléctrica, ya que debe considerarse la temperatura final a la cual opera el devanado del motor y conocer si el tipo de aislamiento puede soportar ese valor, aumentado a la temperatura que genera la corriente circulante que podría no ser la nominal. Esto puede producir el incremento correspondiente sin el deterioro de sus componentes, no obstante, esto es circunstancial, por lo tanto, en la medida de lo posible, siempre deben prevenirse las condiciones desfavorables para la máquina. El aumento de temperatura producido en el motor debe ser compensado por:

- La reducción de la carga y, por consiguiente, las pérdidas por calor del motor. Si el motor posee una temperatura nominal de 40 °C y este opera a 50 °C de temperatura ambiente, podría darse que el motor posea un factor de servicio de 1,15 % y que trabaje a la carga nominal, o bien, si el factor de servicio es 1, se puede reducir la potencia nominal en un 90 %.
- Utilizar un motor de diseño especial, además, se puede mitigar el efecto por medio de rodamientos y la aplicación de grasas especiales que mejoren el sistema de aislamiento.

Para el caso 1 mencionado anteriormente se trabajará apoyados en el factor de servicio o la reducción de la carga de los datos de placa. Por otro lado, en el caso 2, las mejoras recaen en el diseño del motor, ya sea mediante el incremento del tamaño de la carcasa, de manera que permita mayor disipación del calor, o bien a partir de motores contra explosión que permitan trabajar a temperaturas mayores que los motores estándar. En la Norma NEMA MG 1, dice que la temperatura de los devanados puede ser medida empleando el método de

la resistencia excepto, en motores de 15 hp o menores, para los cuales la temperatura puede ser medida mediante el método de termocupla.

- La clase de aislamiento

Se indica la clase de materiales de aislamiento utilizados en el devanado del estator. Son sustancias aislantes que cubren el cobre del conductor y que son sometidas a pruebas para determinar su duración al exponerlas a temperaturas predeterminadas. En tabla III, se detalla la clasificación del aislamiento empleado en los conductores. Las clases A y B están presentes en la mayoría de los motores fabricados antes de 1970, especialmente el tipo A, que se considera obsoleto, aunque es normal encontrar en la industria motores eléctricos con el aislamiento de clase A, todavía en operación. La temperatura que se indica en la columna central de tabla III, corresponde a la suma de la temperatura ambiente 40 °C más el incremento permitido (valor de diseño). Por ejemplo, la clase F sólo permite un incremento de ciento quince grados centígrados $155\text{ °C} - 40\text{ °C} = 115\text{ °C}$, aunque la temperatura ambiente sea de 40 °C o menor.

Tabla III. **Tipos de aislamiento**

Tipo de aislamiento	temperatura máxima	Incremento máximo
Clase A	105 °C	65°C
Clase E	120 °C	80°C
Clase B	130 °C	90°C
Clase F	155 °C	115°C
Clase H	180 °C	140°C
Clase N	200 °C	160°C
Clase C	240°C	200°C

Fuente: elaboración propia.

Existe una regla aproximada llamada regla de Montsinger, conocida como la ley de los 10 °C, lo cual significa que, por cada diez grados que se supere la temperatura de diseño de la clase de aislamiento, éste se degrada un 50 %, y viceversa. Por esta razón, es tan importante mantener la temperatura de los devanados o someter al barniz a temperaturas inferiores, pero, para iniciar la prevención, se debe considerar la temperatura del ambiente, ya que no solo podría exigir que el motor supere la temperatura de los 115 °C, para la clase F, sino que limita la capacidad de intercambio de calor con el medio, lo cual dificulta su enfriamiento. Estos valores indican la máxima temperatura que pueden soportar los conductores del estator sin deteriorar el sistema de aislamiento. Como regla práctica de campo, la temperatura interior del motor (punto más caliente) se puede aproximar a la temperatura externa (carcasa) y sumar de 15 a 20 °C (dato aproximado empírico). Este valor permite conocer si el barniz del conductor de los devanados se encuentra expuesto a una temperatura mayor según su diseño. Para un dato más exacto, se aconseja emplear una termocupla en su interior, de manera que permita crear un registro o historial de su comportamiento.

- Tipo de protección al medio

Para los motores fabricados en la Norma NEMA, se definen:

- ODP (*Open Drip Proof*): motor abierto que posee aberturas para la ventilación, construidas de tal forma que el éxito de la operación no se interfiere con gotas de líquido a partículas sólidas que entren al recinto con un ángulo de 0 a 15 grados con la vertical.
- TE (*Totally Enclosed*): un motor totalmente cerrado que impide el libre intercambio de aire entre el interior y el exterior, pero no lo suficientemente cerrado para impedir que sea impermeable al aire.

- TEFC (*Totally Enclosed Fan Cooled*): motor totalmente cerrado enfriado con ventilador, equipado para la refrigeración exterior, por medio de un ventilador integrado al motor, pero externo a sus partes¹².
- TENV (*Totally Enclosed Non Ventilated*): motor totalmente cerrado que no está equipado para refrigerarse por medios externos adjuntados a sus partes¹³.
- TEFCG (*Totally Enclosed Fan-Cooled Guarded Motor*): motor totalmente cerrado enfriado con ventilador, donde todas las aberturas poseen acceso directo al ventilador, sólo limitado por el tamaño, diseño estructural o por las parrillas, a fin de evitar el contacto accidental con el ventilador. Estas aberturas no permiten el paso de elementos mayores a 3/4 de pulgada de diámetro¹⁴.

El diseño de la carcasa representado mediante los códigos anteriores, permiten conocer el grado de protección al cual puede estar sometido el motor, por ejemplo, en condiciones muy húmedas (mucho lavado u otro) y contaminantes (polvo, virutas, desecho del proceso). La clase de protección representa las características del envoltorio, donde al menos se indique que:

- protege a las personas contra el peligro de tocar directamente partes móviles o que estén en contacto con tensiones de baja tensión, esto se denomina protección contra contactos directos.
- protege la máquina contra la entrada de objetos extraños, líquidos o sólidos desde el medio ambiente exterior;
- protege la máquina contra choques mecánicos, factor que se omite en la mayoría de los casos
- Altura sobre el nivel del mar

Sólo si la ubicación de la instalación del equipo es superior a los 1 000 metros sobre el nivel del mar (msnm), se debe considerar este aspecto. En el efecto de enfriamiento mediante la refrigeración, el aire está en función de su densidad. La presión atmosférica y la densidad del aire se reducen a altitudes mayores a los 1000 msnm, lo que provoca que la disipación de calor del motor se reduzca, y que, por ende, la máquina se caliente más. Como guía general, por cada 100 metros por encima de los 1 000 metros, la temperatura aumenta 1 %. Para mantener el calentamiento del motor dentro de límites seguros a causa de altitudes mayores a los 1 000 msnm, existen varias alternativas. Si se cuenta con un motor estándar pueden aplicarse las siguientes medidas:

- Que opere a menor carga o emplee un factor de servicio de 1,15 o superior, lo que permite operar el motor cerca de 2 700 msnm (9 000 pies).
- Que el motor funcione a menor temperatura ambiente de diseño (40 °C), lo cual permite que el motor funcione a 2 000 msnm cuando la temperatura ambiente máxima es 30 °C o a 3 000 msnm cuando la temperatura no excede los 20 °C.

Para altitudes mayores, se recomienda emplear un motor diseñado para tal efecto (p.e. mejor ventilación). Aunque la máquina opere con menos corriente, la temperatura puede ser igual o mayor de la esperada por la reducción en la eficiencia del sistema de ventilación, ocasionada por la reducción de la densidad del aire.

Aunque el factor de corrección (reducción) debe aplicarse directamente a la temperatura máxima (incremento) que soporta el tipo de aislamiento, con el tipo de aislamiento F por cada 500 metros por encima de los 1 000 metros, se debe reducir en un 5 % la temperatura de 115 °C registrada, al ser el máximo incremento que esta clase permite.

- Carcasa

Se define como el estándar en la designación del tamaño del armazón o carcasa, cuyas dimensiones pueden proporcionarse en milímetros o pulgadas, dependiendo de la Norma (IEC, NEMA). Aunque, en aspectos generales, este dato no posee mucha relación con la prevención de fallas, existe un pequeño detalle a considerar.

Los motores con sufijos TS en el número de carcasa, son motores de eje corto, para los cuales se recomienda acoplar la carga directamente al eje, ya que el diseño de rodamiento del lado de la carga es de bolas; aunque permite la carga radial y la axial, no se recomienda, pues los valores de carga axial son mínimos. Para estos casos, la carga se debe acoplar directamente. Si por el tipo de aplicación la carga se acopla por medios indirectos (polea, cadena, entre otros), el rodamiento delantero del lado de la carga deberá soportar un mayor desgaste y esfuerzo axial, por lo que se deberá cambiar el diseño de rodamiento, de lo contrario no se alcanzará la vida útil esperada. A modo de ejemplo, de carcasa 284 T, presenta un largo de eje de 11,7 cm (4,62") a diferencia de carcasa 284 TS cuya dimensión del eje es de 8,25 cm (3,25").

- Tipo de montaje

Al igual que el caso previo, en la carcasa se incluye el sufijo V o H, el cual indica la posición del motor, por ejemplo, en el caso del montaje vertical, el rodamiento opuesto a la carga debe soportar el mayor esfuerzo axial, en cambio, el rodamiento cercano a la carga, solo se diseña para mantener la alineación del eje y rotor con el estator. En ambos casos estos aspectos están relacionados con las fallas mecánicas, producto de daños prematuros en rodamientos y no considerados en la selección de este.

- Factor de servicio

Los factores de servicio más comunes son de 1,0 a 1,15. Un factor de servicio de 1,0, por lo general, no se indica en la placa del motor (solo cuando es diferente de uno), lo cual significa que no debe demandarse al motor mayor potencia que la nominal si se quiere evitar un daño por sobrecarga. Cuando un motor de inducción funciona con un servicio de factor superior a 1,0, puede tener una eficiencia, un factor de potencia y una velocidad diferentes de los de carga nominal. El torque máximo, torque y corriente de arranque pueden no tener cambios. Aunque el motor opere continuamente, no se recomienda emplear permanentemente el factor de servicio, para evitar la menor esperanza de vida en comparación con las condiciones nominales.

En las aplicaciones que requieren una sobrecarga de la capacidad, se recomienda utilizar un rango mayor de potencia, pero se debe tener cuidado de no exceder la temperatura máxima diseñada para la clase del sistema de aislamiento. Con uno de 1,15 (o cualquiera mayor de 1,0), el motor puede trabajar hasta una potencia igual a la nominal multiplicada por el factor de servicio, sin que ocurran daños al sistema de aislamiento, siempre y cuando el exceso de carga no sea constante y la temperatura de los devanados no sea superada. Sin embargo, debe tenerse presente que el funcionamiento continuo dentro del intervalo del factor de servicio hará que se reduzca la duración esperada del sistema de aislamiento, lo que causaría el deterioro prematuro de sus componentes. Al citar el factor de servicio, se indica que el fabricante asegura que el tipo de aislamiento permite, por cierto, tiempo, un exceso de carga de potencia según la placa y que este aumento de temperatura (por un corto tiempo) se consideró en su diseño, por lo que no debería provocar deterioro anormal.

Se recomienda usar el factor de servicio cuando el tipo de carga mecánica puede presentar intermitencias propias del proceso, lo cual genera esfuerzos diversos en la máquina, o bien cuando la asignación de la potencia mecánica se ha estimado de forma equivocada y, por ende, se permite este factor de error. También se usa para corregir problemas de altitud, de mayor temperatura externa, entre otros.

El factor de servicio presenta relación directa con el tipo de servicio. Si es de tipo continuo, el factor de servicio se puede aplicar permanentemente o de forma continua con su respectivo incremento de corriente de línea, sin embargo, no se recomienda, al igual que el uso pesado o intermitente, el cual permite que el motor se someta a excesos de carga por periodos cortos. Este aspecto se explica a continuación.

El factor de servicio es un componente que el 21,4 % considera en la selección del motor eléctrico. Aunque se asume como un factor de seguridad (someterse a mayores cargas), no siempre se tiene claro realmente en qué se fundamenta el fabricante para garantizar o permitir mayor carga en el motor sin que se dañe.

2.2.1.1. Toma de datos

Para la toma de datos de termografía es muy importante ya que para esto se debe de tomar la temperatura del aislamiento y la temperatura del rodamiento posterior, se debe tomar en cuenta que la temperatura del rodamiento interior es la temperatura de aislamiento más 15 grados de dato teórico, al igual que la toma de datos de gases, esta actividad se realizaba cada semana dependiendo de la producción, ya que habían días muy productivos como otros no tanto por tal

razón se hacia la toma de datos el día lunes porque la producción era alta o bien el día miércoles.

Tabla IV. Programa de actividades semanal de toma de datos

PROGRAMA DE ACTIVIDADES SEMANAL DE TOMA DE DATOS				
LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
TOMA DE DATOS DE GASES	TOMA DE DATOS DE TERMOGRAFÍA	TOMA DE DATOS DE TERMOGRAFÍA O GASES	TOMA DE DATOS DE TERMOGRAFÍA	MANTENIMIENTO

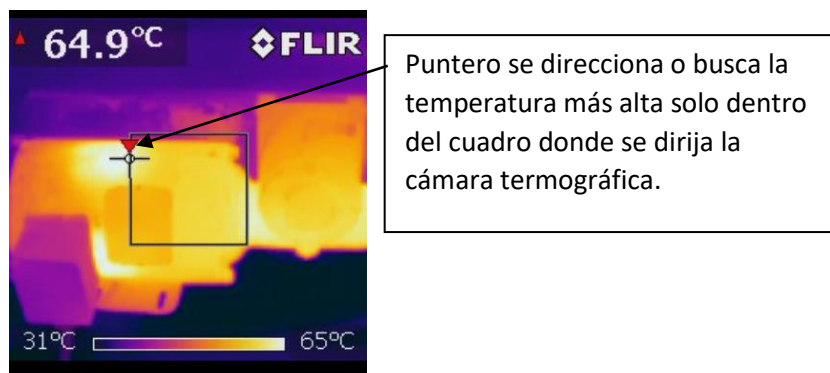
Fuente: elaboración propia

2.2.1.2. Procedimiento de termografía

- Como primer paso sería investigar qué tipo de hierro está fabricado la carcasa del motor eléctrico, por lo general la emisividad utilizada en motores eléctricos es 0,87 por el tipo de aleación de aluminio para soportar altas temperaturas de trabajo.

- Se coloca la cámara termográfica a una distancia apropiada a modo que se pueda verificar la temperatura de la carcasa o aislamiento del motor eléctrico, el puntero buscara la temperatura más alta en la cual se encuentre el motor.

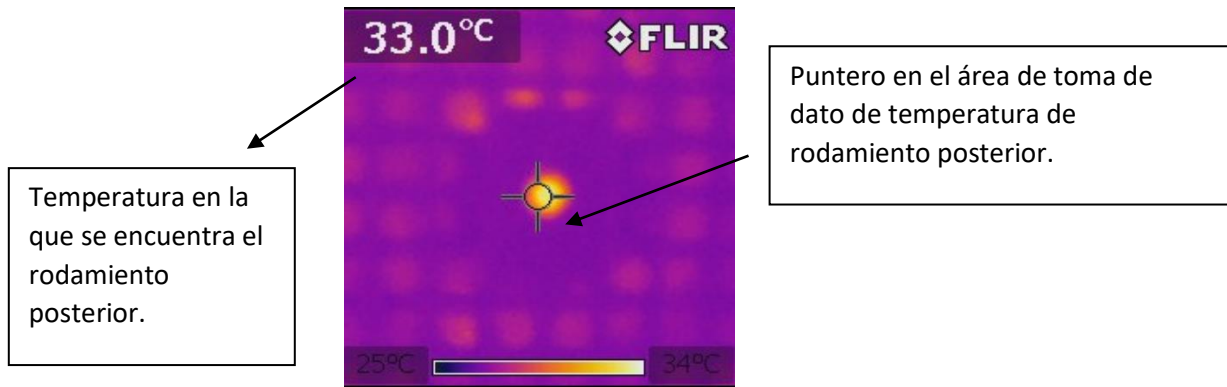
Figura 10. **Aislamiento**



Fuente: Planta Panifresh.

- Para la toma de temperatura del rodamiento posterior, se coloca la cámara termográfica en parte posterior donde está instalado el ventilador, allí se coloca el puntero en la parte de en medio y este medirá la temperatura del rodamiento posterior.

Figura 11 **Rodamiento posterior**



Fuente: Planta Panifresh

- Por consiguiente para determinar el valor del rodamiento interior procedemos a sumar el dato teórico de 15 grados Celsius a la temperatura de aislamiento y obtendremos un dato aproximado de la temperatura de este.

Temperatura rodamiento interior= dato teórico+ temperatura de aislamiento

2.2.1.3. Procedimiento de analizador de combustión portátil

- Como primer paso será de ver las condiciones del equipo, en este caso se usa un equipo Bacharach PCA®3, muchas veces no se dan cuenta este

equipo utiliza baterías alcalinas de tipo AA y no baterías recargables, si el nivel está muy bajo es mejor reemplazarlas.

- Se procede a encender el medidor de combustión por medio de botón de encendido (ver imagen a continuación), el sistema tarda alrededor de 71 segundos para cargar el menú principal.

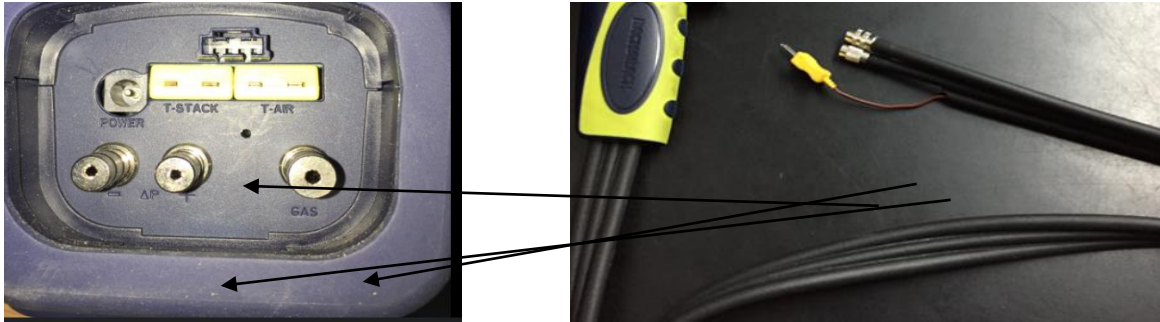
Figura 12. **Bacharach PCA®3**



Fuente: Planta Panifresh.

- Luego se procede a conectar la termocupla al medidor de combustión, se verifica que se introduzca bien las mangueras de la termocupla.

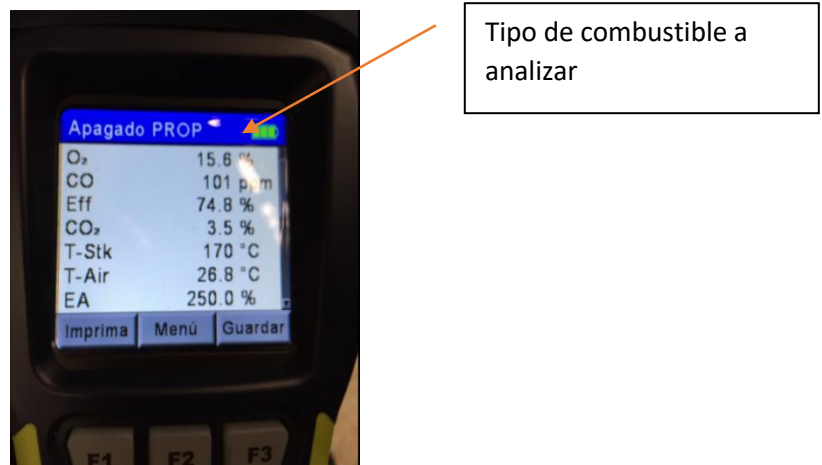
Figura 13. **Conexión de mangueras**



Fuente: Planta Panifresh

- Ahora se verifica que tipo de combustible es, este caso será gas propano, y verificar las dimensionales que serán dadas por el analizador de combustión.

Figura 14. **Pantalla con vista de partículas a medir**

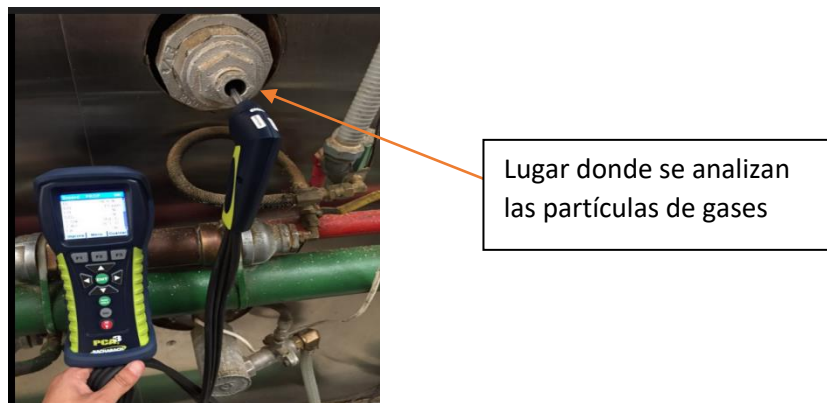


Tipo de combustible a analizar

Fuente: Planta Panifresh.

- Se procede a introducir la termocupla en el lugar apropiado para analizar los gases, verificar que se esté realizando la medición de eficiencia, para dejar de medir se verifica que el O_2 se mantenga estable, entonces es allí donde se procede dejar de analizar los gases.

Figura 15. **Punto de análisis**



Fuente: Planta Panifresh

- Si es necesario se procede a imprimir el listado de partículas que se analizaron.

Figura 16. **Impresora de análisis de gases**



Fuente: Planta Panifresh.

2.3. Resultados

A continuación se detallan los resultados de los motores eléctricos.

2.3.1. Motores eléctricos en línea Multi-producto

A continuación tabla V de motores eléctricos con respectivos fecha de toma datos de termografía, así como la identificación de código de los 29 motores eléctricos que se les llevo el control, con la marca, serie, voltaje, amperios, hp, Hz, tipo de nema, factor de seguridad y área donde se ubica el motor en la línea de producción Multi-producto. Algunos datos no estaban disponibles, por tal razón no se tiene información de este.

