



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

**“MEJORA E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISEÑO
MECÁNICO Y ELÉCTRICO PARA EL SISTEMA DE
CALEFACCIÓN DE LA TERMOFORMADORA TA-1”**

**TITULACIÓN INTEGRAL INFORME
DE RESIDENCIA PROFESIONAL**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECATRÓNICO**

**PRESENTA:
OSVALDO CABRERA RIOS**

**NOMBRE DEL ASESOR:
MTRO. BENJAMÍN DARÍO RAMÍREZ ANGULO**



APIZACO, TLAX., OCTUBRE 2023.



Apizaco, Tlax., 28/septiembre/2023.

Circular No.: MM/508/2023.

ASUNTO: Liberación de Proyecto Integral.

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para el C.

Alumno:	OSVALDO CABRERA RÍOS
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. de Control:	16370810
Nombre del Proyecto:	MEJORA E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISEÑO MECÁNICO Y ELÉCTRICO PARA EL SISTEMA DE CALEFACCIÓN DE LA TERMOFORMADORA TA-1
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica»
Pensar para Servir, Servir para Triunfar»


EFRAÍN SÁNCHEZ FLORES
JEFE DEL DEPTO. DE METAL-MECÁNICA




BENJAMÍN DARÍO RAMÍREZ ANGULO
ASESOR

c.c.p. Oficina de Titulación
Departamento de servicios Escolares
Expediente. - Jefe de proyectos de vinculación Metal-Mecánica

ESF/lhbr*





EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Apizaco, Tlax., 04/octubre/2023
No. OFICIO: DEP-CT/680/2023

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

OSVALDO CABRERA RIOS
EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
CON NÚMERO DE CONTROL: 16370810
P R E S E N T E

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** cuyo tema es: **"MEJORA E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISEÑO MECÁNICO Y ELÉCTRICO PARA EL SISTEMA DE CALEFACCIÓN DE LA TERMOFORMADORA TA-1"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESION

Debiendo entregar **3** discos del mismo, apropiadamente encuadernados, a la brevedad, para presentar su acto de recepción profesional.

Sin otro particular por el momento, le envió un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica.
Pensar para Servir, Servir para Triunfar.

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



c.p. archivo



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 ExL 304,
e-mail: dep_titulación@apizaco.tecnm.mx



2023
Francisco
VILLA

Agradecimientos

En primer lugar, deseo expresar mi agradecimiento a mis Asesores, el Docente de esta institución Mtro. Benjamín Darío Ramírez Angulo, por la dedicación y apoyo que ha brindado a este trabajo, por el respeto a mis sugerencias e ideas y por la dirección y el rigor que ha facilitado a las mismas. Así mismo agradezco a mi asesor externo Ing. Diana Laura Hernández González el apoyo vital en la empresa en todas las cuestiones técnicas, sus valiosas aportaciones son parte fundamental de la conclusión del presente proyecto documentado.

Gracias a mi familia, a mis padres y hermanos, porque con ellos compartí una infancia feliz, que guardo en el recuerdo y es un aliento para seguir motivado y mentalmente fuerte, proponiéndome siempre concluir todos los proyectos emprendidos de la mejor manera.

Gracias a mis amigos, que siempre me han prestado un gran apoyo moral y humano, necesarios en los momentos difíciles de este trabajo y esta profesión.

Dedicatorias

A Dios, por brindarme la oportunidad de vivir, por permitirme disfrutar cada día de mi vida y guiarme por el camino que ha trazado para mí.

A mis padres, por su amor incondicional y por creer en mí desde el primer día. Por sus sacrificios y su apoyo constante que han sido la clave de mi éxito.

A mi madre, mi heroína de capa larga, quien con su fortaleza, sabiduría y amor incondicional me ha guiado en cada paso de mi vida, quien, aunque no está físicamente presente, sus enseñanzas siguen guiándome día a día. Este logro es en tu honor, porque fue gracias a tu amor y dedicación que aprendí a nunca rendirme.

A mi padre, por ser mi luz en momentos oscuros y por creer en mí siempre. Este logro es un triunfo de los dos. Eres mi roca y mi ejemplo para seguir.

A mis profesores y mentores, por su dedicación y pasión por la enseñanza y por guiarme en mi camino.

A mis compañeros, por las risas y el estudio. Por las conversaciones estimulantes, y los momentos que compartimos juntos.