Tabla V. Datos de placa de motores eléctricos

MP3 - Bomba de masa	Motor Núm.	Código	Marca	Serie	Voltaje	Amperios	HP	RPM	Hz	T. Placa (°C)	Tipo de Nema	Factor de seguridad
	1	ME1-2	Baldor-Reliance	P8F311	230/460	64/32	25	1 755	60	40	B	1,15
MP14-Extrusora AMF	Motor Núm.	Código	Marca	Serie	Voltaje	Amperios	HP	RPM	Hz	T. Placa (°C)	Tipo de Nema	Factor de seguridad
	2	ME2-2	SEW-EURODRIVE	DFV112M4	230/400	15,1/8,7	5	1 736	60	40	F	1
	3	ME3-2	SEW-EURODRIVE	DFT100LS4	230-460	8,6-4,3	1	1 720	60	40	C	1,15
	4	ME4-2	SEW-EURODRIVE	DFV112M4	230/400	15,1/8,7	1	1 736	60	40	C	1,15
	5	ME5-2	SEW-EURODRIVE	DRE80M4	230-460	2,90-1,44	1	1 740	60	40	C	1,15
Banda transportador a antes del proofer	Motor Núm.	Código	Marca	Serie	Voltaje	Amperios	HP	RPM	Hz	T. placa (°C)	Tipo de Nema	Factor de seguridad
	6	ME6-2	SEW-EURODRIVE	DRE80M4		2,90-1,44	1	1 740	60	40	C	1,15
	7	ME7-2	SEW-EURODRIVE	DRE80M4	230-460	2,90-1,44	1	1 740	60	40	C	1,15
	8	ME8-2	BALDOR	CM3554	208-230-460	5,3-5-2,5	1,5	1 725	60	40	B	1,15
	9	ME9-2	SEW-EURODRIVE	DRE80M4	230-460	2,0-1,44	1	1 740	60	40	C	1,15
	10	ME10-2	SEW-EURODRIVE	DRE80M4	230-460	2,90-1,44	1	1 740	60	40	C	1,15
	11	ME11-2	SEW-EURODRIVE	DRE80M4	230-460	2,90-1,44	1	1 740	60	40	C	1,15
Banda transportador a después del proofer	MOTOR NO.	Código	Marca	Serie	Voltaje	Amperios	HP	RPM	Hz	T. Placa (°C)	Tipo de Nema	Factor de seguridad
	12	ME12-2	SEW-EURODRIVE	DRE80M4	230-460	2,0-1,44	1	1 740	60	40	C	1,15
	13	ME13-2	SEW-EURODRIVE	DRE80M4	230-460	2,90-1,44	1	1 740	60	40	C	1,15
	14	ME14-2	BALDOR-RELIANCE	35N835T481	208-230-460	13-12,2-6,1	5	3 450	60	40	B	1,15
	15	ME15-2	SEW-EURODRIVE	DRE80M4	230-460	2,0-1,44	1	1 740	60	40	C	1,15
	16	ME16-2	SEW-EURODRIVE	DRE80M4		2,90-1,44	1	1 740	60	40	C	1,15
Banda transportadora antes del horno	Motor núm.	Código	Marca	Serie	Voltaje	Amperios	HP	RPM	Hz	T. Placa (°C)	Tipo de Nema	Factor de seguridad
	17	ME17-2	SEW-EURODRIVE	DRE80M4	230-460	2,90-1,44	1	1 740	60	40	C	1,15
	18	ME18-2	SEW-EURODRIVE	DRE80M4	230-460	2,90-1,44	1	1 740	60	40	C	1,15
	19	ME19-2	SEW-EURODRIVE	DRE80M4	230-460	2,90-1,44	1	1 740	60	40	C	1,15
Banda transportador a después del horno	Motor núm.	Código	Marca	Serie	Voltaje	Amperios	HP	RPM	Hz	T. Placa (°C)	Tipo de Nema	Factor de seguridad
	20	ME20-2	SUMITOMO		230-460	3,38-1,69	1	1 740	60	40	F	1,15
	21	ME21-2	SUMITOMO	M9004584	230-460	3,38-1,69	1	1 740	60	40	F	1,15
	22	ME22-2	SUMITOMO	HN0060431	230-460	3,38-1,69	1	1 740	60	40	F	1,15
	23	ME23-2	SUMITOMO	HN3465789	230-460	4,66-2,33	1,5	1 720	60	40	F	1,15
	24	ME24-2	SUMITOMO	HN0405794	230-460	4,66-2,33	1,5	1 720	60	40	F	1,15
	25	ME25-2	SUMITOMO	M9007229	230-460	4,66-2,33	1,5	1 720	60	40	F	1
	26	ME26-2	SUMITOMO	HN0405795	230-460	4,66-2,33	1,5	1 720	60	40	F	1,15
	27	ME27-2	SEW-EURODRIVE	DRE80M4	230-460	2,90-1,44	1	1 740	60	40	C	1,15
	28	ME28-2	SEW-EURODRIVE	DRE80M4	230-460	2,90-1,44	1	1 740	60	40	C	1,15
	29	ME29-2	SUMITOMO		230-460	3,8-1,9	4	1 755	60	40	F	1,15

Continuación de tabla V.

T. Máxima °C aislamiento	T. Máxima rodamiento (°C)	T. Aislamiento martes 28-11-17 (°C)	T. Rodamiento delantero martes 28-11-17 (°C)	T. Rodamiento posterior martes 28-11-17 (°C)	T. Aislamiento jueves 30-11-17 (°C)	T. Rodamiento delantero jueves 30-11-17 (°C)	T. Rodamiento posterior jueves 30-11-17 (°C)	T. Aislamiento martes 5-12-17 (°C)	T. Rodamiento delantero martes 5-12-17 (°C)	T. Rodamiento posterior martes 5-12-17 (°C)
90	90	37,3	52,3	28,1	35	50	26,5	40	55	31,3
T. Máxima °C aislamiento	T. Máxima rodamiento °C	T. Aislamiento martes 28-11-17 °C	T. Rodamiento delantero martes 28-11-17 °C	T. Rodamiento posterior martes 28-11-17 °C	T. Aislamiento jueves 30-11-17 °C	T. Rodamiento delantero jueves 30-11-17 °C	T. Rodamiento posterior jueves 30-11-17 °C	T. Aislamiento martes 5-12-17 °C	T. Rodamiento delantero martes 5-12-17 °C	T. Rodamiento posterior martes 5-12-17 °C
140	120	56,8	71,8	49,9	35,9	50,9	29,7	53,8	68,8	45,7
140	120	50,1	65,1	41,4	34,8	49,8	33,2	48,8	63,8	44,5
140	120	63	78	35	38,7	53,7	28,7	55,3	70,3	34
140	120	38	53	36,4	36,4	51,4	32,2	40,9	55,9	41,9
T. Máxima (°C) aislamiento	T. Máxima rodamiento (°C)	T. Aislamiento martes 28-11-17 °C	T. Rodamiento delantero martes 28-11-17 °C	T. Rodamiento posterior martes 28-11-17 °C	T. Aislamiento jueves 30-11-17 °C	T. Rodamiento delantero jueves 30-11-17 °C	T. Rodamiento posterior jueves 30-11-17 °C	T. Aislamiento martes 5-12-17 °C	T. Rodamiento delantero martes 5-12-17 °C	T. Rodamiento posterior martes 5-12-17 °C
90	120	60	75	41,7	53,2	68,2	58,9	61,5	76,5	43,3
140	120	42,9	57,9	44,3	38,8	53,8	41,3	40	55	41
90	90	61,9	76,9	60,2	51,8	66,8	49,8	63,7	78,7	59,4
140	120	40,7	55,7	33	39,6	54,6	30,9	41	56	35,9
140	120	41,4	56,4	30,2	41	56	30,9	43	58	30
140	120	40,9	55,9	29	41	56	29,7	42,7	57,7	30,3
T. Máxima °C aislamiento	T. Máxima rodamiento °C	T. Aislamiento martes 28-11-17 °C	T. Rodamiento delantero martes 28-11-17 °C	T. Rodamiento posterior martes 28-11-17 °C	T. Aislamiento jueves 30-11-17 °C	T. Rodamiento delantero jueves 30-11-17 °C	T. Rodamiento posterior jueves 30-11-17 °C	T. Aislamiento martes 5-12-17 °C	T. Rodamiento delantero martes 5-12-17 °C	T. Rodamiento posterior martes 5-12-17 °C
140	120	42,5	57,5	31,8	43,2	58,2	32,1	44	59	36,9
140	120	44,3	59,3	28,4	43,7	58,7	32,2	44,6	59,6	32,1
90	90	69	84	67	71	86	65	70	85	67,6
140	120	43,7	58,7	30	43,8	58,8	29,6	45	60	31,7
90	90	64,6	79,6	59	56,8	71,8	50,6	68,5	83,5	59,4
T. Máxima °C aislamiento	T. Máxima rodamiento °C	T. Aislamiento martes 28-11-17 °C	T. Rodamiento delantero martes 28-11-17 °C	T. Rodamiento posterior martes 28-11-17 °C	T. Aislamiento jueves 30-11-17 °C	T. Rodamiento delantero jueves 30-11-17 °C	T. Rodamiento posterior jueves 30-11-17 °C	T. Aislamiento martes 5-12-17 °C	T. Rodamiento delantero martes 5-12-17 °C	T. Rodamiento posterior martes 5-12-17 °C
140	120	43	58	29,8	44,1	59,1	29,6	43,5	58,5	31,7
140	120	47,7	62,7	30,6	50,2	65,2	29,4	47,2	62,2	32,2
140	120	47	62	33,8	47,7	62,7	31,8	45	60	49,1
T. Máxima °C aislamiento	T. Máxima rodamiento °C	T. Aislamiento martes 28-11-17 °C	T. Rodamiento delantero martes 28-11-17 °C	T. Rodamiento posterior martes 28-11-17 °C	T. Aislamiento jueves 30-11-17 °C	T. Rodamiento delantero jueves 30-11-17 °C	T. Rodamiento posterior jueves 30-11-17 °C	T. Aislamiento martes 5-12-17 °C	T. Rodamiento delantero martes 5-12-17 °C	T. Rodamiento posterior martes 5-12-17 °C
90	90	62,2	91,4	39,2	59,6	74,6	34,9	65,5	80,5	39,6
90	90	48,2	77,8	40,2	47,3	62,3	39,5	53,7	68,7	41
90	90	54,2	81	39,2	50,6	65,6	39,8	55,3	70,3	48,3
90	90	53,3	68,3	28,5	52,3	67,3	33	53,7	68,7	33,8
90	90	57,2	72,2	36,6	52,4	67,4	41,4	59,4	74,4	50,3
90	90	62	77	32,7	60,5	75,5	35,2	65,4	80,4	36,7
90	90	88	102	58,5	83,4	98,4	56,8	91,1	106,1	63
		49,8	62,2	33,1	49,8	64,8	36,9	48,8	63,8	36
		57,9	73	56	57,9	72,9	51,2	59,6	74,6	46
90	90	57,2	69,4	32,2	56,9	72,9	34,8	58,7	73,7	39

Continuación de tabla V.

T. Aislamiento jueves 7-12- 17 °C	T. Rodamiento delantero jueves 7-12- 17 °C	T. Rodamiento posterior jueves 7-12- 17 °C	T. Aislamiento martes 12- 12-17 °C	T. Rodamiento delantero martes 12-12- 17 °C	T. Rodamiento posterior martes 12- 12-17 °C
41	56	32	40.6	55.6	31.5
T. Aislamiento jueves 7-12- 17 °C	T. Rodamiento delantero jueves 7-12- 17 °C	T. Rodamiento posterior jueves 7-12- 17 °C	T. Aislamiento martes 12- 12-17 °C	T. Rodamiento delantero martes 12-12- 17 °C	T. Rodamiento posterior martes 12- 12-17 °C
51	66	42.4	48.1	63.1	41
46	61	42.6	43.8	58.8	41.1
53.7	68.7	32.2	50	65	29.3
38.7	53.7	33	34.5	49.5	28.4
T. Aislamiento jueves 7-12- 17 °C	T. Rodamiento delantero jueves 7-12- 17 °C	T. Rodamiento posterior jueves 7-12- 17 °C	T. Aislamiento martes 12- 12-17 °C	T. Rodamiento delantero martes 12-12- 17 °C	T. Rodamiento posterior martes 12- 12-17 °C
53	68	43	46.2	61.2	31.4
40.8	55.8	40.1	36.4	51.4	39.3
59.7	74.7	54.1	59	74	54
38.8	53.8	31.6	37	52	30.4
41	56	29.1	38.7	53.7	26
40.5	55.5	30.5	38	53	26.4
T. Aislamiento jueves 7-12- 17 °C	T. Rodamiento delantero jueves 7-12- 17 °C	T. Rodamiento posterior jueves 7-12- 17 °C	T. Aislamiento martes 12- 12-17 °C	T. Rodamiento delantero martes 12-12- 17 °C	T. Rodamiento posterior martes 12- 12-17 °C
41.3	56.3	34.4	40	55	30.2
44	59	30.1	42	57	29.2
69.3	84.3	67.4	68	83	65
40.7	55.7	31	41	56	27.5
63.8	78.8	58	64	79	54.8
T. Aislamiento jueves 7-12- 17 °C	T. Rodamiento delantero jueves 7-12- 17 °C	T. Rodamiento posterior jueves 7-12- 17 °C	T. Aislamiento martes 12- 12-17 °C	T. Rodamiento delantero martes 12-12- 17 °C	T. Rodamiento posterior martes 12- 12-17 °C
41.4	56.4	30	39	54	27.6
45.3	60.3	30.5	42.2	57.2	27.9
43.7	58.7	41	41.7	56.7	39
T. Aislamiento jueves 7-12- 17 °C	T. Rodamiento delantero jueves 7-12- 17 °C	T. Rodamiento posterior jueves 7-12- 17 °C	T. Aislamiento martes 12- 12-17 °C	T. Rodamiento delantero martes 12-12- 17 °C	T. Rodamiento posterior martes 12- 12-17 °C
63.5	78.5	42.6	61.5	76.5	33
49.8	64.8	44.3	47	68.5	41.5
54	69	44.3	53.5	68.5	41
45.1	60.1	42	52.3	67.3	33.8
55	70	40.3	52	67	41
62	77	38.8	60.2	75.2	33.4
85	100	64	79.8	94.8	55.2
45.9	60.9	33.8	47.1	62.1	36.1
52.2	67.2	39.5	58.6	73.6	36.2
51.4	52.5	38.3	54.2	54.4	35.8

Continuación de tabla V.

T. Aislamiento Jueves 14-12 17 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 14-12 17 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 14-12-17 (°C)	T. Aislamiento Martes 9-1-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 9-1-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 9-1-18 (°C)	T. Aislamiento Jueves 11-1-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 11-1-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 11-1-18 (°C)	T. Aislamiento Martes 16-1-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 16-1-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 16-1-18 (°C)
37,4	52,4	32,3	35,9	50,9	24,5	34,5	49,5	32,2	34	49	23,8
52,7	67,7	47,5	52	67	41,5	47,1	62,1	41,4	53,5	68,5	43,7
46	61	43,4	44,8	59,8	44	43	58	41,9	45,2	60,2	44,3
52,9	67,9	34	54,6	69,6	34,4	48,3	63,3	39,5	55	70	38,9
37,3	52,3	33,2	50,3	65,3	33,9	46,5	61,5	40,2	51,7	66,7	43,1
48,8	63,8	36	33,8	48,8	33,5	35,8	50,8	33	35,5	50,5	33,6
40,6	55,6	39,2	37,7	52,7	35,5	38,2	53,2	38,8	37,5	52,5	38,8
59,2	74,2	53,8	57,6	72,6	51,4	48,2	63,2	45,4	58	73	53,2
37,3	52,3	31,7	36,8	51,8	27,2	37,7	52,7	31,8	37,6	52,6	29,9
42	57	29,5	37,7	52,7	35,5	39,6	54,6	27,1	38,8	53,8	27
40,7	55,7	29	39,9	54,9	26	40	55	31,5	40	55	30,2
42,5	57,5	37,9	39,2	54,2	28	40,7	55,7	31,6	40,5	55,5	30,3
42,8	57,8	30,4	40,1	55,1	25	42,2	57,2	28,9	43,1	58,1	30,6
66	81	60	66	81	38	64,5	79,5	37,6	65	80	40,7
41	56	53,5	39,6	54,6	29,5	42,4	57,4	33,7	42,4	57,4	30,8
65,6	80,6	58,3	66,3	81,3	56,8	64	79	57,6	63,3	78,3	53,9
41	56	30	39,5	54,5	26	41,6	56,6	30,2	41,5	56,5	28,5
44	59	30,1	41,5	56,5	27	43,9	58,9	29,2	42,2	57,2	29,9
43,5	58,5	35,4	42	57	35,1	43,3	58,3	34,4	42,2	57,2	30
62,2	77,2	40,3	61,5	76,5	39,4	59,4	74,4	43,7	58,2	73,2	35,3
48,2	63,2	44,2	48,4	63,4	42,2	48,7	63,7	42,9	47,7	62,7	39,6
54,2	69,2	42	51,5	66,5	41	53,7	68,7	42,2	51,8	66,8	37,4
53,3	68,3	42,2	51,7	66,7	30,2	58	73	33,2	51,3	66,3	26,7
57,2	72,2	42,9	53,7	68,7	40,4	55,2	70,2	39,2	52,5	67,5	33,4
62	77	36	59	74	35,5	62,8	77,8	35,2	61,6	76,6	32,8
88	103	75	84	99	56,2	84,6	99,6	60,3	75,5	90,5	52
49,8	64,8	36,9	46,6	61,6	35,4	48,8	63,8	36	45,9	60,9	33,8
57,9	72,9	51,2	53,1	68,1	41,2	59,6	74,6	46	52,2	67,2	39,5
57,2	72,2	37,2	53,3	68,3	42,1	57,3	72,3	46,6	55	70	43,2

Continuación de tabla V.

T. Aislamiento Jueves 18-1- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 18-1- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 18-1- 18 (°C)	T. Aislamiento Martes 23-1- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 23-1- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 23-1- 18 (°C)
34,5	49,5	24,5	34,7	49,7	26
T. Aislamiento Jueves 18-1- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 18-1- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 18-1- 18 (°C)	T. Aislamiento Martes 23-1- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 23-1- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 23-1- 18 (°C)
51,4	66,4	44,8	54	69	43,3
45,5	60,5	42,8	46,2	61,2	42
52,7	67,7	40,5	55	70	40,7
49,8	64,8	38,5	49,7	64,7	40,8
T. Aislamiento Jueves 18-1- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 18-1- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 18-1- 18 (°C)	T. Aislamiento Martes 23-1- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 23-1- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 23-1- 18 (°C)
34,7	49,7	31,2	33,4	48,4	34,1
36,6	51,6	38,9	36,2	51,2	38
60,3	75,3	56,8	57,7	72,7	55,1
38,6	53,6	31,4	38	53	35,6
39,4	54,4	27,8	39,9	54,9	26,8
39,7	54,7	29,5	37,7	52,7	35,5
T. Aislamiento Jueves 18-1- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 18-1- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 18-1- 18 (°C)	T. Aislamiento Martes 23-1- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 23-1- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 23-1- 18 (°C)
39,8	54,8	40,3	39,2	54,2	34,9
39,8	54,8	31,4	39,2	54,2	31,3
66,5	81,5	41,5	65	80	42
40	55	47,9	40	55	41
63	78	53,1	64,1	79,1	54,6
T. Aislamiento Jueves 18-1- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 18-1- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 18-1- 18 (°C)	T. Aislamiento Martes 23-1- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 23-1- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 23-1- 18 (°C)
39	54	27,1	39,1	54,1	29,1
41,8	56,8	27,8	42	57	27,7
41,7	56,7	31,1	42,1	57,1	36,7
T. Aislamiento Jueves 18-1- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 18-1- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 18-1- 18 (°C)	T. Aislamiento Martes 23-1- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 23-1- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 23-1- 18 (°C)
60,1	75,1	40,3	61,4	76,4	39,2
47,5	62,5	41,5	47,8	62,8	40,2
51,1	66,1	40,1	51,9	66,9	39,2
51,4	66,4	29,8	49,7	64,7	28,5
53,6	68,6	36,7	52,7	67,7	36,6
59,6	74,6	32,6	59,9	74,9	32,7
84,5	99,5	54,4	87	102	58,5
47,1	62,1	36,1	47,2	62,2	33,1
58,6	73,6	36,2	58	73	56
54,7	69,7	39,2	54,4	69,4	32,2

Continuación de tabla V.

T. Aislamiento Jueves 25-1-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 25-1-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 25-1-18 (°C)	T. Aislamiento Martes 30-1-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 30-1-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 30-1-18 (°C)	T. Aislamiento Jueves 1-2-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 1-2-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 1-2-18 (°C)	T. Aislamiento Martes 6-2-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 6-2-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 6-2-18 (°C)
37	52	26	37	52	28	34	49	27	39,1	54,1	31,3
51,9	66,9	45,3	51,9	66,9	45,3	51,4	66,4	44,8	60,3	75,3	50,9
46,6	61,6	48	46,6	61,6	48	45,5	60,5	42,8	54,4	69,4	47,2
53,3	68,3	42	53,3	68,3	42	52,7	67,7	40,5	60,2	75,2	46,8
51,3	66,3	39	51,3	66,3	39	49,8	64,8	38,5	55,8	70,8	49,2
36,3	51,3	37,2	36,3	51,3	37,2	35,5	50,5	33,9	38,7	53,7	39,5
40,7	55,7	41,3	40,7	55,7	41,3	38,9	53,9	40,7	41,4	56,4	44,3
60,2	75,2	55,9	60,2	75,2	55,9	59,2	74,2	56,1	62,8	77,8	58,7
38,1	53,1	35	38,1	53,1	35	37,4	52,4	36	40,6	55,6	39,7
41,2	56,2	28	41,2	56,2	28	39,4	54,4	26,5	40,9	55,9	29,5
40	55	35	40	55	35	39	54	30,1	41,3	56,3	31,8
40,2	55,2	44,4	40,2	55,2	44,4	38,7	53,7	38,1	41,6	56,6	38,3
40,6	55,6	32,3	40,6	55,6	32,3	39	54	30,7	42	57	32,8
66	81	60	66	81	38	66	81	60	64,5	79,5	37,6
41,7	56,7	42,3	41,7	56,7	42,3	40	55	45,7	43,3	58,3	44,1
65,1	80,1	55	65,1	80,1	55	64,9	79,9	56,8	67,3	82,3	59,1
39,8	54,8	29,1	39,8	54,8	29,1	38,1	53,1	27,8	42,3	57,3	30,7
44,8	59,8	29,3	44,8	59,8	29,1	39,7	54,7	29,3	44,3	59,3	52
44,3	59,3	37,5	44,3	59,3	37,5	41,4	56,4	33,5	45,8	60,8	39,7
62,3	77,3	40,5	62,3	77,3	40,5	62,5	77,5	37	67	82	43,5
49,3	64,3	41,5	49,3	64,3	41,5	48,5	63,5	42,2	51,8	66,8	46,1
53,5	68,5	40,6	53,5	68,5	40,6	52,1	67,1	39	57	72	43,3
56	71	30,2	56	71	30,2	53,7	68,7	30,1	58,9	73,9	40
53,4	68,4	36,1	53,4	68,4	36,1	54,6	69,6	45,4	57,3	72,3	46,2
60	75	31,2	60	75	31,2	56,3	71,3	31,8	59	74	39,2
80,3	95,3	57,9	80,3	95,3	57,9	86,6	101,6	59,9	90	105	63,3
49,8	64,8	36,9	49,8	64,8	36,9	48,7	63,7	35	51,1	66,1	42
57,9	72,9	51,2	57,9	72,9	51,2	50,6	65,6	48,8	59,4	74,4	55,9
5,3	72,3	39,4	57,3	72,3	39,4	53,5	68,5	42	57,3	72,3	45,8

Continuación de tabla V.

T. AISLAMIENTO JUEVES 9-2-18 (°C)	T. RODAMIENTO DELANTERO JUEVES 9-2-18 (°C)	T. RODAMIENTO POSTERIOR JUEVES 9-2-18 (°C)	T. AISLAMIENTO MARTES 13-2-18 (°C)	T. RODAMIENTO DELANTERO MARTES 13-2-18 (°C)	T. RODAMIENTO POSTERIOR MARTES 13-2-18 (°C)
32,5	47,5	27,6	37,9	52,9	28
T. Aislamiento Jueves 9-2-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 9-2-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 9-2-18 (°C)	T. Aislamiento Martes 13-2-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 13-2-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 13-2-18 (°C)
54	69	46	57	72	51,4
46,5	61,5	47,3	49,5	64,5	45,5
54,9	69,9	41,9	57,5	72,5	43
50,3	65,3	43	51,9	66,9	41,2
T. Aislamiento Jueves 9-2-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 9-2-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 9-2-18 (°C)	T. Aislamiento Martes 13-2-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 13-2-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 13-2-18 (°C)
39	54	37,6	36,2	51,2	35,6
3,8	52,8	37,3	39,5	54,5	40,1
6,5	75,5	56,6	57,2	72,2	52
38,4	53,4	36,8	39,7	54,7	33
39,9	54,9	27,8	41,2	56,2	31,5
39,6	54,6	29,1	40,8	55,8	33,4
T. Aislamiento Jueves 9-2-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 9-2-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 9-2-18 (°C)	T. Aislamiento Martes 13-2-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 13-2-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 13-2-18 (°C)
40	55	35,4	41,3	56,3	40,4
41,1	56,1	30,4	41,8	56,8	32,7
65,2	80,2	40,6	65,5	80,5	41,1
41,9	56,9	41,4	42,5	57,5	41
64,4	79,4	56,9	68	83	59,6
T. Aislamiento Jueves 9-2-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 9-2-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 9-2-18 (°C)	T. Aislamiento Martes 13-2-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 13-2-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 13-2-18 (°C)
40,3	55,3	29,7	41	56	31,1
42,5	57,5	49,8	42,1	57,1	41,1
43,5	58,5	51,6	45	60	43,6
T. Aislamiento Jueves 9-2-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 9-2-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 9-2-18 (°C)	T. Aislamiento Martes 13-2-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 13-2-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 13-2-18 (°C)
62,9	77,9	41,9	61,8	76,8	46
46,8	61,8	40,8	46,3	61,3	41
52,2	67,2	40,7	50,1	65,1	34,4
32,5	47,5	53,4	55,1	70,1	32,1
53,9	68,9	38,1	48	63	35,2
57,1	72,1	39	55,4	70,4	34,7
86,4	101,4	63,3	97,3	112,3	72,1
44,3	59,3	35,5	46,4	61,4	38,1
53,3	68,3	47,5	55,8	70,8	51,3
54,6	69,6	42,9	55,4	70,4	43,9

Continuación de tabla V.

T. Aislamiento Jueves 15-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 15-2-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 15-2- 18 (°C)	T. Aislamiento Martes 20-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 20-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 20-2- 18 (°C)	T. Aislamiento Jueves 22-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 22- 2-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 22-2- 18 (°C)	T. Aislamiento Martes 27-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 27-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 27-2- 18 (°C)
37,1	52,1	34,6	36,3	51,3	39,6	38,2	53,2	38,7	39,1	54,1	31,3
T. Aislamiento Jueves 15-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 15-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 15-2- 18 (°C)	T. Aislamiento Martes 20-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 20-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 20-2- 18 (°C)	T. Aislamiento Jueves 22-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 22-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 22-2- 18 (°C)	T. Aislamiento Martes 27-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 27-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 27-2- 18 (°C)
56	71	48,6	51,8	66,8	46,1	56,1	71,1	46,4	60,3	75,3	50,9
47,5	62,5	47,1	44,3	59,3	42,5	49,2	64,2	43	54,4	69,4	47,2
55	70	39,7	53,4	68,4	41,9	57,4	72,4	46,3	60,2	75,2	46,8
50,1	65,1	42,1	50,1	65,1	38,6	52,3	67,3	41,3	55,8	70,8	49,2
T. Aislamiento Jueves 15-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 15-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 15-2- 18 (°C)	T. Aislamiento Martes 20-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 20-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 20-2- 18 (°C)	T. Aislamiento Jueves 22-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 22-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 22-2- 18 (°C)	T. Aislamiento Martes 27-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 27-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 27-2- 18 (°C)
36,6	51,6	35,4	33,5	48,5	31,4	38,6	53,6	33,7	38,7	53,7	39,5
37,5	52,5	40,2	34,1	49,1	35,8	39,2	54,2	37,2	41,4	56,4	44,3
62	77	57,7	59,8	74,8	54,4	56,7	71,7	56,3	62,8	77,8	58,7
39,4	54,4	38,3	37	52	33,9	39,2	54,2	35,4	40,6	55,6	39,7
41,2	56,2	31,5	38,5	53,5	27,9	41,2	56,2	30,9	40,9	55,9	29,5
41,3	56,3	35,6	38,1	53,1	32,2	40,5	55,5	32,2	41,3	56,3	31,8
T. Aislamiento Jueves 15-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 15-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 15-2- 18 (°C)	T. Aislamiento Martes 20-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 20-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 20-2- 18 (°C)	T. Aislamiento Jueves 22-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 22-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 22-2- 18 (°C)	T. Aislamiento Martes 27-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 27-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 27-2- 18 (°C)
40,7	55,7	42,3	38	53	37,2	41,4	56,4	40,9	41,6	56,6	38,3
40,4	55,4	36	38	53	30	39,9	54,9	31,6	42	57	32,8
66	81	38	66	81	60	62	64	64	64,5	79,5	37,6
37,2	52,2	42,5	37,4	52,4	33,2	40,2	55,2	34,2	43,3	58,3	44,1
65	80	55,7	59,1	74,1	52,2	65,7	80,7	57,1	67,3	82,3	59,1
T. Aislamiento Jueves 15-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 15-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 15-2- 18 (°C)	T. Aislamiento Martes 20-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 20-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 20-2- 18 (°C)	T. Aislamiento Jueves 22-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 22-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 22-2- 18 (°C)	T. Aislamiento Martes 27-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 27-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 27-2- 18 (°C)
41,3	56,3	30,3	37,2	52,2	26	39,1	54,1	28,5	42,3	57,3	30,7
40,7	55,7	40,7	37,1	52,1	34,2	40,8	55,8	36,9	44,3	59,3	52
45,2	60,2	38,5	40	55	35,4	42,2	57,2	37,2	45,8	60,8	39,7
T. Aislamiento Jueves 15-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 15-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 15-2- 18 (°C)	T. Aislamiento Martes 20-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 20-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 20-2- 18 (°C)	T. Aislamiento Jueves 22-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 22-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 22-2- 18 (°C)	T. Aislamiento Martes 27-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 27-2- 18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 27-2- 18 (°C)
61,1	76,1	43,1	58	73	43,8	64,5	79,5	48,1	67	82	43,5
47,2	62,2	41,9	4,9	57,9	36	48	63	41,6	51,8	66,8	46,1
53,2	68,2	40,5	46,5	61,5	31,8	51,6	66,6	35,2	57	72	43,3
54,5	69,5	32,5	46,8	61,8	26,8	53,5	68,5	29,8	58,9	73,9	40
54,2	69,2	40,2	47,2	62,2	35,2	52,6	67,6	38,5	57,3	72,3	46,2
56,4	71,4	35,8	49,5	64,5	30,6	61,1	76,1	36,2	59	74	39,2
88,4	103,4	63,3	75,7	90,7	50,7	88,1	10,1	63,9	90	105	63,3
47	62	33,3	42,9	57,9	29,6	49,3	64,3	34,1	51,1	66,1	42
59,1	74,1	62,5	49,4	64,4	49,5	60,5	75,3	63	59,4	74,4	55,9
54,3	69,3	43	47,4	62,4	37	54,7	69,7	40,7	57,3	72,3	45,8

Continuación de tabla V.

T. Aislamiento Jueves 1-3-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 1-3-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 1-3-18 (°C)	T. Aislamiento Martes 6-3-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 6-3-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 6-3-18 (°C)
32,5	47,5	27,6	39,1	54,1	31,3
T. Aislamiento Jueves 1-3-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 1-3-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 1-3-18 (°C)	T. Aislamiento Martes 6-3-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 6-3-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 6-3-18 (°C)
54	69	46	60,3	75,3	50,9
46,5	61,5	47,3	54,4	69,4	47,2
54,9	69,9	41,9	60,2	75,2	46,8
50,3	65,3	43	55,8	70,8	49,2
T. Aislamiento Jueves 1-3-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 1-3-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 1-3-18 (°C)	T. Aislamiento Martes 6-3-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 6-3-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 6-3-18 (°C)
39	54	37,6	45,3	60,3	35,5
37,8	52,8	37,3	47,3	62,3	50,4
60,5	75,5	56,6	68,1	83,1	61,9
38,4	53,4	36,8	42,6	57,6	35,4
39,9	54,9	27,8	44	59	33,3
39,6	54,6	29,1	44	59	33,2
T. Aislamiento Jueves 1-3-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 1-3-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 1-3-18 (°C)	T. Aislamiento Martes 6-3-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 6-3-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 6-3-18 (°C)
40	55	35,4	44,8	59,8	39
41,1	56,1	30,4	46,6	61,6	36
65,2	80,2	40,6	75,1	80,4	80
41,9	56,9	41,4	47,7	62,7	42,5
64,4	79,4	56,9	67,7	82,7	59,4
T. Aislamiento Jueves 1-3-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 1-3-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 1-3-18 (°C)	T. Aislamiento Martes 6-3-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 6-3-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 6-3-18 (°C)
40,3	55,3	29,7	46,3	61,3	34
42,5	57,5	49,8	47,5	62,5	39,1
43,5	58,5	51,6	48,5	63,5	40,1
T. Aislamiento Jueves 1-3-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 1-3-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 1-3-18 (°C)	T. Aislamiento Martes 6-3-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Martes 6-3-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Martes 6-3-18 (°C)
62,9	77,9	41,9	72,9	87,9	51,1
46,8	61,8	40,8	56	71	50,5
52,2	67,2	40,7	58,4	73,4	45,3
32,5	47,5	53,4	73,5	88,5	65,9
53,9	68,9	38,1	59,1	74,1	43,4
57,1	72,1	39	61,9	76,9	37,7
86,4	101,4	63,3	87,9	102,9	63,1
44,3	59,3	35,5	53,5	68,5	41,5
53,3	68,3	47,5	62,6	77,6	61,9
54,6	69,6	42,9	54,7	69,7	47,4

Continuación de tabla V.

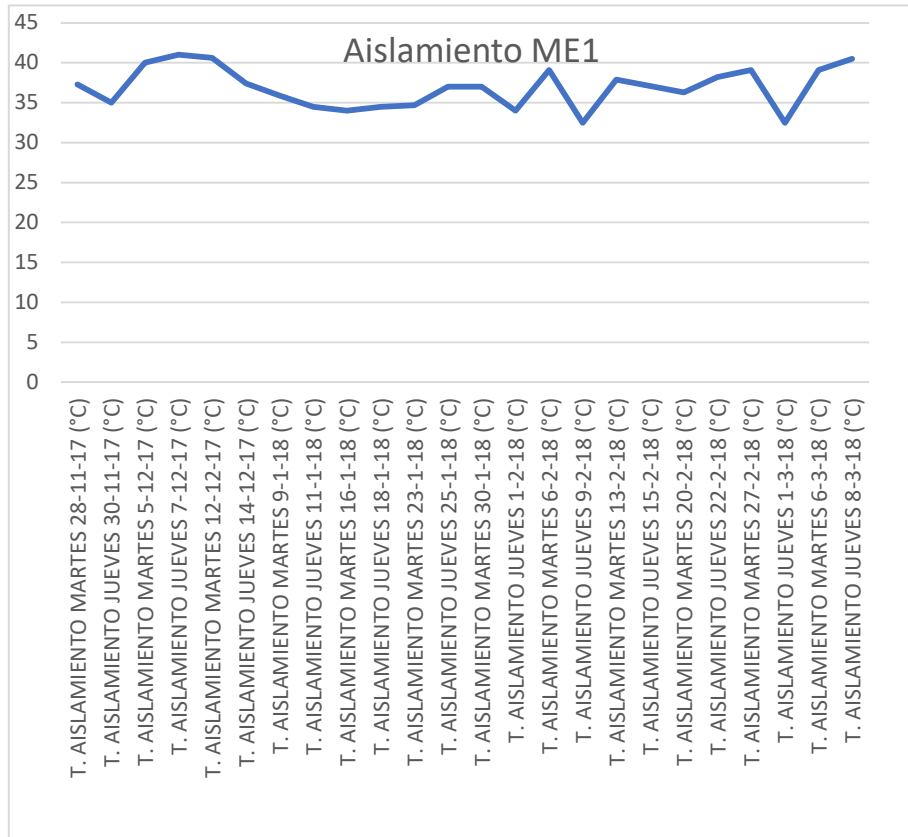
T. Aislamiento Jueves 8-3-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 8-3-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 8-3-18 (°C)
40,5	55,5	31,5
T. Aislamiento Jueves 8-3-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 8-3-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 8-3-18 (°C)
60,5	75,5	55
53,1	68,1	47,3
70,7	85,7	46,3
43,8	58,8	39,1
T. Aislamiento Jueves 8-3-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 8-3-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 8-3-18 (°C)
42,2	57,2	39
44,7	59,7	44,5
66	81	58,8
44	59	40,3
45,4	60,4	34,2
45,1	60,1	41,4
T. Aislamiento Jueves 8-3-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 8-3-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 8-3-18 (°C)
45,9	60,9	38,5
47,5	62,5	37,5
65	75	80
49,9	64,9	41,4
72,1	87,1	63,5
T. Aislamiento Jueves 8-3-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 8-3-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 8-3-18 (°C)
46,	61,1	35,5
45,9	60,9	40
51	66	39,5
T. Aislamiento Jueves 8-3-18 (°C)	T. Rodamiento Delantero Jueves 8-3-18 (°C)	T. Rodamiento Posterior Jueves 8-3-18 (°C)
70,8	85,8	42,3
51,8	66,8	47,5
52,6	67,6	41,3
57,1	72,1	40,5
53,4	68,4	40,9
61,5	76,5	36,5
84,6	99,6	59,2
51,1	66,1	38,6
57,1	72,1	55,7
60	75	47,2

Fuente: elaboración propia.

2.3.2. Análisis de variación de temperatura para determinar tiempos de mantenimiento

A continuación se toma en cuenta los datos anteriores y se procede a el desarrollo de resultado por cada motor eléctrico en un total de 29 motores eléctricos con su respectiva placa, para verificar detenidamente como se puede dar mantenimiento predictivo a motores eléctricos trifásicos por medio del método de temperatura con la cámara termografía flir i7, se procederá a determinar la temperatura adecuada de trabajo dependiendo de datos de fabricante así mismo datos altura sobre el nivel del mar, factor de servicio y temperatura ambiente máxima se utilizó la herramienta de Excel para determinar el comportamiento de temperatura de aislamiento y predecir si es necesario reemplazar los rodamientos por medio de los datos tomados:

Figura 17. Temperatura aislamiento ME1



Fuente:Planta Panifresh

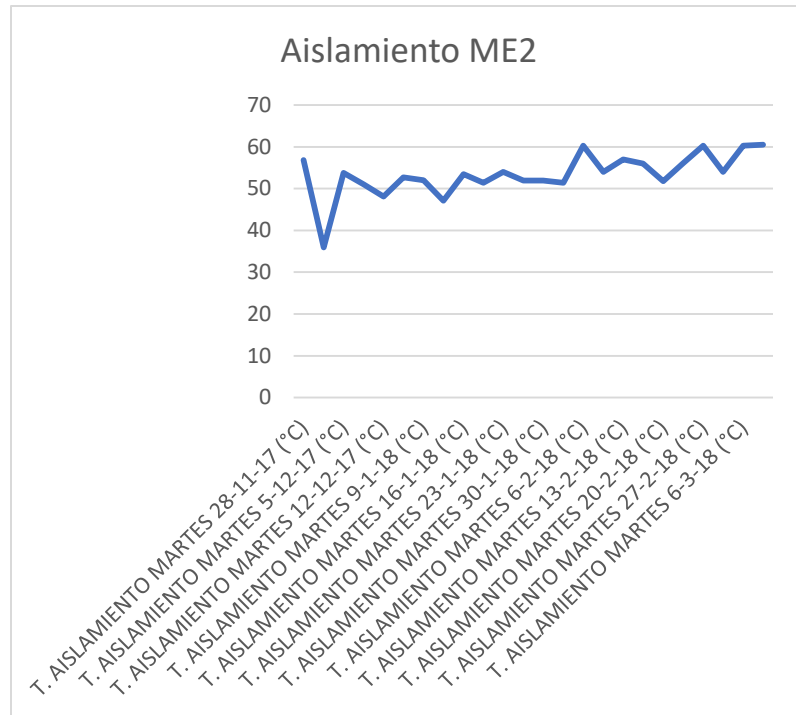
Figura 18. Placa ME1



Fuente: elaboración propia.

Se designó como motor eléctrico 1 (ME1) marca Baldor-Reliance de 25 HP con 1 755 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30 °C, aproximado, no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 90 °C, ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo B, como se puede observar en la figura 17 trabaja a una temperatura normal por debajo de la temperatura máxima lo cual no representa ningún problema y por consiguiente su factor de servicio es de 1,15 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 2 700m, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar, entonces se concluye que este motor está trabajando en óptimas condiciones por ende no es necesario intervenir en su mantenimiento predictivo y sus rodamientos no necesitan ser reemplazados a menos que sea la fecha que la empresa programe su mantenimiento preventivo.

Figura 19. **Temperatura aislamiento ME2**



Fuente: Planta Panifresh

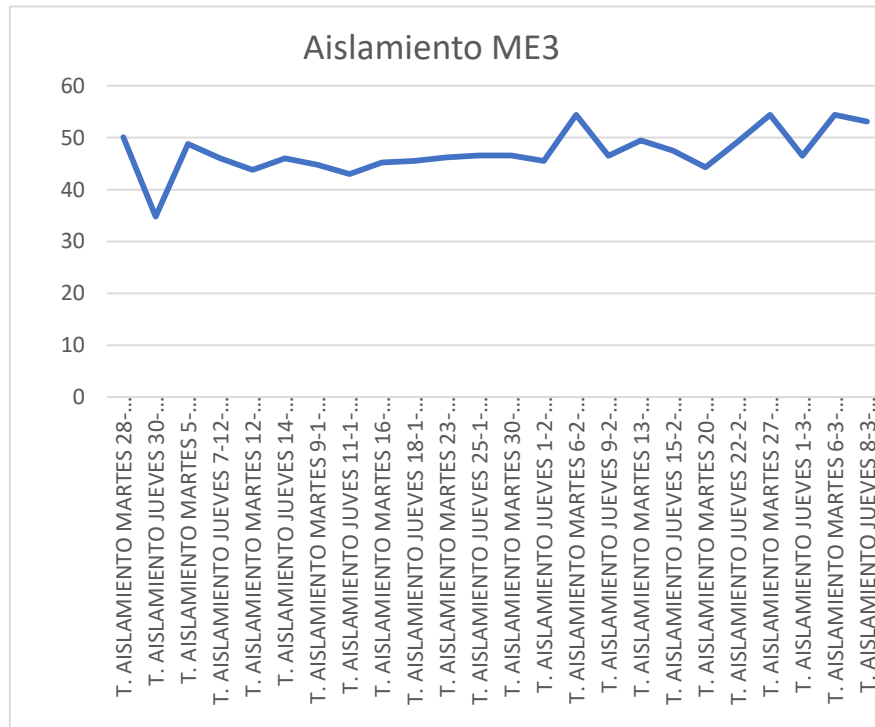
Figura 20. **Placa ME2**



Fuente: elaboración propia

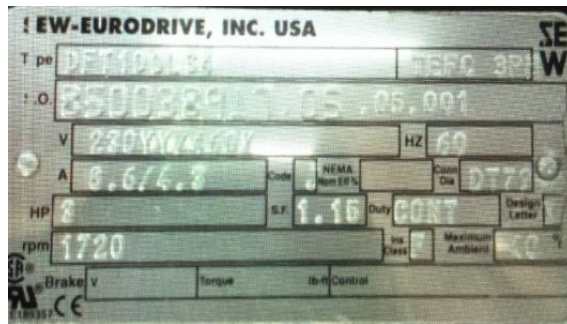
Se designó como motor eléctrico 2(ME2) marca SEW-EURODRIVE de 5 HP con 1 736 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30°C aproximado lo cual no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 115 °C, ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo F, como se puede observar en la figura 19 trabaja a una temperatura normal por debajo de la temperatura máxima, lo cual no representa ningún problema y por consiguiente su factor de servicio es de 1 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 1 000, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar entonces se concluye que este motor está trabajando en condiciones no recomendadas, en este caso debe de trabajar a menor potencia de lo que describe la placa ya esto se aplica directamente a la temperatura de trabajo y por cada 500 msnm de más se reduce en un 5 % la temperatura de 115 °C pero como no está trabajando a su corriente máxima por ende no es necesario intervenir en el mantenimiento predictivo y sus rodamientos no necesitan ser reemplazados a menos que sea la fecha que la empresa programe su mantenimiento preventivo.