A todos aquellos que han sido una parte integral de mi camino académico y personal.

Resumen

INNOVACIÓN EN TERMOFORMADO S.A DE C.V. es una empresa dedicada a la elaboración de termoformados y blíster ubicándose en un sector estratégico de la matriz productiva nacional, por lo que requiere avances tecnológicos que le permitan generar una producción competitiva y eficiente, con este objetivo se desarrolla el proyecto “MEJORA E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISEÑO MECÁNICO Y ELÉCTRICO PARA EL SISTEMA DE CALEFACCIÓN DE LA TERMOFORMADORA TA-1”, la cual permite la elaboración de piezas termoformadas de calibre grande, así como piezas de molde más grande que las otras máquinas termoformadoras y reducir el tiempo de calentamiento en el proceso de fabricación de productos moldeados, optimizando tiempos de producción.

El capítulo I habla de la descripción del problema y por qué es importante la remodelación de la máquina TA-1, el capítulo II explica el concepto, así como el que implica una máquina termoformadora ¿Qué es? ¿Qué tipos de moldes existen?, y los diferentes procesos de termoformado. En el capítulo III se ve el desarrollo del proyecto el diseño de los diagramas eléctricos, la instalación, la tierra física, la implementación de las resistencias, diagramas neumáticos, el diagrama de la programación de PLC y funcionamiento en conjunto del sistema. En el capítulo IV contiene el costo de la implementación. Por último, el capítulo V tiene las pruebas y calibraciones que se realizaron para obtener un producto final que satisfaga las exigencias del cliente.

Abstract

INNOVACION EN TERMOFORMADO S.A DE C.V. is a company dedicated to the elaboration of thermoformed and blister packaging, located in a strategic sector of the national productive matrix, for which it requires technological advances that allow it to generate a competitive and efficient production, with this objective the project of: " MEJORA E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISEÑO MECÁNICO Y ELÉCTRICO PARA EL SISTEMA DE CALEFACCIÓN DE LA TERMOFORMADORA TA-1" which allows the elaboration of large-gauge thermoformed parts, as well as larger mold parts than other thermoforming machines and reducing heating time in the manufacturing process of molded products, optimizing production times.

Chapter I talks about the description of the problem and why the remodeling of the TA-1 machine is important, chapter II explains the concept, as well as what a thermoforming machine implies. What is it? What types of molds exist? And the different thermoforming processes. Chapter III shows the development of the project, the design of the electrical diagrams, the installation, the physical ground, the implementation of the resistors, pneumatic diagrams, the PLC programming diagram and the operation of the system as a whole. Chapter IV contains the cost of implementation. Finally, chapter V has the tests and calibrations that were carried out to obtain a final product that satisfies the customer's requirements.

ÍNDICE GENERAL

Agradecimientos	1
Dedicatorias	2
Resumen.....	3
Abstract.....	4
ÍNDICE GENERAL	5
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE TABLAS	13
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	13
Capítulo 1 . GENERALIDADES DEL PROYECTO.	14
Introducción.....	14
1.1. Antecedentes de la empresa	15
1.1.1. Datos generales de la empresa.	15
1.1.2. Breve reseña histórica de la empresa.....	16
1.1.3. Misión, Visión y Política de calidad.	17
1.1.4. Productos y clientes	18
1.1.5. Layout de INNOVET.....	20
1.1.6. Premios y Certificaciones.	20
1.1.7. Relación de la empresa con la sociedad.	21
1.1.8. Área específica donde se realizó.....	22
1.1.9. Organigrama de la empresa.	22
1.1.10. Actividades del área.	23

1.1.11. Interrelación con otras áreas.	23
1.1.12. Funciones y ubicación del pasante.	25
1.2. Problema a resolver.	25
1.2.1. Diagrama de Ishikawa.	27
1.3. Objetivos.	27
1.3.1. Objetivo general.	27
1.3.2. Objetivos específicos.	27
1.4. Delimitación.	28
1.5. Justificación.	28
1.6. Alcances y limitaciones.	29
1.6.1. Alcances.	29
1.6.2. Limitaciones.	30
Capítulo 2 . MARCO TEÓRICO.	31
2.1. Estado del arte.	31
2.1.1. Tipos de resistores.	31
2.1.2. Aceros inoxidable.	33
2.2. Bases teóricas.	33
2.2.1. Procedimiento y tipos de moldeo.	34
2.2.2 Tipos de máquinas del termoformado.	36
2.3. Definición de términos básicos.	39
Capítulo 3 . DESARROLLO DEL PROYECTO.	41
3.1 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.	41