Figura 21. **Temperatura aislamiento ME3**



Fuente: Planta Panifresh.

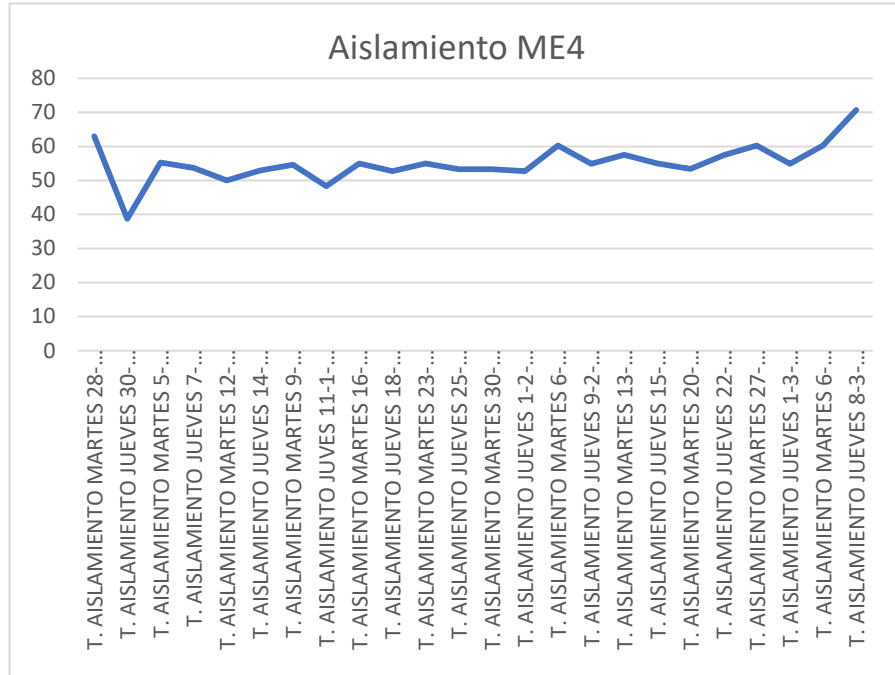
Figura 22. **Placa ME3**



Fuente: elaboración propia.

Se designó como motor eléctrico 3(ME3) marca SEW-EURODRIVE de 3 HP con 1720 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30 °C aproximado, lo que no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 115 °C ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo F, como se puede observar en la figura 21 trabaja a una temperatura normal por debajo de la temperatura máxima, lo cual no representa ningún problema y por consiguiente su factor de servicio es de 1,15 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 2 700m, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar, entonces se concluye que este motor está trabajando en óptimas condiciones por ende no es necesario intervenir en su mantenimiento predictivo y sus rodamientos no necesitan ser reemplazados a menos que sea la fecha que la empresa programe su mantenimiento preventivo.

Figura 23. **Temperatura aislamiento ME4**



Fuente: Planta Panifresh.

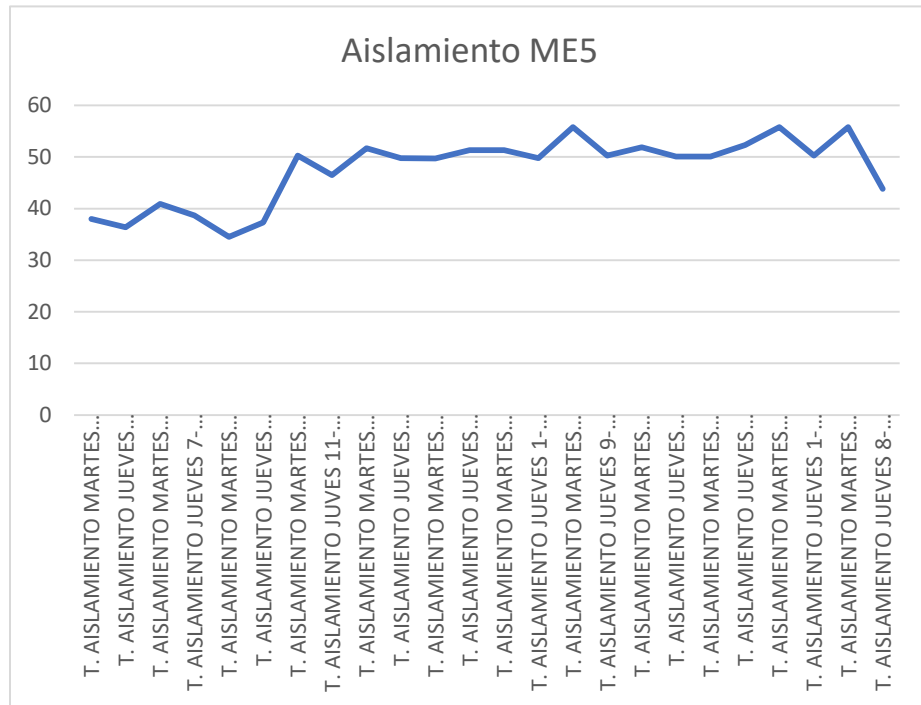
Figura 24. **Placa ME4**



Fuente: elaboración propia.

Se designó como motor eléctrico 4(ME4) marca SEW-EURODRIVE de 5 HP con 1736 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30 °C aproximado, lo que no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 115 °C ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo F, como se puede observar en la figura 23 trabaja a una temperatura normal por debajo de la temperatura máxima, lo cual no representa ningún problema y por consiguiente su factor de servicio es de 1 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 1 000, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar, entonces se concluye que este motor está trabajando en condiciones no recomendadas, en este caso debe de trabajar a menor potencia de lo que describe la placa ya esto se aplica directamente a la temperatura de trabajo y por cada 500 msnm de más se reduce en un 5 % la temperatura de 115°C pero como no está trabajando a su corriente máxima por ende no es necesario intervenir en el mantenimiento predictivo y los rodamientos no necesitan ser reemplazados a menos que sea la fecha que la empresa programe su mantenimiento preventivo.

Figura 25. **Temperatura aislamiento ME5**



Fuente: Planta Panifresh.

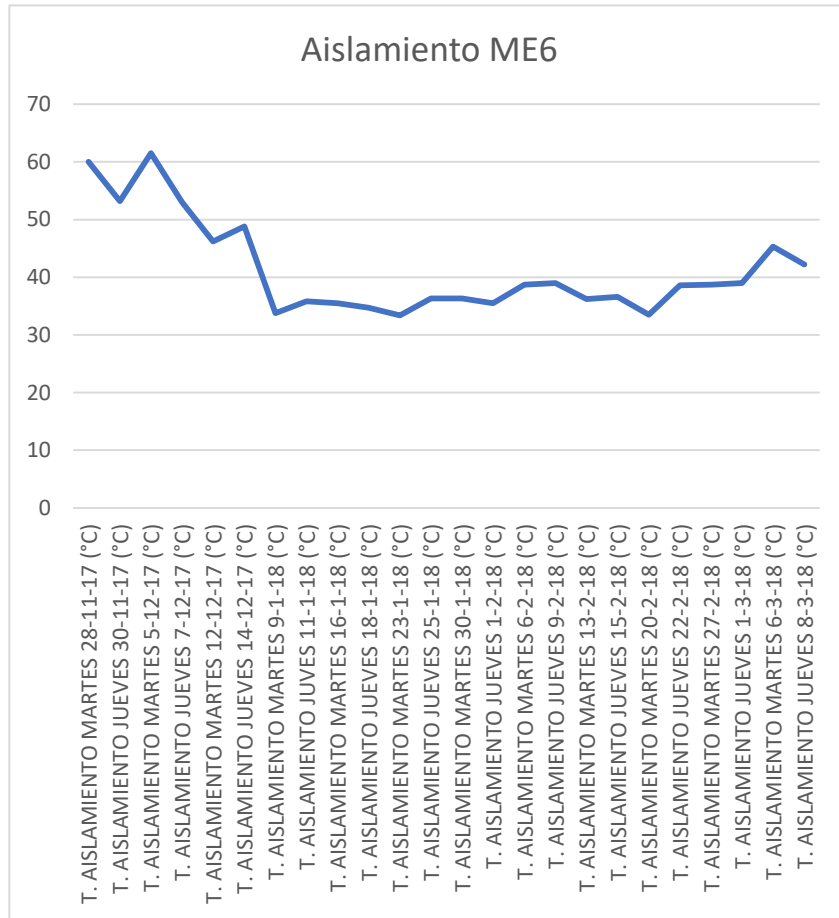
Figura 26. **Placa ME5**



Fuente: elaboración propia

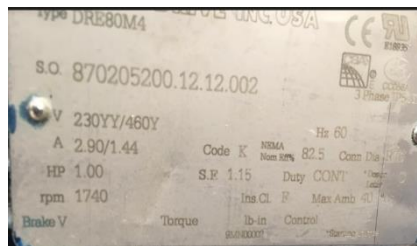
Se designó como motor eléctrico 5(ME5) marca SEW-EURODRIVE de 1 HP con 1 740 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30 °C aproximado, lo cual no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 200 °C ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo C, como se puede observar en la figura 25 trabaja a una temperatura normal por debajo de la temperatura máxima lo cual no representa ningún problema y por consiguiente su factor de servicio es de 1.15 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 2 700m, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar, entonces se concluye que este motor está trabajando en óptimas condiciones por ende no es necesario intervenir en su mantenimiento predictivo y los rodamientos no necesitan ser reemplazados a menos que sea la fecha que la empresa programe su mantenimiento preventivo.

Figura 27. **Temperatura aislamiento ME6**



Fuente: Planta Panifresh

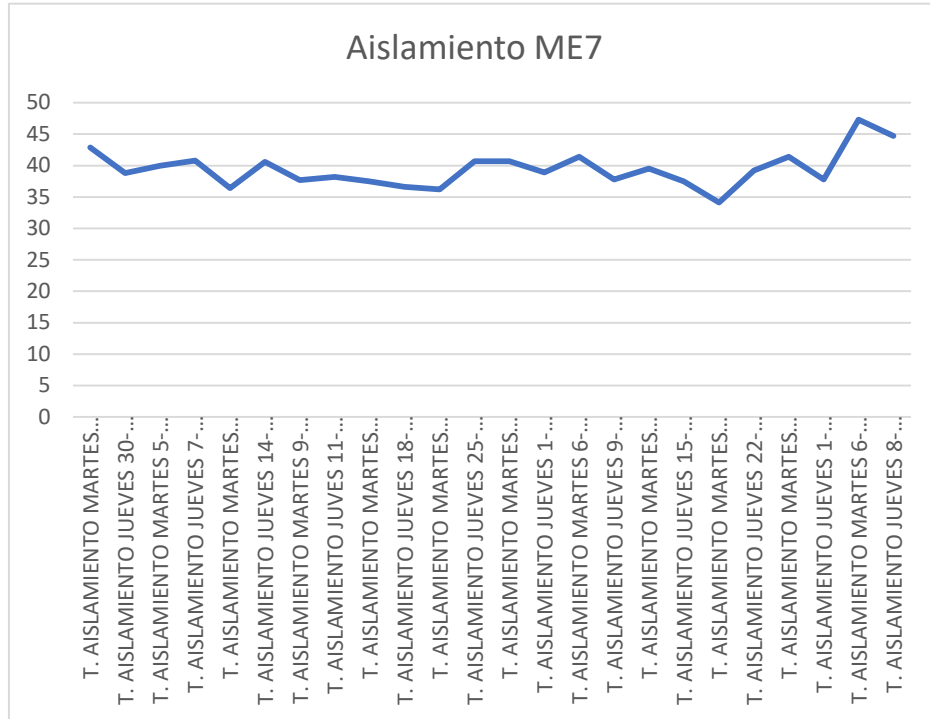
Figura 28. **Placa ME6**



Fuente: Panifresh.

Se designó como motor eléctrico 6(ME6) marca SEW-EURODRIVE de 1 HP con 1 740 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30 °C aproximado. lo cual no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 200 °C ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo C, como se puede observar en la figura 27 trabaja a una temperatura normal por debajo de la temperatura máxima, lo cual no representa ningún problema y por consiguiente su factor de servicio es de 1,15 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 2 700m, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar entonces se concluye que este motor está trabajando en óptimas condiciones por ende no es necesario intervenir en su mantenimiento predictivo y los rodamientos no necesitan ser reemplazados a menos que sea la fecha que la empresa programe su mantenimiento preventivo.

Figura 29. **Temperatura aislamiento ME7**



Fuente: Planta Panifresh.

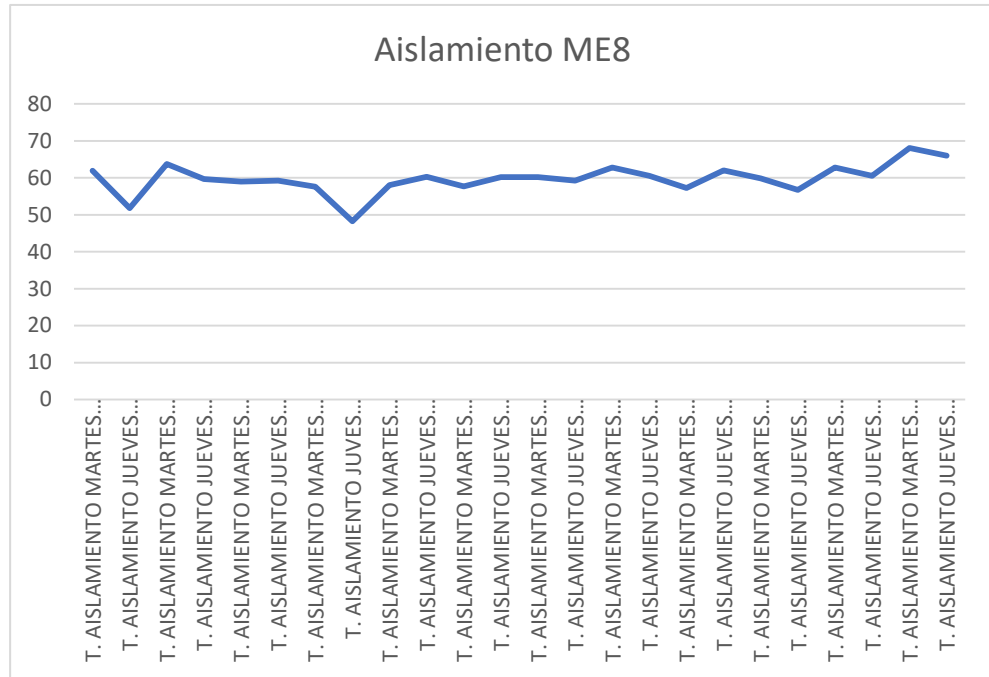
Figura 30 **Placa ME7**



Fuente: elaboración propia.

Se designó como motor eléctrico 7(ME7) marca SEW-EURODRIVE de 1 HP con 1 740 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30 °C aproximado, lo cual no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 200 °C ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo C, como se puede observar en la figura 29 trabaja a una temperatura normal por debajo de la temperatura máxima lo cual no representa ningún problema y por consiguiente su factor de servicio es de 1,15 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 2 700m, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar, entonces se concluye que este motor está trabajando en óptimas condiciones por ende no es necesario intervenir en su mantenimiento predictivo y los rodamientos no necesitan ser reemplazados a menos que sea la fecha que la empresa programe su mantenimiento preventivo.

Figura 31 **Temperatura aislamiento ME8**



Fuente: elaboración propia.

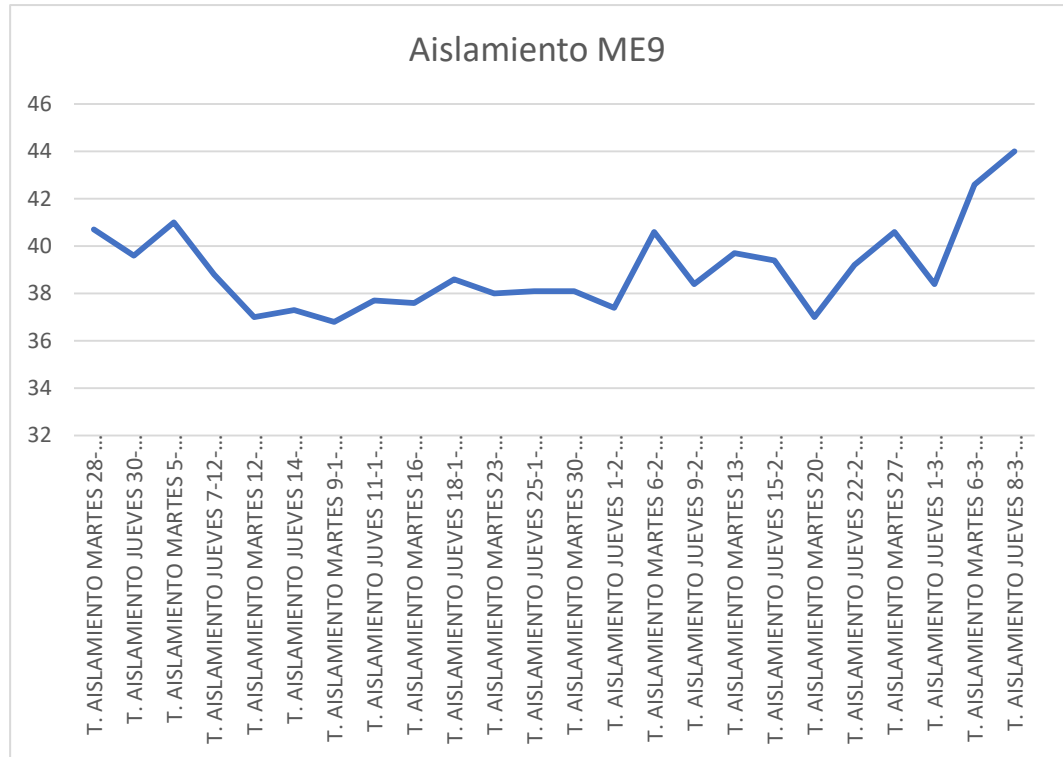
Figura 32. **Placa ME8**



Fuente: Planta Panifresh

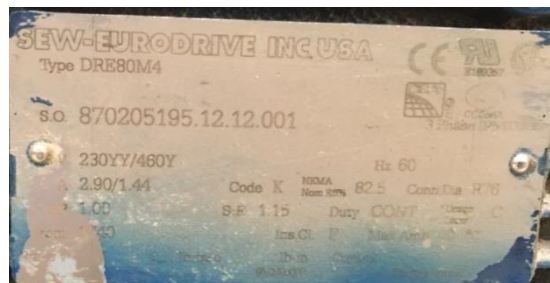
Se designó como motor eléctrico 8(ME8) marca BALDOR de 1,5 HP con 1 725 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30°C aproximado, lo cual no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 90 °C ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo B, como se puede observar en la figura 31 trabaja a una temperatura normal por debajo de la temperatura máxima, lo cual no representa ningún problema y por consiguiente su factor de servicio es de 1,15 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 2 700m, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar, entonces se concluye que este motor está trabajando en óptimas condiciones por ende no es necesario intervenir en su mantenimiento predictivo y los rodamientos no necesitan ser reemplazados a menos que sea la fecha que la empresa programe su mantenimiento preventivo.

Figura 33. **Temperatura aislamiento ME9**



Fuente: elaboración propia.

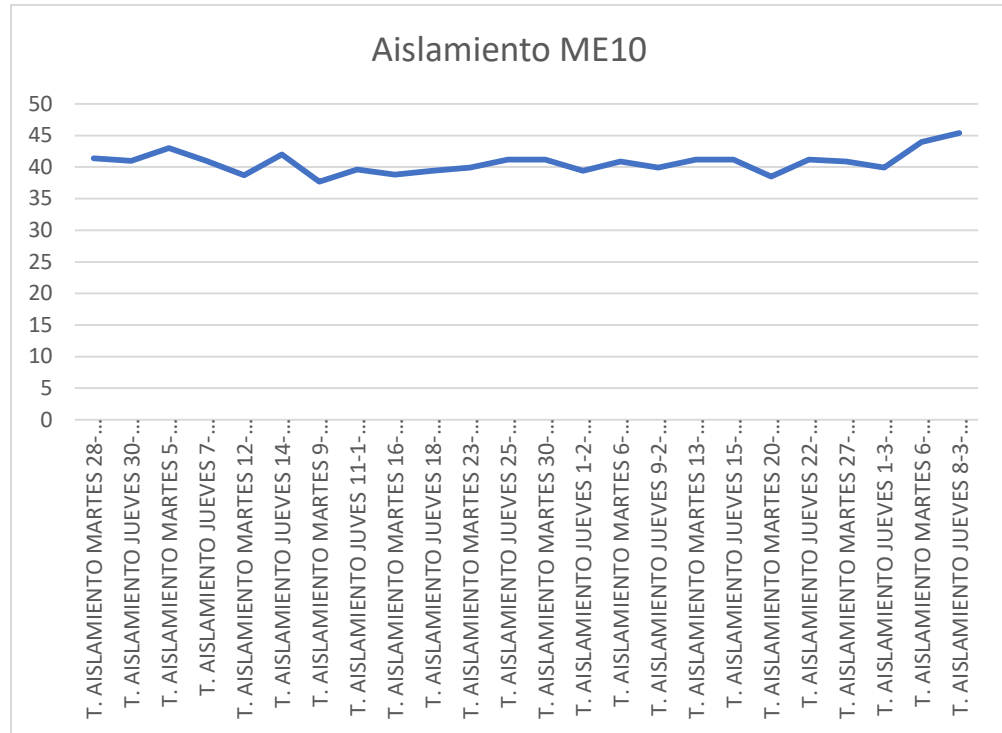
Figura 34. **Placa ME9**



Fuente: Planta Panifresh

Se designó como motor eléctrico 9(ME9) marca SEW-EURODRIVE de 1 HP con 1 740 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30°C aproximado, lo cual no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 200 °C ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo C, como se puede observar en la figura 33 trabaja a una temperatura normal por debajo de la temperatura máxima lo cual no representa ningún problema y por consiguiente su factor de servicio es de 1,15 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 2 700m, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar, entonces se concluye que este motor está trabajando en óptimas condiciones por ende no es necesario intervenir en su mantenimiento predictivo y los rodamientos no necesitan ser reemplazados a menos que sea la fecha que la empresa programe su mantenimiento preventivo.

Figura 35. **Temperatura aislamiento ME10**



Fuente: elaboración propia.

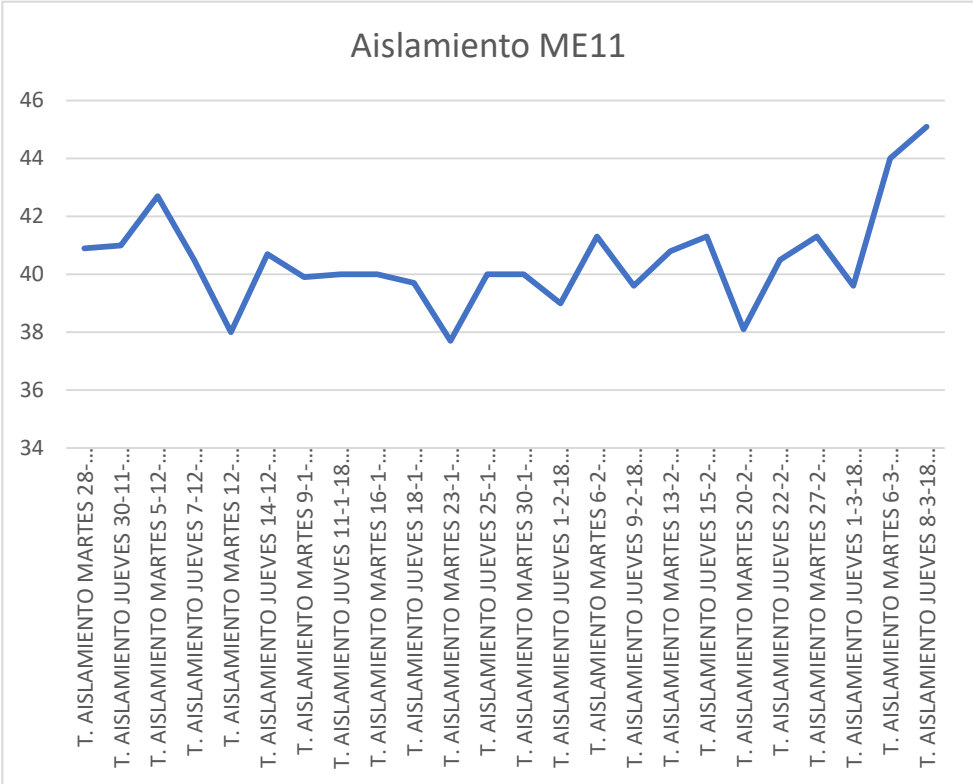
Figura 36. **Placa ME10**



Fuente: Planta Panifresh

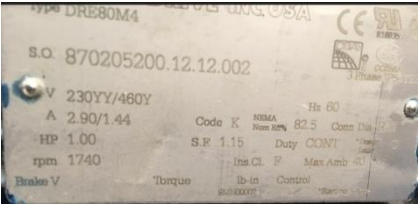
Se designó como motor eléctrico 10(ME10) marca SEW-EURODRIVE de 1 HP con 17 40 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30 °C aproximado, lo cual no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 200 °C ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo C, como se puede observar en la figura 35 trabaja a una temperatura normal por debajo de la temperatura máxima lo cual no representa ningún problema y por consiguiente su factor de servicio es de 1,15 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 2 700m, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar entonces se concluye que este motor está trabajando en óptimas condiciones por ende no es necesario intervenir en su mantenimiento predictivo y los rodamientos no necesitan ser reemplazados a menos que sea la fecha que la empresa programe su mantenimiento preventivo.

Figura 37. Temperatura aislamiento ME11



Fuente: elaboración propia.

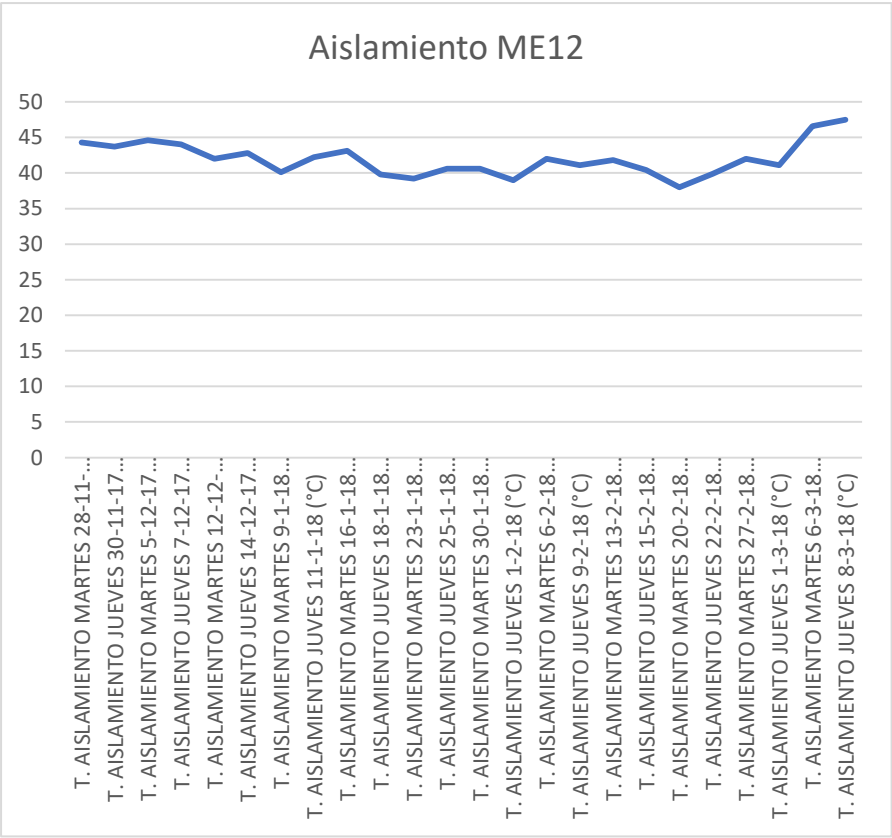
Figura 38. Plaza ME11



Fuente: Planta Panifresh.

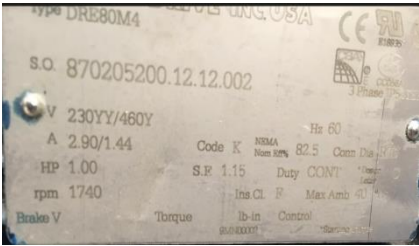
Se designó como motor eléctrico 11(ME11) marca SEW-EURODRIVE de 1 HP con 1 740 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30 °C aproximado, lo cual no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 200 °C ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo C, como se puede observar en la figura 37 trabaja a una temperatura normal por debajo de la temperatura máxima lo cual no representa ningún problema y por consiguiente su factor de servicio es de 1,15 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 2 700m, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar, entonces se concluye que este motor está trabajando en óptimas condiciones por ende no es necesario intervenir en su mantenimiento predictivo y los rodamientos no necesitan ser reemplazados a menos que sea la fecha que la empresa programe su mantenimiento preventivo.

Figura 39. **Temperatura aislamiento ME12**



Fuente: elaboración propia.

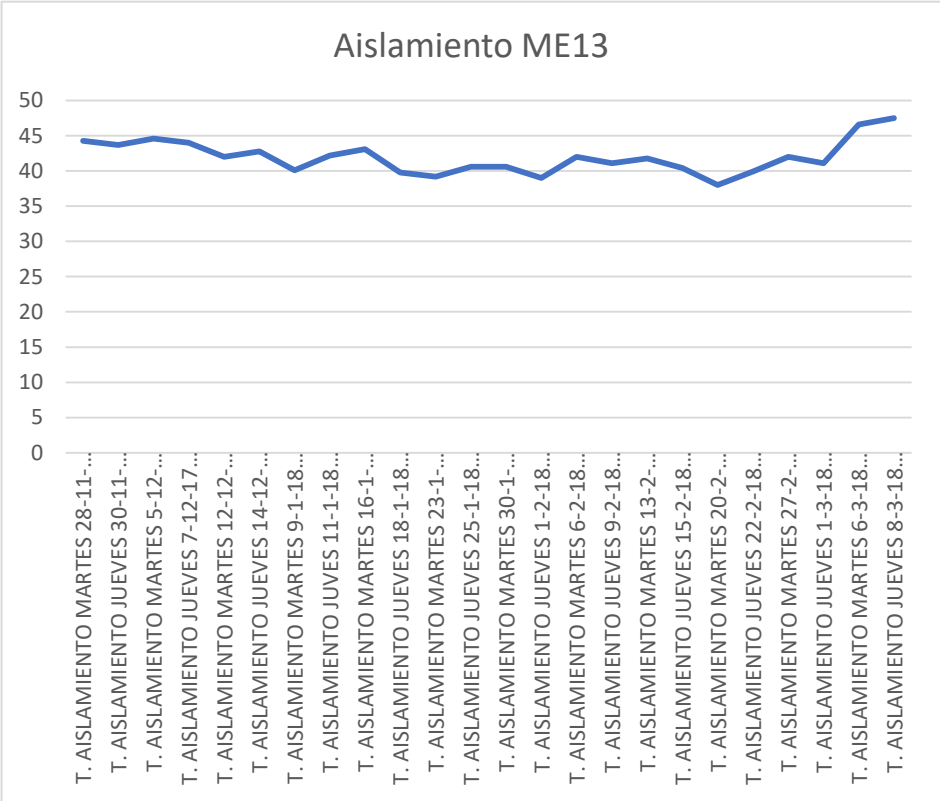
Figura 40. **Placa ME12**



Fuente: Planta Panifresh.

Se designó como motor eléctrico 12(ME12) marca SEW-EURODRIVE de 1 HP con 1 740 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30 °C aproximado, lo cual no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 200 °C ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo C, como se puede observar en la figura 39 trabaja a una temperatura normal por debajo de la temperatura máxima lo cual no representa ningún problema y por consiguiente su factor de servicio es de 1,15 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 2 700m, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar, entonces se concluye que este motor está trabajando en óptimas condiciones por ende no es necesario intervenir en el mantenimiento predictivo y los rodamientos no necesitan ser reemplazados a menos que sea la fecha que la empresa programe su mantenimiento preventivo.

Figura 41. Temperatura aislamiento ME13



Fuente: elaboración propia.

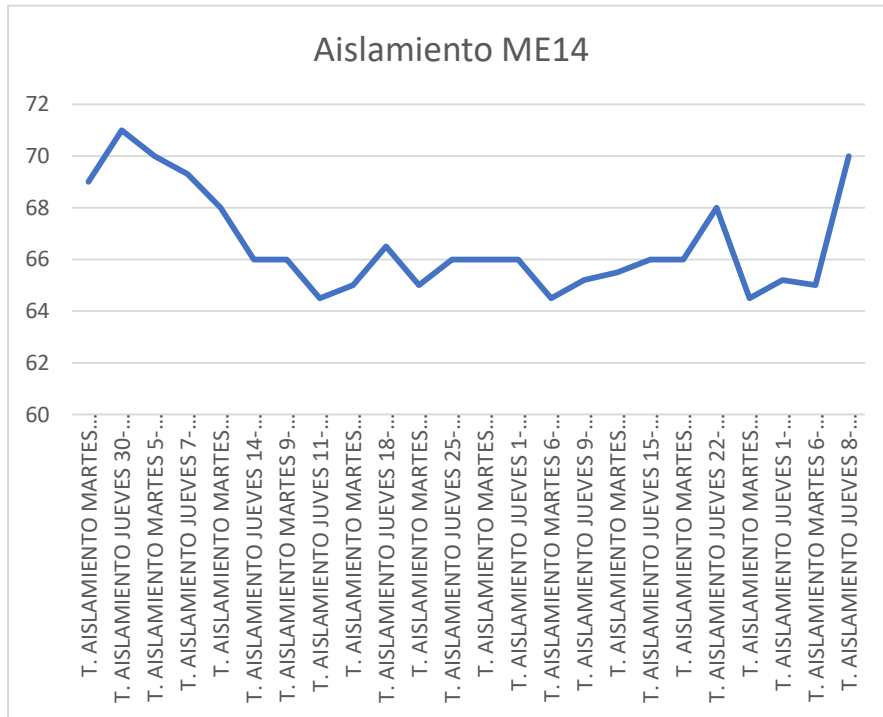
Figura 42. Placa ME13



Fuente: Planta Panifresh.

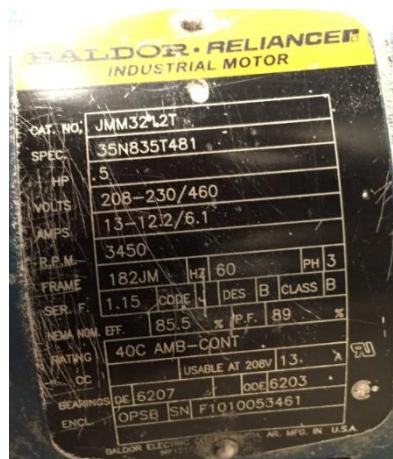
Se designó como motor eléctrico 13(ME13) marca SEW-EURODRIVE de 1 HP con 1 740 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30 °C aproximado, lo cual no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 200 °C ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo C, como se puede observar en la figura 41 trabaja a una temperatura normal por debajo de la temperatura máxima lo cual no representa ningún problema y por consiguiente su factor de servicio es de 1,15 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 2 700m, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar, entonces se concluye que este motor está trabajando en óptimas condiciones por ende no es necesario intervenir en su mantenimiento predictivo y los rodamientos no necesitan ser reemplazados a menos que sea la fecha que la empresa programe su mantenimiento preventivo.

Figura 43. Temperatura aislamiento ME14



Fuente: elaboración propia.

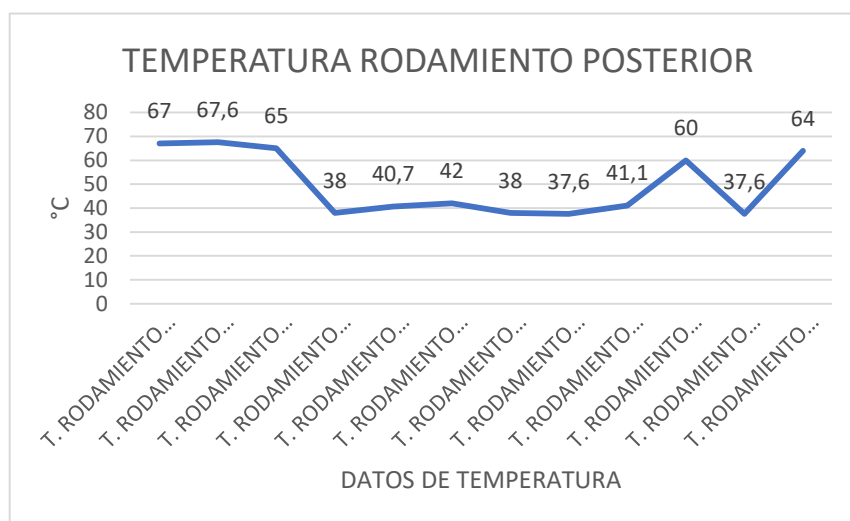
Figura 44. Placa ME14



Fuente: Planta Panifresh.

Se designó como motor eléctrico 14(ME14) marca Baldor-Reliance de 5 HP con 3 450 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30 °C aproximado lo cual no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 90 °C ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo B, como se puede observar en la figura 43 trabaja a una temperatura cercana por debajo de la temperatura máxima y por consiguiente su factor de servicio es de 1,15 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 2 700m, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar entonces se concluye que este motor está trabajando en condiciones de calentamiento casi a su máxima temperatura de aislamiento por lo que es necesario intervenir en el mantenimiento predictivo a futuro y los rodamientos necesitan ser reemplazados, a continuación en la figura 45 se muestra el comportamiento de temperatura de rodamiento.

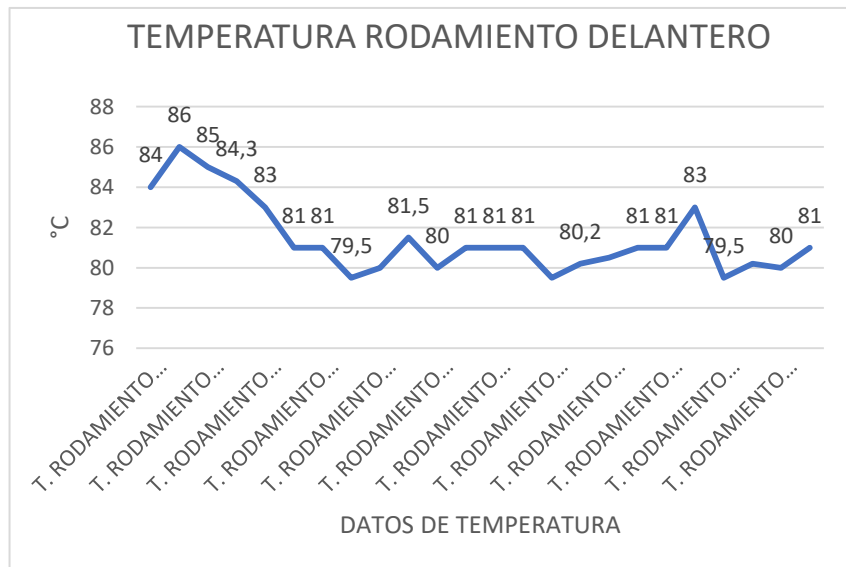
Figura 45. **Rodamiento posterior ME14**



Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 45, el comportamiento del rodamiento posterior de ME14 la cual existe un incremento de temperatura no tan elevada porque el rodamiento tiene enfriamiento por aire y está en el exterior solo cubierto por una tapadera por ende será necesario hacer mantenimiento ya que su temperatura máxima de aislamiento es 90 °C y la figura muestra un acenso de temperatura poco a poco.

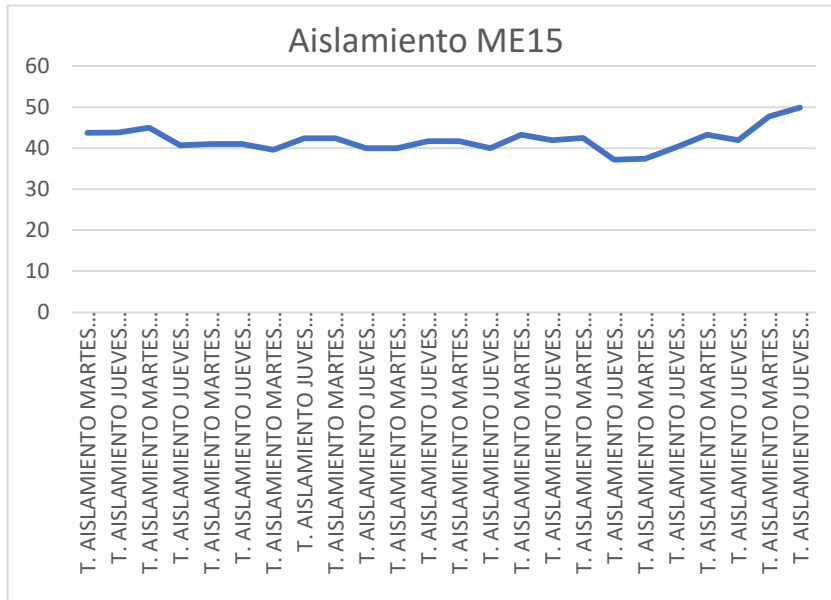
Figura 46. **Rodamiento delantero ME14**



Fuente: elaboración propia.

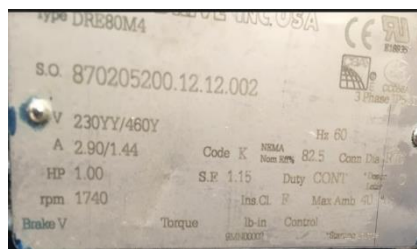
Como se puede observar en la figura 46, el comportamiento del rodamiento delantero de ME14, la cual existe un incremento de temperatura casi igual a la temperatura máxima de aislamiento de 90 °C, por ende se puede determinar que el rodamiento delantero depende mucho de la temperatura de aislamiento. ya que el aislamiento asciende a su temperatura máxima al igual del rodamiento interno o delantero, por lo que es necesario intervenir lo más pronto posible y hacer mantenimiento, y reemplazar el rodamiento.

Figura 47. **Temperatura aislamiento ME15**



Fuente: elaboración propia.

Figura 48 **Placa ME15**

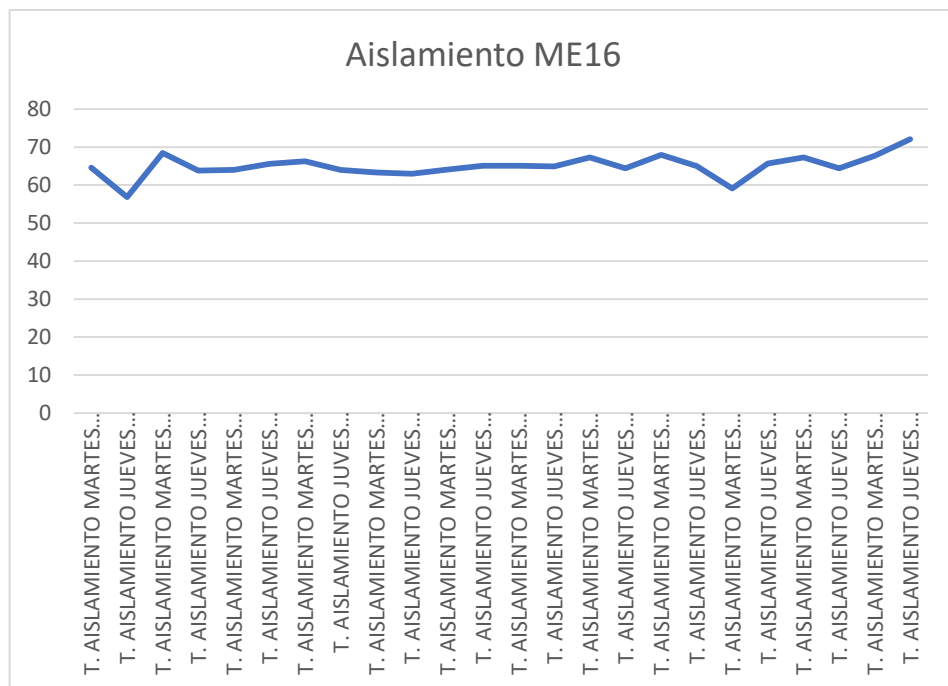


Fuente: Planta Panifresh.