3.1.1. Diseño del horno.	41
3.1.2. Barrenado del horno.	47
3.1.3. Instalación de tierra física.	50
3.1.4. Métodos permitidos.	55
3.1.5. Colocación de riel trifásico.	55
3.1.6. Conexión de transformador dentro de maquina termoformadora TA-1.	56
3.1.7. Mantenimiento a cableado estructurado en tablero principal.	56
3.1.8. Control de temperaturas.	58
3.1.9. Sistema de control.	60
3.1.10. Horno y base de enfriamiento.	64
3.1.11. Diseño eléctrico del sistema de calefacción.	66
3.1.12 Instalación de resistencias.	68
3.1.13 Diseño electroneumático.	72
3.1.14 Conexiones electroneumáticas.	72
3.1.15 Gabinete terminado.	77
3.1.16 Tablero de HMI.	77
3.1.17 Tablero de control PLC.	79
3.1.18. Programación de PLC.	80
3.2. Diagrama de Gantt.	85
3.3. Análisis y cálculos de los requerimientos estructurales del producto.	87
Materiales.	87
3.3.1. Acero.	88

3.3.2. Tipo de estructura.....	89
3.3.3. Componentes.	89
3.4. Requerimientos de diseño.	91
3.4.1 Requerimientos de función.	91
3.5. Planos técnicos y de producción.	94
3.6. Modelo físico.	98
3.7. Diagrama de procesos.	98
3.8. Producto terminado.	99
3.9. Recolección de datos.	99
3.9.1. Población y muestra.	99
3.9.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	100
Capítulo 4 . ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.	101
4.1. Matriz de costos.	101
Capítulo 5 : RESULTADOS Y CONCLUSIONES.	103
5.1 Autoevaluación del Proyecto	103
5.1.1 Análisis FODA del producto.....	103
5.2. Resultados y conclusiones.	104
5.2.1. Pruebas a resistencias.	104
5.2.2. Resultados.	104
5.3. Conclusiones.....	113
GLOSARIO	115
BIBLIOGRAFÍA	116

ANEXOS	118
--------------	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ubicación de la empresa.....	15
Figura 1.2. Charola Industrial.....	18
Figura 1.3. Clamshell.	18
Figura 1.4. Blister.....	18
Figura 1.5. Mapa de clientes.....	19
Figura 1.6. Layout de la planta.....	20
Figura 1.7. Logo de ISO.....	20
Figura 1.8. Logo de Querétaro.....	20
Figura 1.9. Logo de ESR.	20
Figura 1.10. Logo de Saluditos.	21
Figura 1.11. Asociación AMIQRO.	21
Figura 1.12. Organigrama de INNOVET.	22
Figura 1.13. Diagrama de Ishikawa.....	27
Figura 2.1. Esquema de moldeo en negativo.....	34
Figura 2.2. Esquema de moldeo en positivo.	35
Figura 2.3. Moldeo por estampado.	35
Figura 2.4. Maquina termoformadora automática.....	38
Figura 3.1. Vista 3D del horno.	42
Figura 3.2. Resistencias Infrarrojas Elstein 230v 1000w 60mm X 245mm y 230V 500w 60mm X 60mm.....	43
Figura 3.3. Plano 1.	44
Figura 3.4. Plano 2.	45

Figura 3.5. Plano 3.	46
Figura 3.6. Primera fase para la distribución de las resistencias.	47
Figura 3.7. Dimensiones de las resistencias.	47
Figura 3.8. Centrado de barreno en un área de 245mm X 60 mm por una separación de 25.40mm X 15 mm.	48
Figura 3.9. Barrenos finalmente terminados, 7 barrenos para las resistencias de 245 mm x 60 mm.	48
Figura 3.10. Distribución de los barrenos considerando las dos medidas de las resistencias.	49
Figura 3.11. Distribución acepta 42 resistencias (35 de 245mm X 60 mm y 7 de 125mm X 60 mm) el rectángulo rojo indica distribución de solo 7 resistencias.	49
Figura 3.12. Maquina termoformadora TA-1 vista superior.	50
Figura 3.13. Canaleta y desengrasante.	52
Figura 3.14. Canaletas con líneas para termoformadora y tierra física a lado derecho de la misma.	52
Figura 3.15. Colocación de cableado a canaletas y tubo.	53
Figura 3.16. Cableado de tierra física.	53
Figura 3.17. Tierra física dentro del tubo que llega en la parte superior del tablero.	54
Figura 3.18. Repartidor riel trifásico 4P 125A 8 Módulos 15 Conexiones Legrand 04888.	55
Figura 3.19. Transformador SC´L capacidad 750VA.	56
Figura 3.20. Tablero principal desordenado.	57
Figura 3.21. Vista interna de tablero principal con su respectivo mantenimiento de cableado estructural.	58
Figura 3.22. Tablero de control de temperaturas.	59