Se designó como motor eléctrico 15(ME15) marca SEW-EURODRIVE de 1 HP con 1 740 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30 °C aproximado, lo cual no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 200

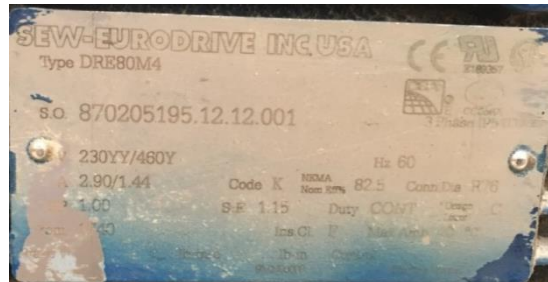
°C ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo C, como se puede observar en la figura 47 trabaja a una temperatura normal por debajo de la temperatura máxima lo cual no representa ningún problema y por consiguiente su factor de servicio es de 1,15 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 2 700m, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar, entonces se concluye que este motor está trabajando en óptimas condiciones por ende no es necesario intervenir en su mantenimiento predictivo y los rodamientos no necesitan ser reemplazados a menos que sea la fecha que la empresa programe su mantenimiento preventivo

Figura 49. **Temperatura aislamiento ME16**



Fuente: elaboración propia.

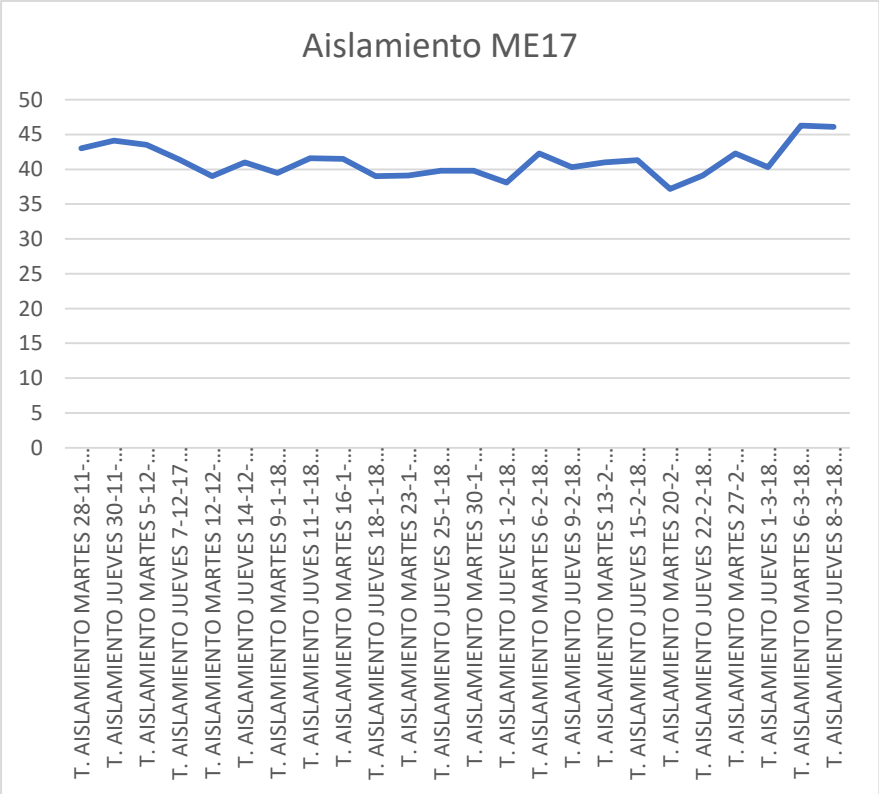
Figura 50. **Placa ME16**



Fuente: Planta Panifresh.

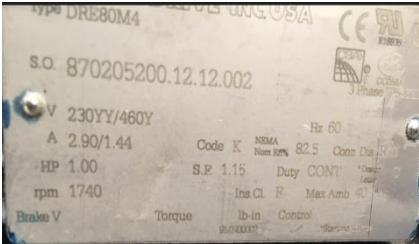
Se designó como motor eléctrico 16(ME16) marca SEW-EURODRIVE de 1 HP con 1 740 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30 °C aproximado, lo cual no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 200 °C ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo C, como se puede observar en la figura 49 trabaja a una temperatura normal por debajo de la temperatura máxima lo cual no representa ningún problema y por consiguiente su factor de servicio es de 1,15 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 2 700m, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar, entonces se concluye que este motor está trabajando en óptimas condiciones por ende no es necesario intervenir en el mantenimiento predictivo y los rodamientos no necesitan ser reemplazados a menos que sea la fecha que la empresa programe su mantenimiento preventivo.

Figura 51. **Temperatura aislamiento ME17**



Fuente: elaboración propia.

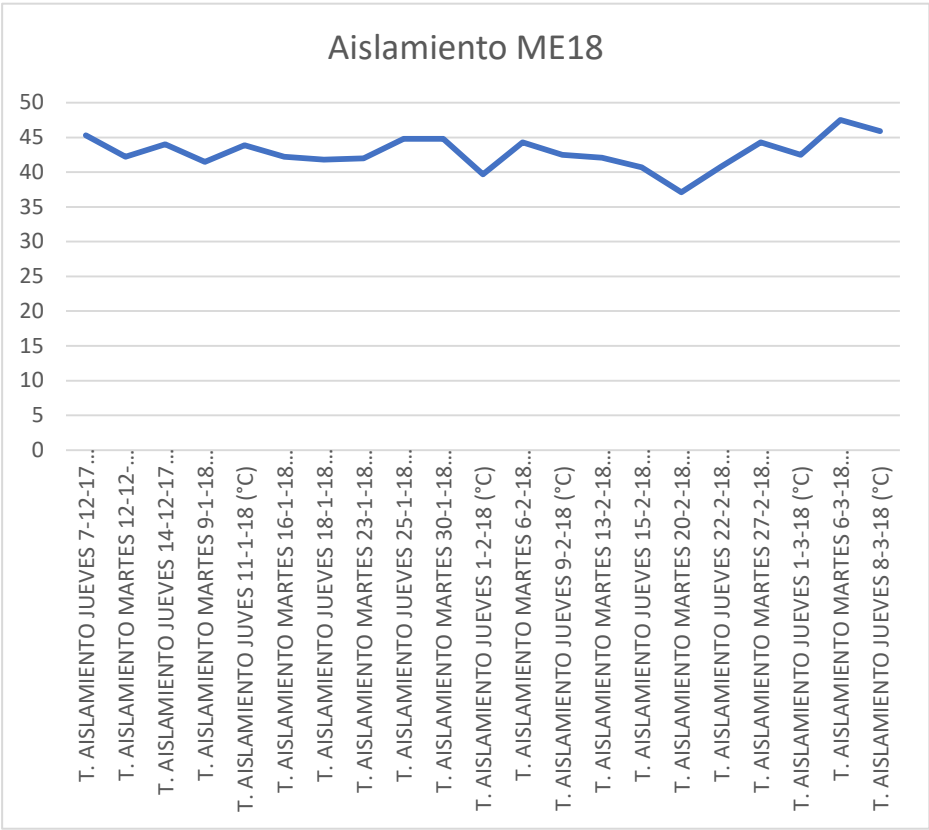
Figura 52. **Placa ME17**



Fuente: Planta Panifresh.

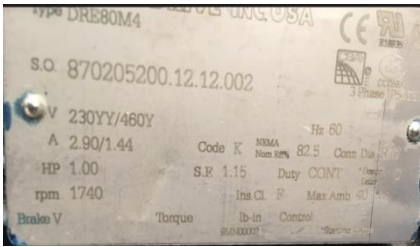
Se designó como motor eléctrico 17(ME17) marca SEW-EURODRIVE de 1 HP con 1 740 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30 °C aproximado, lo cual no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 200 °C ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo C, como se puede observar en la figura 51 trabaja a una temperatura normal por debajo de la temperatura máxima lo cual no representa ningún problema y por consiguiente su factor de servicio es de 1,15 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 2 700m, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar entonces se concluye que este motor está trabajando en óptimas condiciones por ende no es necesario intervenir en el mantenimiento predictivo y los rodamientos no necesitan ser reemplazados a menos que sea la fecha que la empresa programe su mantenimiento preventivo.

Figura 53. **Temperatura aislamiento ME18**



Fuente: elaboración propia.

Figura 54. **Placa ME18**

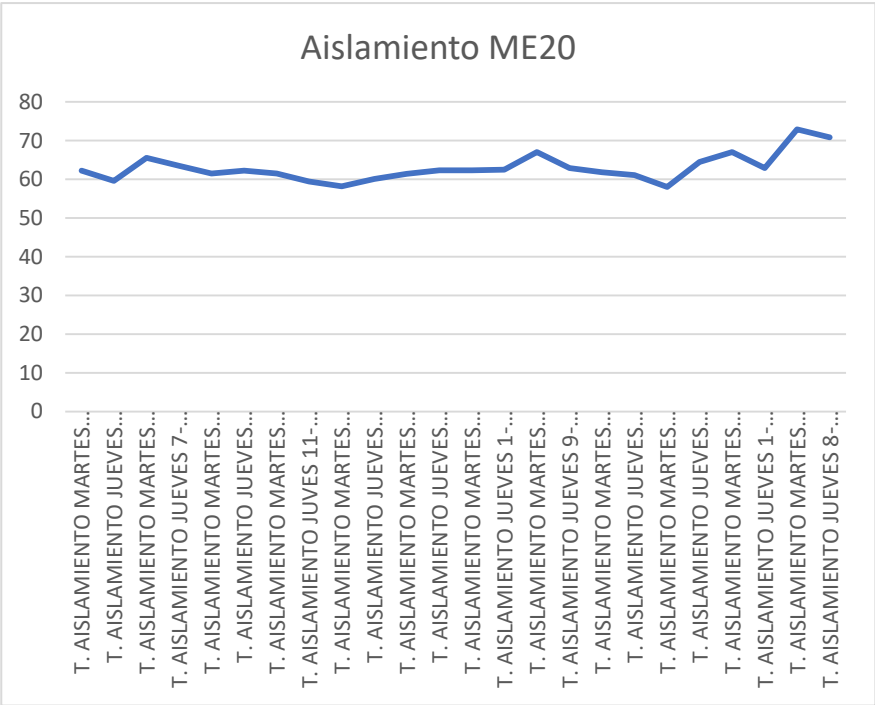


Fuente: Planta Panifresh.

Se designó como motor eléctrico 18(ME18) marca SEW-EURODRIVE de 1 HP con 1 740 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30 °C aproximado, lo cual no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 200 °C ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo C, como se puede observar en la figura 53 trabaja a una temperatura normal por debajo de la temperatura máxima lo cual no representa ningún problema y por consiguiente su factor de servicio es de 1,15 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 2 700m, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar, entonces se concluye que este motor está trabajando en óptimas condiciones por ende no es necesario intervenir en el mantenimiento predictivo y los rodamientos no necesitan ser reemplazados a menos que sea la fecha que la empresa programe su mantenimiento preventivo.

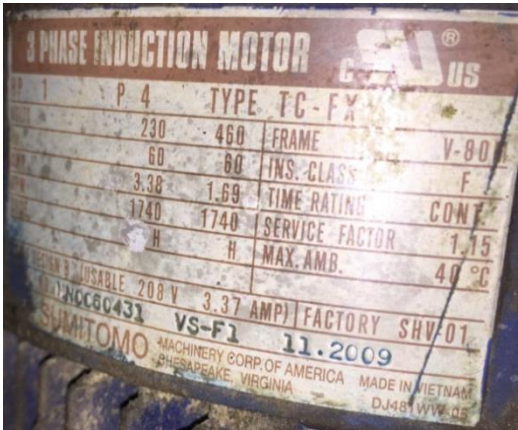
Se designó como motor eléctrico 19(ME19) marca SEW-EURODRIVE de 1 HP con 1 740 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30 °C aproximado, lo cual no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 200 °C ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo C, como se puede observar en la figura 55 trabaja a una temperatura normal por debajo de la temperatura máxima, lo cual no representa ningún problema y por consiguiente su factor de servicio es de 1,15 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 2 700m, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar entonces se concluye que este motor está trabajando en óptimas condiciones por ende no es necesario intervenir en el mantenimiento predictivo y los rodamientos no necesitan ser reemplazados a menos que sea la fecha que la empresa programe su mantenimiento preventivo.

Figura 57. **Temperatura aislamiento ME20**



Fuente: elaboración propia.

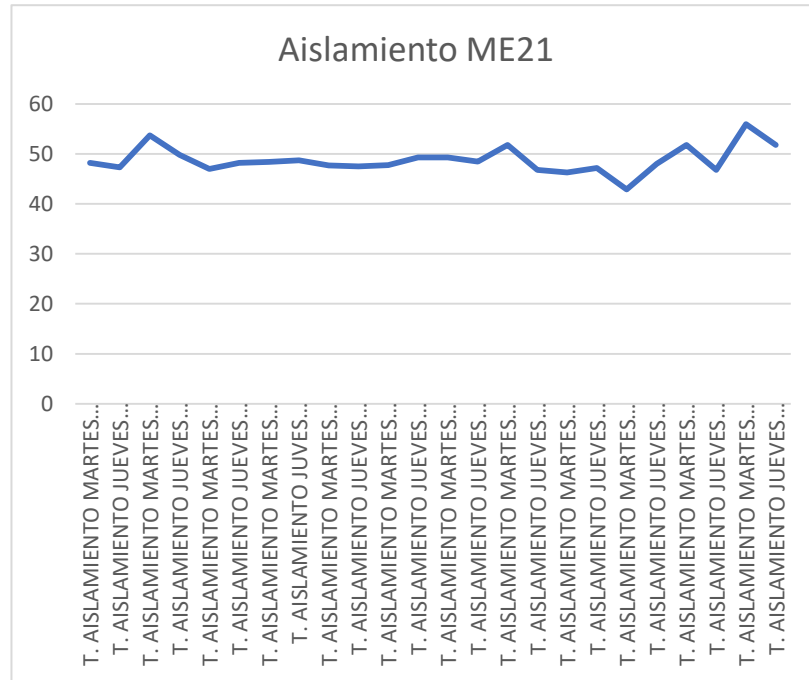
Figura 58. **Placa ME20**



Fuente: Planta Panifresh

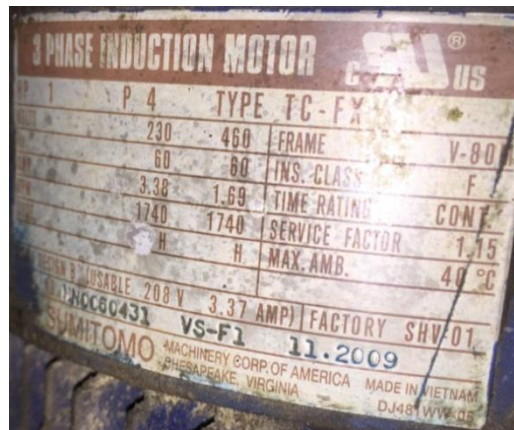
Se designó como motor eléctrico 20(ME20) marca SUMITOMO de 1 HP con 1 740 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30 °C aproximado, lo cual no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 115 °C ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo F, como se puede observar en la figura 57 trabaja a una temperatura normal por debajo de la temperatura máxima lo cual no representa ningún problema y por consiguiente su factor de servicio es de 1,15 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 2 700m, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar entonces se concluye que este motor está trabajando en óptimas condiciones por ende no es necesario intervenir en el mantenimiento predictivo y los rodamientos no necesitan ser reemplazados a menos que sea la fecha que la empresa programe su mantenimiento preventivo y sea enviado a rebobinar ya que esta marca la empresa no se dedica a dar mantenimiento de ningún tipo, son terceros que lo hacen.

Figura 59. Temperatura aislamiento ME21



Fuente: elaboración propia.

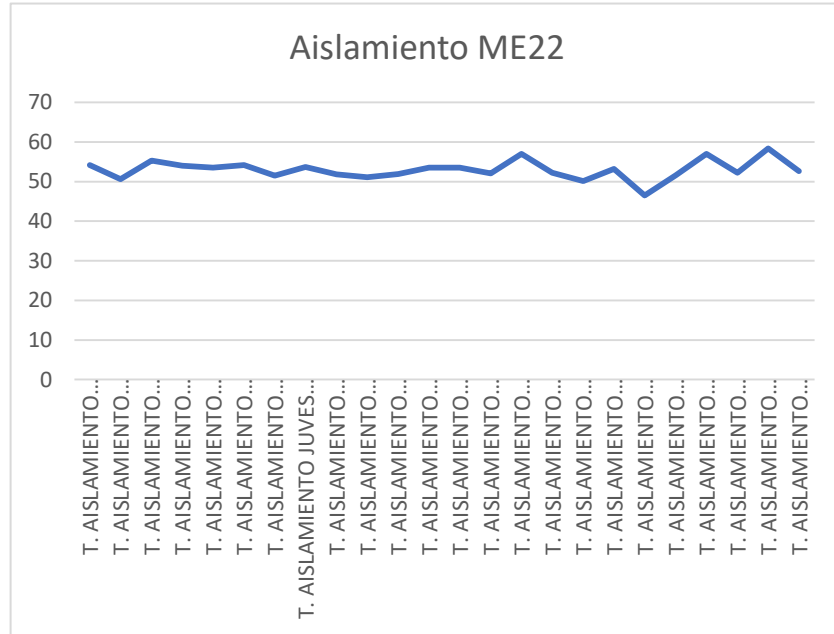
Figura 60. Placa ME21



Fuente: Planta Panifresh.

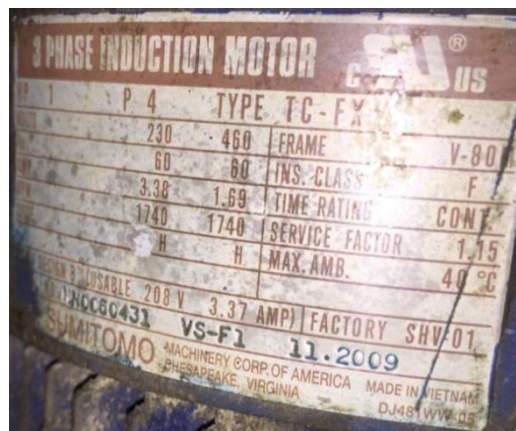
Se designó como motor eléctrico 21(ME21) marca SUMITOMO de 1 HP con 1 740 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30 °C aproximado, lo cual no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 115 °C ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo F, como se puede observar en la figura 59 trabaja a una temperatura normal por debajo de la temperatura máxima lo cual no representa ningún problema y por consiguiente su factor de servicio es de 1,15 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 2 700m, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar, entonces se concluye que este motor está trabajando en óptimas condiciones por ende no es necesario intervenir en el mantenimiento predictivo y los rodamientos no necesitan ser reemplazados a menos que sea la fecha que la empresa programe su mantenimiento preventivo y sea enviado a rebobinar ya que esta marca la empresa no se dedica a dar mantenimiento de ningún tipo, son terceros que lo hacen.

Figura 61. Temperatura aislamiento ME22



Fuente: elaboración propia.

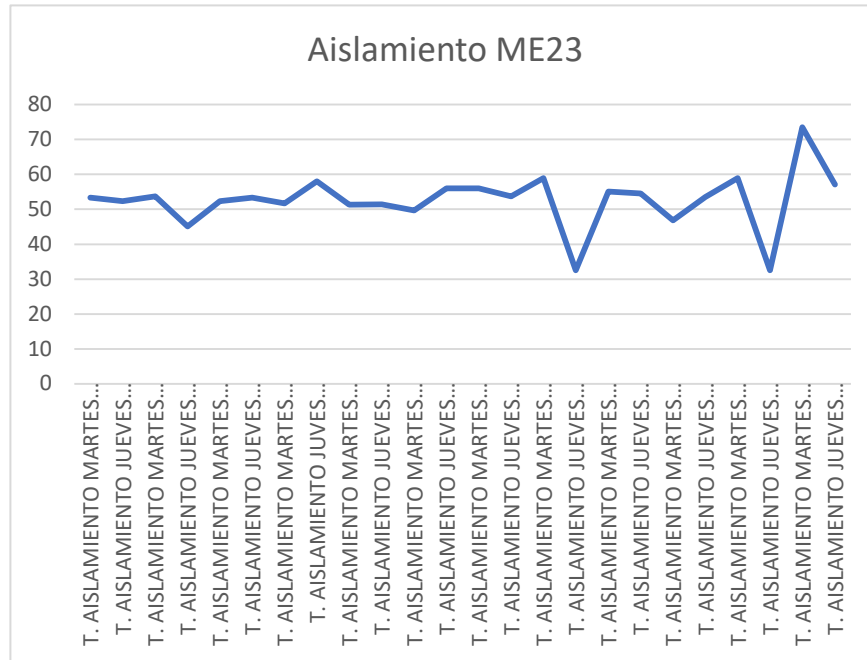
Figura 62. Placa ME22



Fuente: Planta Panifresh.

Se designó como motor eléctrico 22(ME22) marca SUMITOMO de 1 HP con 1 740 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30°C aproximado lo cual no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 115 °C ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo F, como se puede observar en la figura 61 trabaja a una temperatura normal por debajo de la temperatura máxima lo cual no representa ningún problema y por consiguiente su factor de servicio es de 1,15 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 2 700m, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar, entonces se concluye que este motor está trabajando en óptimas condiciones por ende no es necesario intervenir en el mantenimiento predictivo y los rodamientos no necesitan ser reemplazados a menos que sea la fecha que la empresa programe su mantenimiento preventivo y sea enviado a rebobinar, ya que esta marca la empresa no se dedica a dar mantenimiento de ningún tipo, son terceros que lo hacen.

Figura 63. Temperatura aislamiento ME23



Fuente: elaboración propia.

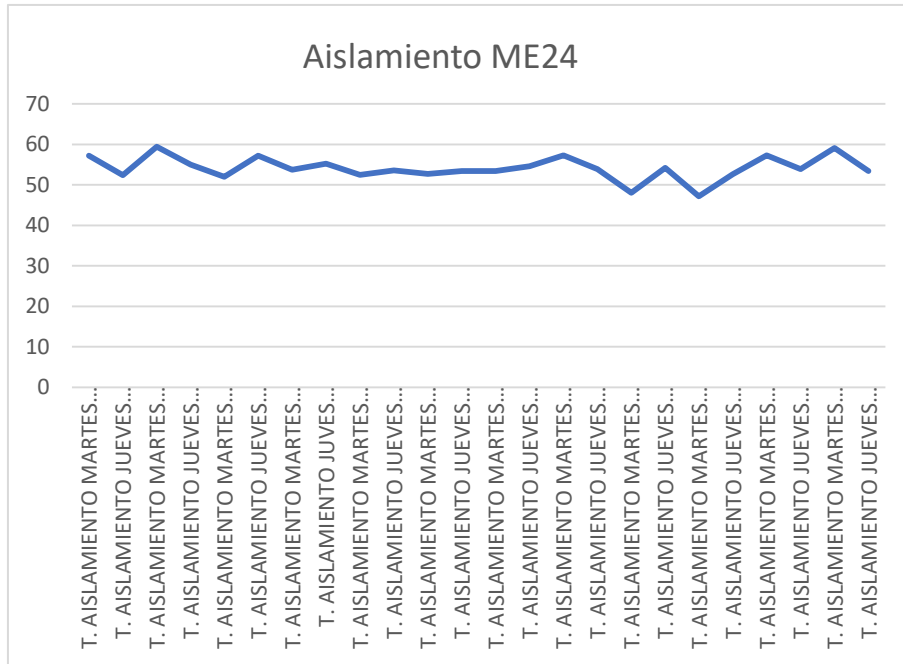
Figura 64. Placa ME23



Fuente: Planta Panifresh.

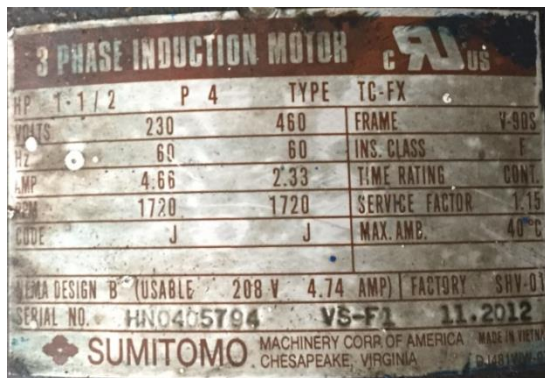
Se designó como motor eléctrico 23(ME23) marca SUMITOMO de 1,5 HP con 1720 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30 °C aproximado lo cual no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 115 °C ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo F, como se puede observar en la figura 63 trabaja a una temperatura normal por debajo de la temperatura máxima lo cual no representa ningún problema y por consiguiente su factor de servicio es de 1,15 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 2 700m, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar, entonces se concluye que este motor está trabajando en óptimas condiciones por ende no es necesario intervenir en el mantenimiento predictivo y los rodamientos no necesitan ser reemplazados a menos que sea la fecha que la empresa programe su mantenimiento preventivo y sea enviado a rebobinar ya que esta marca la empresa no se dedica a dar mantenimiento de ningún tipo, son terceros que lo hacen.

Figura 65. **Temperatura aislamiento ME24**



Fuente: elaboración propia.

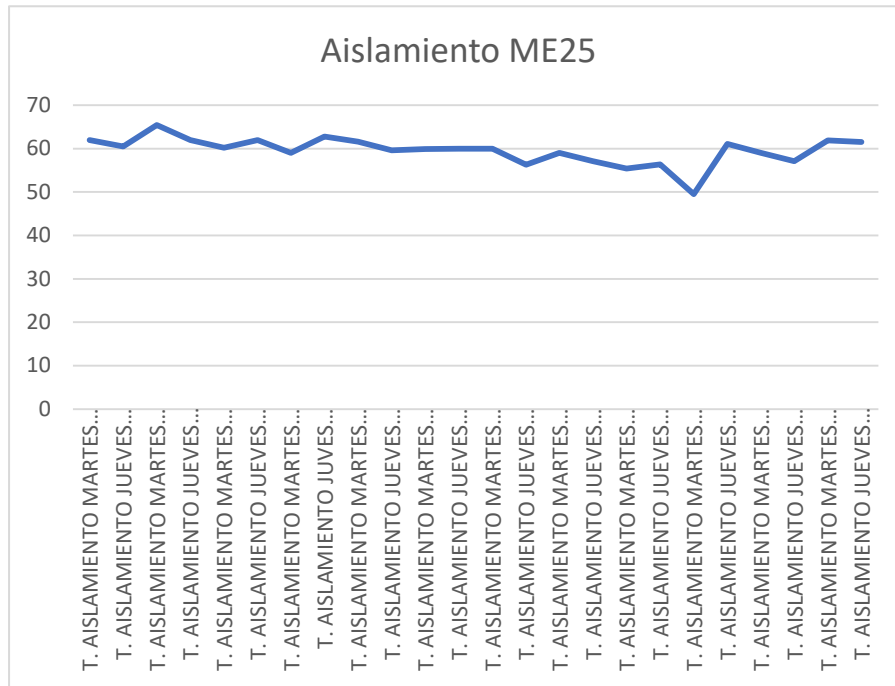
Figura 66. **Placa ME24**



Fuente: Planta Panifresh.

Se designó como motor eléctrico 24(ME24) marca SUMITOMO de 1,5 HP con 1 720 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30 °C aproximado lo cual no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 115 °C ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo F, como se puede observar en la figura 65 trabaja a una temperatura normal por debajo de la temperatura máxima lo cual no representa ningún problema y por consiguiente su factor de servicio es de 1,15 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 2 700 m, la planta Panifresh está a unos 1 500 m sobre el nivel del mar, entonces se concluye que este motor está trabajando en óptimas condiciones por ende no es necesario intervenir en el mantenimiento predictivo y los rodamientos no necesitan ser reemplazados a menos que sea la fecha que la empresa programe su mantenimiento preventivo y sea enviado a rebobinar, ya que esta marca la empresa no se dedica a dar mantenimiento de ningún tipo, son terceros que lo hacen.

Figura 67. Temperatura aislamiento ME25



Fuente: elaboración propia.

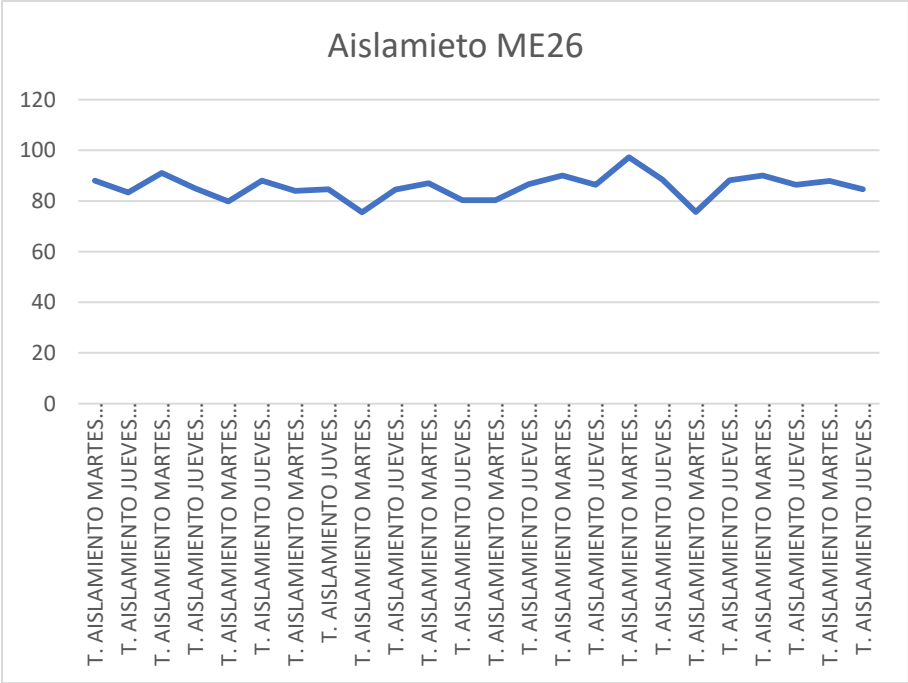
Figura 68. Placa ME25



Fuente: Planta Panifresh.

Se designó como motor eléctrico 25(ME25) marca SUMITOMO de 1,5 HP con 1 720 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30 °C aproximado lo cual no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 115 °C ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo F, como se puede observar en la figura 67 trabaja a una temperatura normal por debajo de la temperatura máxima, lo cual no representa ningún problema y por consiguiente su factor de servicio es de 1,0 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 1 000, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar entonces, se concluye que este motor está trabajando en condiciones no recomendadas, en este caso debe de trabajar a menor potencia de lo que describe la placa ya que esto se aplica directamente a la temperatura de trabajo y por cada 500 msnm de más se reduce en un 5 % la temperatura de 115°C pero como no está trabajando a su corriente máxima por ende no es necesario intervenir mantenimiento predictivo y sus rodamientos no necesitan ser reemplazados a menos que sea la fecha que la empresa programe su mantenimiento preventivo y sea enviado a rebobinar ya que esta marca la empresa no se dedica a dar mantenimiento de ningún tipo, son terceros que lo hacen.

Figura 69. **Temperatura aislamiento ME26**



Fuente: elaboración propia.

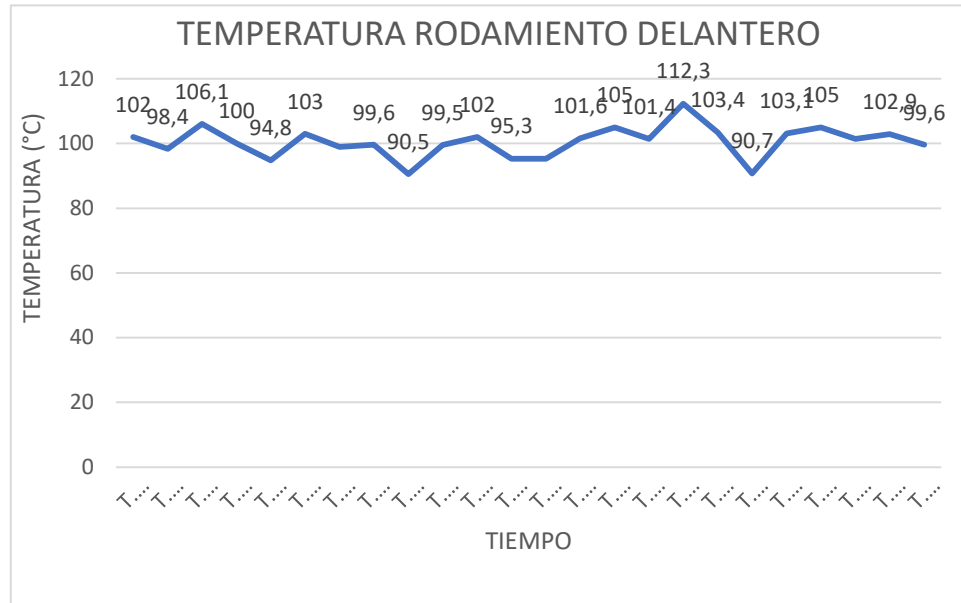
Figura 70. **Placa ME26**



Fuente: Planta Panifresh.

Se designó como motor eléctrico 26(ME26) marca SUMITOMO de 1,5 HP con 1 720 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30 °C aproximado lo cual no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 115 °C ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo F, como se puede observar en la figura 69 trabaja a una temperatura muy cercana por debajo de la temperatura máxima y por consiguiente su factor de servicio es de 1,15 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 2 700m, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar entonces se concluye que este motor está trabajando en condiciones de calentamiento casi a su máxima temperatura de aislamiento por lo que es necesario intervenir en el mantenimiento predictivo a futuro y los rodamientos necesitan ser reemplazados, a continuación en las figuras 71 y 72 se muestra el comportamiento de temperatura de los rodamientos.

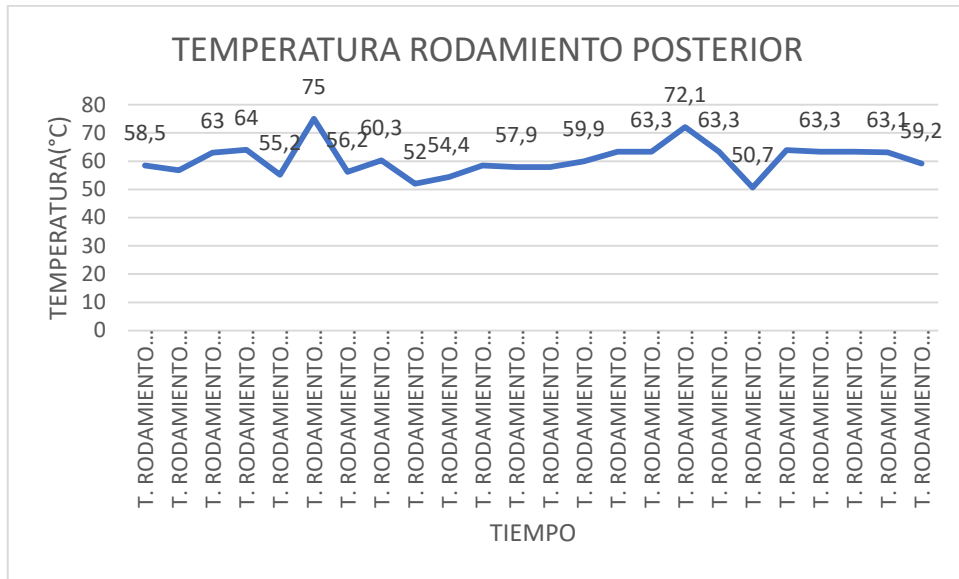
Figura 71. Rodamiento delantero ME26



Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 71 el comportamiento del rodamiento delantero de ME26, la cual existe un incremento de temperatura casi igual a la temperatura máxima de aislamiento de 115 °C, por ende se puede determinar que el rodamiento delantero depende mucho de la temperatura de aislamiento ya que el aislamiento asciende a su temperatura máxima al igual del rodamiento interno o delantero, por lo que es necesario intervenir lo más pronto posible y hacer mantenimiento, y reemplazar el rodamiento.

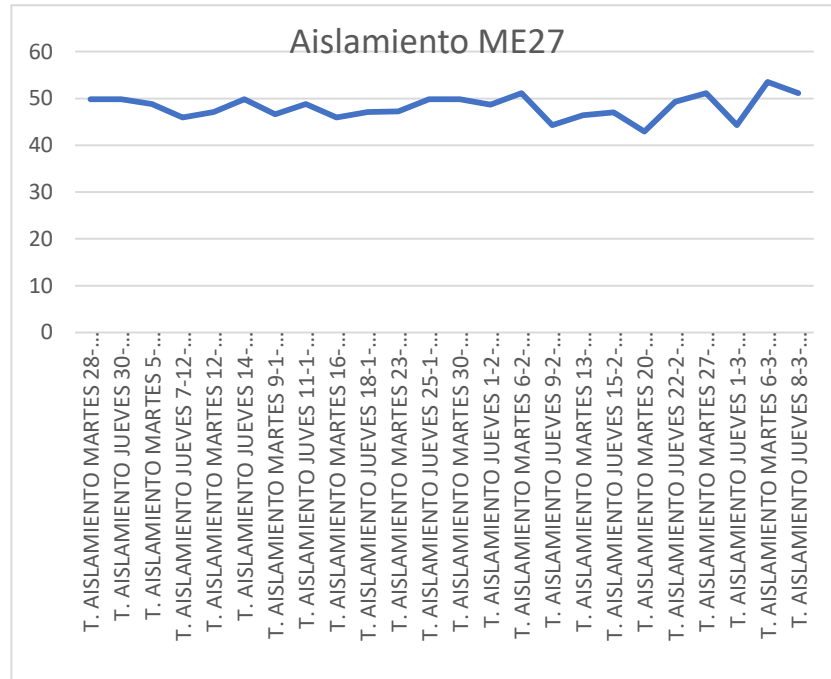
Figura 72. Rodamiento posterior ME26



Fuente: elaboración propia.

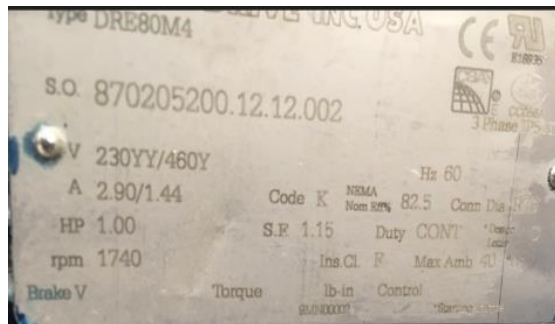
Como se puede observar en la figura 72, el comportamiento del rodamiento posterior de ME26 existe un incremento de temperatura no tan elevada pero bastante variable, porque el rodamiento tiene enfriamiento por aire y está en el exterior solo cubierto por una tapadera por ende será necesario hacer mantenimiento ya que su temperatura máxima de aislamiento es 115 °C y la figura muestra un acenso de temperatura poco a poco, por lo que es necesario hacer mantenimiento.

Figura 73. Temperatura aislamiento ME27



Fuente: elaboración propia.

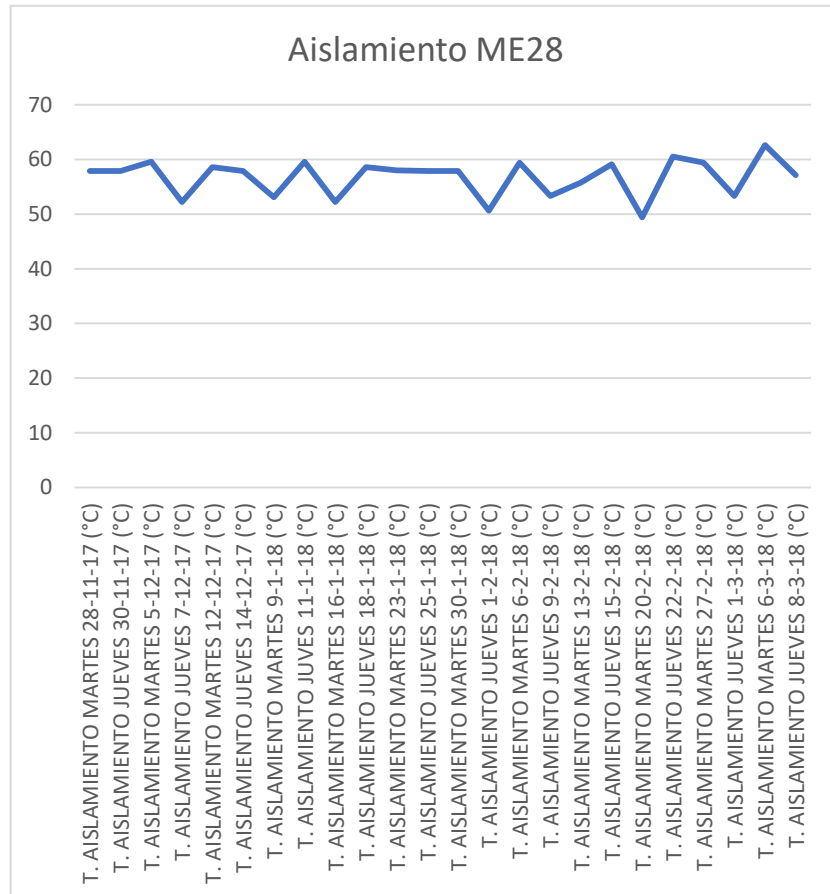
Figura 74. Placa ME27



Fuente: Planta Panifresh.

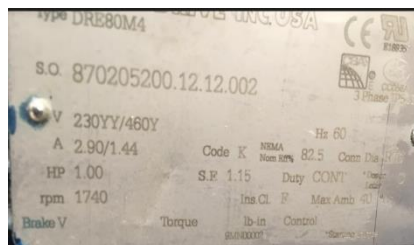
Se designó como motor eléctrico 27(ME27) marca SEW-EURODRIVE de 1 HP con 1 740 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30 °C aproximado lo cual no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 200 °C ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo C, como se puede observar en la figura 73 trabaja a una temperatura normal por debajo de la temperatura máxima lo cual no representa ningún problema y por consiguiente su factor de servicio es de 1,15 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 2 700m, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar, entonces se concluye que este motor está trabajando en óptimas condiciones por ende no es necesario intervenir en mantenimiento predictivo y los rodamientos no necesitan ser reemplazados a menos que sea la fecha que la empresa programe su mantenimiento preventivo.

Figura 75. **Temperatura aislamiento ME28**



Fuente: elaboración propia.

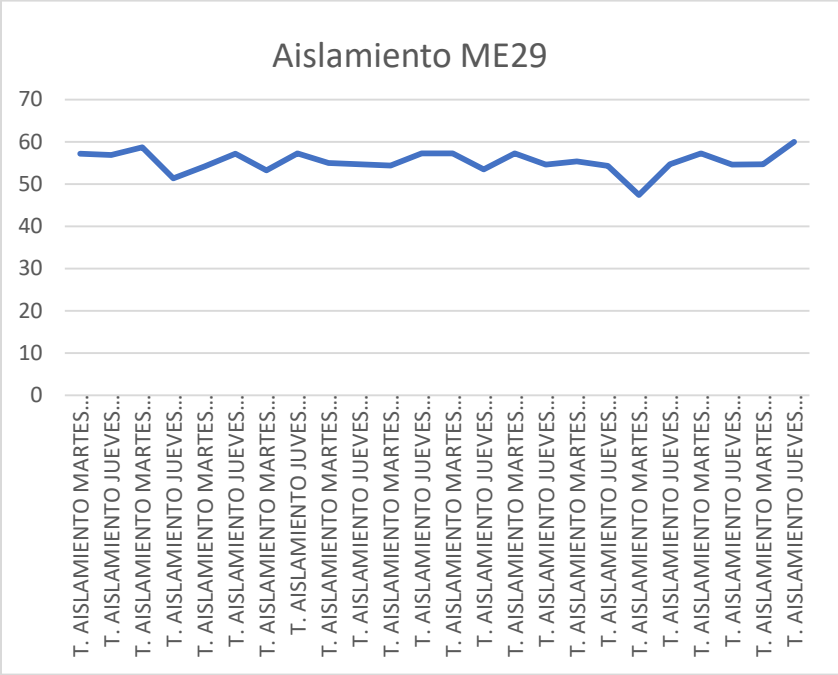
Figura 76. **Placa ME28**



Fuente: Planta Panifresh.

Se designó como motor eléctrico 28(ME28) marca SEW-EURODRIVE de 1 HP con 1 740 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30 °C aproximado lo cual no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 200 °C ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo C, como se puede observar en la figura 75 trabaja a una temperatura normal por debajo de la temperatura máxima lo cual no representa ningún problema y por consiguiente su factor de servicio es de 1,15 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 2700m, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar, entonces se concluye que este motor está trabajando en óptimas condiciones por ende no es necesario intervenir en mantenimiento predictivo y los rodamientos no necesitan ser reemplazados a menos que sea la fecha que la empresa programe su mantenimiento preventivo.

Figura 77. Temperatura aislamiento ME29



Fuente: elaboración propia.

Figura 78. Placa ME29



Fuente: Planta Panifresh.