Figura 3.23. Controlador de temperatura-TC4S-14R, PID, DIN 48x48, Alarma 1, relevador, salida SSRP, 100 a 240 VCA	59
Figura 3.24. Panel de control sin tierra física, se traerá desde el tablero principal, la cual ya cuenta con tierra física.....	60
Figura 3.25. Cableado ajustado a la canaleta.	61
Figura 3.26. Antes y después de colocar el interruptor tipo selector.	61
Figura 3.27. Cableado de controladores.	62
Figura 3.28. Horno y base de enfriamiento.	65
Figura 3.29. Comparación entre base de enfriamiento y diseño del horno, relación entre ellas.....	65
Figura 3.30. Diseño eléctrico de funcionamiento de horno.....	66
Figura 3.31. Diagrama eléctrico para resistencias (cada zona involucra 3 resistencias las cuales se pueden independizar al abrir el circuito con la porta fusibles).....	67
Figura 3.32. Gabinetes para cableado estructurado.....	68
Figura 3.33. Colocación de conectores tipo glándulas para cableado.....	69
Figura 3.34. Conexión de repartidor y porta fusibles.	69
Figura 3.35. Porta fusibles para resistencias de forma independiente y por zona.	70
Figura 3.36. Tablero de controladores terminado.....	70
Figura 3.37. Colocación de resistencias en el horno.....	71
Figura 3.38. Cableado de tablero eléctrico de horno.....	71
Figura 3.39. Diseño electroneumático.....	72
Figura 3.40. Bloque de válvulas neumáticas con 6 válvulas 5/2.....	73
Figura 3.41. Cilindro MiCRO CN-10 0049260300.	73
Figura 3.42. Cilindro MiCRO CN-10 0049260300.	74
Figura 3.43. Conexiones eléctricas y neumáticas en bloque de válvulas.	74
Figura 3.44. Colocación de mangueras en riel.....	75

Figura 3.45. Colocación de mangueras en riel en parte superior.	75
Figura 3.46. Conexión de mangueras a pistón de horno.	76
Figura 3.47. Conexión de mangueras a pistón de campana.	76
Figura 3.48. Gabinete completo para su colocación.....	77
Figura 3.49. Pantalla HMI con botonera.....	78
Figura 3.50. Parte posterior de pantalla HMI.....	78
Figura 3.51. Conexión de tablero de control.	80
Figura 3.52. Programación de PLC en lenguaje escalera.	83
Figura 3.53. Funcionamiento de máquina.	84
Figura 3.54. Comportamiento de temperatura.....	87
Figura 3.55. Trayectoria de horno dentro de la estructura.....	89
Figura 3.56. Gabinete de temperaturas.....	92
Figura 3.57. Guardas de seguridad.....	93
Figura 3.58. Planos del horno.	97
Figura 3.59. Vista general de la maquina eléctrica – mecánica.....	98
Figura 5.1. Resistencias colocadas en el horno.	104
Figura 5.2. Página principal.	105
Figura 5.3. Página de operaciones.	105
Figura 5.4. Página de funciones avanzadas.	106
Figura 5.5. Modo manual vista de la pantalla.....	106
Figura 5.6. Paro de emergencia activado visto desde la pantalla.....	107
Figura 5.7. Temporizador de tiempo de formado.	107
Figura 5.8. Temporizador del tiempo de succión.....	108
Figura 5.9. Temporizador de Tiempo de enfriado.	108
Figura 5.10. Horno en retroceso.	109
Figura 5.11. Horno en avance.....	109