Se designó como motor eléctrico 29(ME29) marca SUMITOMO de 4 HP con 1 755 RPM, debe de trabajar a una temperatura ambiente menor o igual de 40 °C, debido a la producción, la temperatura ambiente dentro de la planta es de unos 30 °C aproximado lo cual no representa ningún problema para el trabajo del motor eléctrico, la temperatura máxima de trabajo para este motor es de 115 °C ya que esto depende del tipo de letra o clase que tenga designado cada motor eléctrico en este caso es de tipo F, como se puede observar en la figura 77 trabaja a una temperatura normal por debajo de la temperatura máxima lo cual no representa ningún problema y por consiguiente su factor de servicio es de 1,15 el cual representa que puede trabajar hasta una altura sobre el nivel del mar de 2 700m, la planta Panifresh está a unos 1 500m sobre el nivel del mar, entonces se concluye que este motor está trabajando en óptimas condiciones por ende no es necesario intervenir en el mantenimiento predictivo y los rodamientos no necesitan ser reemplazados a menos que sea la fecha que la empresa programe su mantenimiento preventivo y sea enviado a rebobinar ya que esta marca la empresa no se dedica a dar mantenimiento de ningún tipo, son terceros que lo hacen.

2.3.3. Horno de túnel en línea Multi-producto

Las panificadoras industriales utilizan hornos túnel de entre 20 y 60 metros de longitud. Estos hornos están formados por una cinta transportadora en continuo movimiento que puede ser de malla metálica, de nido de abeja o de solera de piedra refractaria sobre la que se coloca el producto, que se introduce en un túnel que dispone de varias zonas de cocción con regulación independiente de la temperatura.

La capacidad del horno utilizado determina la capacidad de producción del modo que éste es un criterio de decisión clave para la elección del horno. El

rendimiento del horno depende de su capacidad y del tiempo de cocción, en cuya estimación se deben incluir los tiempos de carga y descarga. Estos dos factores pueden variar de forma notable en función de lo siguiente:

- El tipo de productos a hornear.
- El método de cocción.
- El peso de las piezas de masa.

A continuación se describen todas las mediciones de gases efectuadas:

Tabla VI. **Datos de combustión**

Gases	Medición 12-12-17	Medición 1-1-01-18	Medición 15-01-18	Medición 22-01-18	Medición 24-01-18	Medición 29-01-18	Medición 5-1-02-18
O ₂	15,60%	15,80%	16,00%	15,40%	15,30%	15,90%	15,10%
CO	73 PPM	102 PPM	76PPM	23PPM	209PPM	127 PPM	71PPM
EFF	74,90%	71,50%	71,90%	81,90%	72,60%	78,10%	80,30%
CO ₂	3,50%	3,30%	3,30%	3,60%	3,70%	3,30%	3,80%
T. TERMOCOPLA	176 °C	189 °C	183 °C	118°C	198°C	137 °C	137 °C
T. AIRE	31,5 °C	25,3 °C	25,6 °C	29,2°C	27,4°C	28,1 °C	29,9 °C
EA	250%	250%	250%	250%	247%	250%	238,10%
CO (0)	287 PPM	420 PPM	302 PPM	86 PPM	778 PPM	534 PPM	257 PPM

Gases	Medición 7-7-02-18	Medición 12-02-18	Medición 14-02-18	Medición 19-02-18	Medición 21-02-18	Medición 26-02-18	Medición 7-03-18
O ₂	15,30%	14,60%	15,90%	15,60%	15,80%	15,60%	15,90%
CO	18PPM	70PPM	127PPM	84PPM	86PPM	101PPM	106PPM
EFF	74,30%	76,00%	78,10%	72,10%	73,30%	74,80%	75,00%
CO ₂	3,70%	4,10%	3,30%	3,50%	3,40%	3,50%	3,30%
T. TERMOCOPLA	183 °C	184°C	137°C	194 °C	178 °C	170 °C	164 °C
T. AIRE	27,5 °C	26,7°C	28,1 °C	26,5 °C	26,2 °C	26,8 °C	28,4 °C

Continuación de la tabla VI.

EA	249,30%	211,80%	250%	250%	250%	250%	250%
CO (0)	68PPM	234 PPM	534PPM	330PPM	351PPM	401PPM	442PPM

Fuente: elaboración propia.

- A continuación tabla VII de identificación de partículas:

Tabla VII. **Partículas de gases**

PARTICULAS DE GASES	
O ₂	OXÍGENO
CO	MONÓXIDO DE CARBONO BAJO
EFF	EFICIENCIA DEL SISTEMA
CO ₂	DIÓXIDO DE CARBONO
T. TERMOCOPLA	TEMPERATURA DE VARILLA
T. AIRE	TEMPERATURA DE AIRE
EA	EXCESO DE AIRE
CO (0)	MONÓXIDO DE CARBONO ALTO

Fuente: elaboración propia.

A continuación el reglamento sobre contaminantes en Costa Rica ya que en Guatemala no hay reglamento que regule las emisiones de gases:

Reglamento sobre emisión de contaminantes atmosféricos provenientes de calderas y hornos de tipo indirecto

Nº 36551-S-MINAET-MTSS

LA PRESIDENTA DE LA REPÚBLICA,
LA MINISTRA DE SALUD, EL MINISTRO DE AMBIENTE,
ENERGÍA y TELECOMUNICACIONES Y LA MINISTRA
DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL

En uso de las facultades que les confieren los artículos 140 incisos 3), 8) y 18) y 146 de la Constitución Política; artículo 28 párrafo segundo inciso b) de la Ley Nº 6227, del 2 de mayo de 1978 “Ley General de la Administración Pública”; 262, 263, 293, 295, 363, 364 de la Ley Nº 5395 del 30 de octubre de 1973; “Ley General de Salud”, 1º, 2º inciso g), 6º de la Ley Nº 5412 de 8 de noviembre de 1973, “Ley Orgánica del Ministerio de Salud”, 273, 274 y 283 del Código de Trabajo, Ley Nº 6727 del 9 de marzo de 1982, “Ley sobre Riesgos del Trabajo”, “Ley Orgánica del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social”, Ley Nº 1860 de 21 de abril de 1955, “Ley de Regulación del Uso Racional de la Energía” Ley Nº 7447 del 3 de noviembre de 1994, el “Reglamento de Calderas”, Decreto Ejecutivo Nº 26789-MTSS del 16 de febrero de 1998, el “Reglamento para la Regulación del Uso Racional de la Energía”, Decreto Ejecutivo Nº 25584-MINAE-H-MP del 24 de octubre de 1996, la “Ley Orgánica del Colegio de Ingenieros Químicos y Profesionales Afines y Ley Orgánica del Colegio de Químicos de Costa Rica, Ley Nº 8412 del 22 de abril del 2004, la “Ley del Sistema Nacional para la Calidad”, Ley Nº 8279 del 2 de mayo del 2002, el “Reglamento sobre

Higiene Industrial”, Decreto Ejecutivo 11492- SPPS del 22 de abril de 1980 y sus reformas.

Considerando:

1º—Que el incremento de la contaminación, principalmente en la Gran Área Metropolitana y zonas adyacentes, requiere de una acción urgente que logre su adecuación dentro de niveles máximos tolerables a fin de evitar perjuicios a la salud de la población y al ambiente.

2º—Que el potencial de contaminación atmosférica que pueden generar las emisiones producidas por las actividades industriales, comerciales y de servicios, justifica la adopción de medidas de control más estrictas sobre la calidad del aire, niveles de emisión de sustancias contaminantes, calidad de los combustibles y carburantes utilizados, fabricación, reparación y homologación de motores, transformación de energía y otras fuentes fijas y móviles de emisión de contaminantes.

3º—Que la prevención y disminución del problema, requiere de un enfoque técnico-legal, que defina los correspondientes niveles de emisión mediante el establecimiento de límites máximos de emisión de contaminantes en las fuentes emisoras, principalmente instalaciones y actividades agrícolas, pecuarias, agroindustriales e industriales, en el presente reglamento.

4º—Que mediante Decreto Ejecutivo N° 30222-S-MINAE publicado en La Gaceta N° 60 del 26 de marzo del 2002, el Poder Ejecutivo promulgó el “Reglamento sobre Emisión de Contaminantes Atmosféricos provenientes de Calderas”.

5º—Que los reglamentos requieren de una revisión y actualización periódica para el cumplimiento de las funciones que contempla la Ley General de Salud, y con el objetivo de revisar los valores máximos de emisión, un consejo técnico interinstitucional e interdisciplinario analizó los datos de reportes operacionales de calderas recibidos por el Ministerio de Salud e información proveniente de laboratorios con pruebas acreditadas correspondientes al período 2006-2009, así como los datos de calidad de los combustibles distribuidos por RECOPE, con el fin de dar cabal cumplimiento de las disposiciones contenidas en el artículo 296 de la Ley General de Salud.

6º—Que el Decreto Ejecutivo N° 26789-MTSS: Reglamento de Calderas, publicado en La Gaceta N° 65 del 2 de abril de 1998 y sus reformas, regula las condiciones de seguridad de las calderas cuyas condiciones de funcionamiento están directamente relacionadas con sus emisiones a la atmósfera y su eficiencia energética. Por tanto,

DECRETAN:

El siguiente,

Reglamento Sobre Emisión de Contaminantes
Atmosféricos Provenientes de Calderas
Y Hornos de Tipo Indirecto

CAPÍTULO I

Disposiciones generales

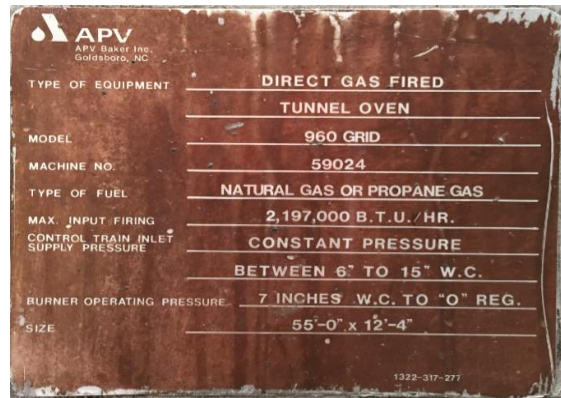
Artículo 1º—Objeto y ámbito de aplicación. Este reglamento establece los valores máximos de emisión a que deben ajustarse los establecimientos cuyos procesos o actividades incluyan la operación de calderas y hornos de tipo indirecto como se clasifican a continuación:

Tabla VIII. **Clasificación de hornos de tipo indirecto**

Categoría	A	B	C	D
Potencia (kW)	Más de 6 000	De 2 001 a 6 000	Más de 100 a 2 000	Menor o igual a 100

Fuente: elaboración propia.

Figura 79. **Potencia de horno**



Fuente: Planta Panifresh.

B.T.U. /Hr \longrightarrow KW

$$2\,197,000 \frac{B.T.U.}{Hr} \times \frac{1}{3412,142} = 643,88KW$$

En el caso del horno de Panifresh de línea Multi-producto es del tipo c ya que siguiendo con la potencia del horno que es de 643,88kw le corresponde el tipo c.

Tabla IX. **Emisiones permitidas en hornos indirectos**

Emisiones en mg/m ³ (TPN) permitidas cuando se utilicen combustibles líquidos, gaseosos y biomásicos:			
	GRANDES	MEDIANOS	PEQUEÑOS
CATEGORÍA (*)	A	B	C, D
Calderas y H;hornos que empleen combustibles fósiles:			
Bunker	550	580	600
Diesel	200	200	220
Gasóleo	420	420	420
Kerosene	150	150	150
Gas LP	170	170	EXENTOS
Hornos que empleen combustibles biomásicos	650	650	650
(*) Para calderas se clasifican de acuerdo con Decreto Ejecutivo N° 26789-MTSS: Reglamento de Calderas, La Gaceta N° 65 del 02 de abril de 1998 y sus reformas. Para hornos de tipo indirecto se clasifican según el artículo 1º, inciso B) de este reglamento.			

Fuente: elaboración propia.

Es decir, por la potencia generada en este horno las emisiones en mg/m³ (TPN) permitidas cuando se utilicen combustibles líquidos, gaseosos y biomásicos están exentos de normas para el control de emisión de gases.

Tabla X. **Programa de actividades de gases**

PROGRAMA DE ACTIVIDADES SEMANAL				
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
TOMA DE DATOS DE GASES	RECOPIACIÓN DE DATOS	TOMA DE DATOS DE TERMOGRAFIA O GASES	RECOPIACIÓN DE DATOS	MANTENIMIENTO

Fuente: elaboración propia.

3. FASE DE DOCENCIA

3.1. Programa de capacitación

El programa de capacitación está dirigido al personal de mantenimiento de planta Panifresh, esto se realizó con el fin de dar a conocer las definiciones principales de teoría que es la base primordial de este diseño de plan de mantenimiento predictivo, como por ejemplo que es mantenimiento predictivo, preventivo, correctivo, la herramienta necesaria para hacer la toma de datos, la temperatura de aislamiento.

Así como la ruta que se debe de tomar para hacer ordenadamente las mediciones de datos para, como se debe de determinar los puntos calientes en cada motor eléctrico y por ultimo como se debe efectuar la toma de datos de gases.

3.2. Conceptos importantes

- Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.

Una vez determinada la factibilidad y conveniencia de realizar un mantenimiento predictivo a una máquina o unidad, el paso siguiente es determinar la o las

variables físicas a controlar que sean indicativas de la condición de la máquina. El objetivo de esta parte es revisar en forma detallada las técnicas comúnmente usadas en el monitoreo según condición, de manera que sirvan de guía para su selección general. La finalidad del monitoreo es obtener una indicación de la condición (mecánica) o estado de salud de la máquina, de manera que pueda ser operada y mantenida con seguridad y economía.

- Mantenimiento preventivo

En las operaciones de mantenimiento, el mantenimiento preventivo es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante la realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento, por oposición al mantenimiento correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados.

El primer objetivo del mantenimiento es evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo pueden incluir acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, entre otros. El mantenimiento preventivo debe evitar los fallos en el equipo antes de que estos ocurran.

Algunos de los métodos más habituales para determinar que procesos de mantenimiento preventivo deben llevarse a cabo son las recomendaciones de los fabricantes, la legislación vigente, las recomendaciones de expertos y las acciones llevadas a cabo sobre activos similares.

- Mantenimiento predictivo

Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, entre otros) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos o técnicos.

- La clase de aislamiento

Se indica la clase de materiales de aislamiento utilizados en el devanado del estator. Son sustancias aislantes que cubren el cobre del conductor y que son sometidas a pruebas para determinar su duración al exponerlas a temperaturas predeterminadas. En tabla 3, se detalla la clasificación del aislamiento empleado en los conductores. Las clases A y B están presentes en la mayoría de los motores fabricados antes de 1970, especialmente el tipo A, que se considera obsoleto, aunque es normal encontrar en la industria motores eléctricos con el aislamiento de Clase A, todavía en operación. La temperatura que se indica en la columna central de tabla 3, corresponde a la suma de la temperatura ambiente ($40\text{ }^{\circ}\text{C}$) más el incremento permitido (valor de diseño). Por ejemplo, la Clase F sólo permite un incremento de ciento quince grados centígrados ($155\text{ }^{\circ}\text{C}-40\text{ }^{\circ}\text{C}=115\text{ }^{\circ}\text{C}$), aunque la temperatura ambiente sea de $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ o menor.

3.2.1. Presentación de la propuesta de diseño de mantenimiento predictivo y control de emisión de gases al ambiente

Se explicó cómo era el proceso de toma de datos tanto para los motores como para la del horno.

- Para llevar el control de todos los motores que tenía que identificar uno por uno a lo largo de toda línea de producción.
- Tomar siempre los datos de placa.
- Luego se verificaba que marca, hp, serie, entre otros.
- Se verificó el tipo de aislamiento: esto depende si el motor es de tipo europeo, usa, dependiendo de donde haya sido fabricado, entonces cada fabricante tiene un tipo de norma el cual indica que temperatura debe estar el aislamiento y como dato teórico más la temperatura que muestra la cámara termográfica es la temperatura que está dentro del motor y es así como se mide la temperatura del rodamiento del interior.
- También con la toma de datos de temperatura de rodamiento posterior, se debe colocar la cámara termográfica en el centro del ventilador y verificar que el puntero de la cámara este ubicado en el centro de la tapa del ventilado para tomar la medida correcta de temperatura
- La mejor manera de tomar mediciones de gases es directamente donde están los quemadores de GLP, ya que muestra rápidamente la eficiencia de quemado del gas y se hace de esta forma ya que los gases son recirculados

para aprovechar el calor restante y poder transferir el calor de nuevo al producto que está en cocción.

- Se explicó cómo estaba conformado el mantenimiento predictivo y control de emisión de gases al ambiente, se mostró el trabajo que se realizó durante los 6 meses de Ejercicio Profesional Supervisado a la cual se respondieron una serie de preguntas de lo que se tenía duda, a continuación alguna de las preguntas más importantes y la solución respectiva o procedimiento adecuado que se le puede dar al momento de un problema:

¿Cada cuánto es necesario hacer análisis termográfico?

El procedimiento es bastante rutinario y sencillo de hacer cualquier persona o mecánico de turno lo puede realizar, el tiempo más prudente de realizar esta tarea, por lo menos una vez por semana para llevar el récord de datos y realizar la evaluación si el motor eléctrico está trabajando eficientemente o cualquier problema que pueda tener este.

¿Cómo ver si es eficiente o no un motor eléctrico?

Solucionar el problema de calentamiento ya que esto puede ser causa de que el motor no esté trabajando eficientemente.

¿Cómo se puede predecir cuándo un motor está en malas condiciones y no tiene buen funcionamiento?

Primero que nada, darle seguimiento o control al motor para verificar si su causa es por sobrecalentamiento, luego si es por calentamiento verificar a que amperaje está trabajando, si está en el límite de amperaje de 2,3 A o el amperaje máximo de trabajo que nos muestra en la placa que identifica cada motor entonces se puede concluir que el motor esta

subdimensionado esto quiere decir que el trabajo o velocidad que está entregando es poca por ende se debe de reemplazar el motor eléctrico por uno de mayor hp o mayor velocidad necesaria para que este trabaje a una velocidad normal, o bien puede ser por un motor obsoleto o viejo, al cual no se le ha dado mantenimiento entonces es necesario reemplazarlo.

Figura 80. **Docencia**



Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. La termografía es un avance tecnológico que se puede aprovechar muy bien en su correcta aplicación, ya que gracias a esto se pudo determinar con la toma de datos, cuándo un aislamiento de algún motor eléctrico pueda llegar a tener una falla asimismo, para los rodamientos.
2. Durante el Ejercicio Profesional Supervisado, todo el tiempo se tomó el control de motores eléctricos en la línea de producción Multi-producto a la cual se le dio seguimiento con rutinas de toma de datos de temperatura, esto para determinar que fallos se pueden anticipar, para esto se determinó que de los 29 motores, dos de ellos trabajaban a temperaturas máximas en las cuales no está permitido por el fabricante y se pudo anticipar a la falla para no permitir un paro no planeado con tan excesiva producción o carga para los motores eléctricos de la línea Multi-producto.
3. Para el control de emisión de gases, por la potencia generada, la clasificación es del tipo C, en el horno de la línea Multi-producto, los hornos que queman GLP están exentos y cumple con el normativo ya que los gases no son suficientemente altos para contaminar el ambiente.
4. Se realizó un plan de mantenimiento predictivo mecánico para la línea Multi-producto, en el horno de la línea con su respectivo control de emisión de gases la cual no emana cantidades altas siguiendo el normativo de control de Costa Rica, así como para los motores eléctricos, identificando cada uno de ellos en un total de 29, a la cual se

determinó que la temperatura de trabajo es recomendable no utilizar toda la potencia nominal asimismo, para no sobrepasar la temperatura máxima de aislamiento permitida por el fabricante, ya que de no ser así será necesario hacer mantenimiento y reemplazar los rodamientos por el sobrecalentamiento.

RECOMENDACIONES

1. Observar las caídas de tensión de alimentación una tensión de alimentación inferior a la nominal provoca incrementos de intensidad, calentamiento y exceso de consumo, además de provocar desgastes en los bobinados del motor, reducción de su vida útil y aumentar la probabilidad de que el motor se queme. Hay que prestar atención cuando las líneas de alimentación a los motores (de gran potencia) son muy largas y las caídas de tensión pueden ser más importantes. El desequilibrio entre tensiones debe mantenerse por debajo del 2 %.
2. Sustituir motores obsoletos, aunque pueda parecer de puro gusto, en muchas fábricas es habitual la existencia de motores muy antiguos, que dan problemas de mantenimiento e incluso se han rebobinado (porque se han llegado a quemar).
3. Eliminar el exceso de calor, la eficiencia de un motor es menor cuando se calienta. En el caso de motores grandes y lugares donde se alcanzan altas temperaturas, se pueden establecer sistemas de ventilación con control de la frecuencia (y por tanto de las revoluciones) en función de la temperatura ambiente donde se encuentran situados.
4. Realizar programas de limpieza dentro de los hornos ya que estas muchas veces no se les da el procedimiento adecuado para dar limpieza en las boquillas de los quemadores para la correcta pulverización del GLP y así optimizar el trabajo del horno y sea más eficiente al momento de su trabajo y obtener un ahorro de combustible significativo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Definición de mantenimiento. Definición ABC.
<https://www.definicionabc.com/general/mantenimiento.php>.
Consulta: 03 de febrero de 2018.
2. Definista. ¿Qué es Motor eléctrico? - Su Definición, Concepto y Significado Concepción de definición de [en línea].
<http://conceptodefinicion.de/motor-electrico/>. Consulta: 10 de febrero de 2018.
3. GARRIDO, Santiago. *Estrategias de mantenimiento*.
<http://ingenieriadelmantenimiento.com/index.php/9-estrategias-de-antenimiento/6-estrategias-de-mantenimiento>. Consulta: 03 de febrero de 2018.
4. ————. *Tipos de mantenimiento*. Renovetec.com.
<http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>. Consulta 10 de febrero de 2018.
5. Mantenimiento predictivo. Preditec.com. <http://www.preditec.com/mantenimiento-predictivo/>. Consulta 10 de febrero de 2018.
6. Proyectos y Certificaciones Prycer. 7 formas de ahorrar energía en motores eléctricos <http://proyectosycertificaciones.com/2016/03/7->

maneras-ahorrar-energia-motores-electrico. Consulta :15 de marzo de 2018.

7. Scribd. [https://es.scribd.com/document/356089639/Dialnet-Prevencion deLasFallasDeLosMotoresTrifasicosDeInduc-4835860-pdf](https://es.scribd.com/document/356089639/Dialnet-Prevencion-deLasFallasDeLosMotoresTrifasicosDeInduc-4835860-pdf). Consulta: 10 de marzo de 2018.
8. Técnicas para el control ambiental en la emisión de gases y vapores. Interempresas.. <http://www.interempresas.net/Quimica/Articulos/101632-Tecnicas-para-control-ambiental-en-la-emision-de-gases-y-vapores.html>