Figura 5.12. Apertura de pinza.....	110
Figura 5.13. Cierre de pinza.....	110
Figura 5.14. Prueba de termoformado.	111
Figura 5.15. Semáforo en modo automático.	111
Figura 5.16. Semáforo en modo manual.	112
Figura 5.17. Semáforo con paro de emergencia.	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Lista de materiales para instalación de tierra física a termoformadora TA-1..	50
Tabla 3.2 Tabla de costos para la instalación del sistema de calefacción.	63
Tabla 3.3. Diagrama de Gantt.....	85
Tabla 3.4. Propiedades del acero inoxidable.	88
Tabla 3.5. Diagrama de procesos	99
Tabla 3.6. Paros de maquina	100
Tabla 3.7. Actividades y mejoras.	100
Tabla 4.1. Costo de la implementación.	102
Tabla 5.1. Tabla de resultados.....	104

ÍNDICE DE ECUACIONES

$T \text{ minutos} = 2.1 * E \text{ mm}$	Ecuación 1. Tiempo de formado.	87
$T \text{ minutos} = 3.0 * E(mm)$	Ecuación 2. Tiempo de formado para espesores mayores.	

CAPÍTULO 1 . GENERALIDADES DEL PROYECTO.

Introducción

El termoformado es un proceso de gran rendimiento para la realización de productos de plástico a partir de láminas semielaboradas, que hallan numerosos campos de aplicación, desde el envase a piezas para electrodomésticos y área automotriz, el cual es un proceso de transformación secundario, en el cual una lámina de material termoplástico se moldea por la acción de temperatura y presión. La temperatura ayuda a reblandecer la lámina y por medio de moldes y la intervención de vacío (presión negativa) o presión, se adquiere la forma final. Su gran aplicación se debe a que la maquinaria para el moldeo por vacío, soplado y mecánico es sencilla, compacta y económica.

La fabricación de los moldes para el moldeo por vacío es sencilla y resulta barata, sobre todo en la fabricación de artículos grandes de reducido espesor de pared y de configuración compleja, el cual se adapta muy bien a la automatización y perfecciona el moldeo por inyección de los materiales termoplásticos. Muchos artículos de material termoplástico, por ejemplo, paneles de revestimiento de puertas y cuerpos frigoríficos, recipientes de todas clases, etc., se pueden fabricar por termoformado en caliente.

Con este procedimiento, los gastos en maquinaria y tecnológicos son mínimos. El mayor rendimiento se consigue al moldear artículos grandes de poco espesor y embalajes en moldes de varias cavidades. En la práctica, para moldear artículos de superficie superior a 0.010" se utiliza únicamente este método. Las desventajas fundamentales son: ciclo de moldeo relativamente largo, calentamiento, moldeo y corte dificultoso de láminas de más de 6 mm de espesor, elevado porcentaje de material sobrante (hasta un 40 – 50 %), materia prima más cara (el material en láminas o películas resulta de un 70 a un 100% más caro que el material granulado).

1.1. Antecedentes de la empresa

1.1.1. Datos generales de la empresa.

INNOVACIÓN EN TERMOFORMADO (INNOVET), es una empresa de extensión Creatividad e Ingeniería, S.A. de C.V., se encuentra ubicado en Av. Del Marques No. Lote 7, Col. Otra no especificada en el catálogo, Parque Industrial Bernardo Quintana, Qro, con numero de contacto (442) 2215602, esta ubicación se muestra en la figura 1.1.

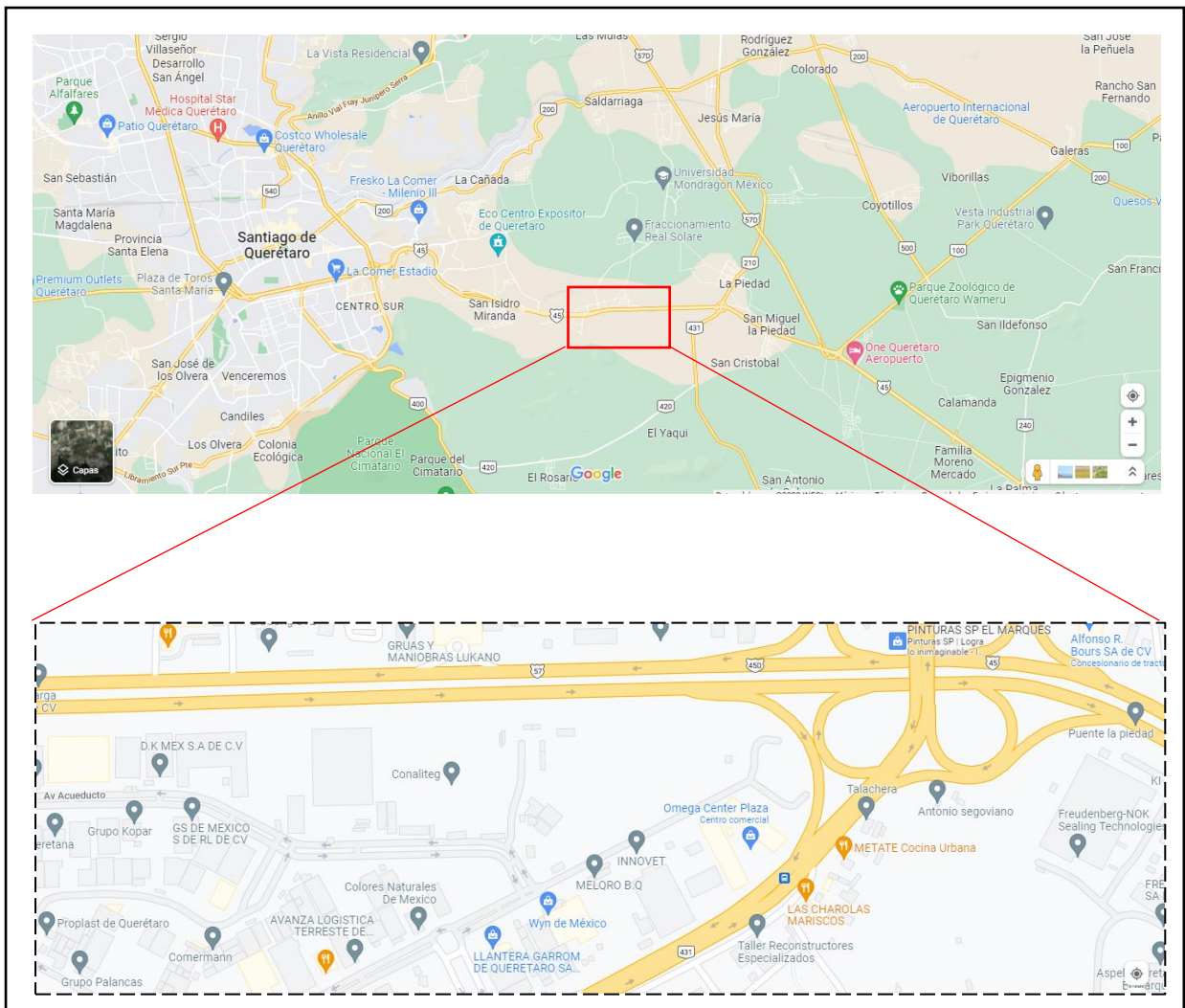


Figura 1.1 Ubicación de la empresa.

INNOVET es una empresa dedicada a la fabricación de empaques a la medida, protegiendo cada producto sin ocultarlo, aportando gran seguridad y estética para alcanzar un mayor atractivo visual. Las cuales ofrecen diversas opciones de colores, calibres y materiales como PVC (Cloruro de polivinilo), PET (Polietileno tereftalato), PS (Poliestireno), PE Polietileno, PP (Polipropileno), etc.

La empresa cuenta con maquinaria automatizada, lo que permite cumplir con altos volúmenes en plazos muy cortos, ofrece los mejores empaques en el mercado. Los moldes son elaborados internamente, en aluminio, ya que se cuenta con maquinaria de control numérico computarizado (CNC), lo que facilita obtener mejores tiempos de fabricación y costos.

1.1.2. Breve reseña histórica de la empresa.

La empresa se fundó en el año de 1998, iniciando con una planta en la Ciudad de México (CDMX). Durante sus inicios elaboraban diferentes productos de formado, sello y armado de diversas ofertas para el mercado del termoformado.

Para el año 2007 se constituye la nueva razón social de “Innovación en empaque transparente S.A. de C.V.”, bajo la marca INNOVET. El centro de operaciones se establece en el estado de Querétaro, ubicación que hasta la fecha sigue vigente. En la Ciudad de México, se queda una empresa como Solgistika S.A. de C.V. Las empresas Solgistika e Innovet se fusionan en 2011, prestando servicios se complementó a la entrega de los productos de empaque.

La empresa inicia la profesionalización e implementación de procesos en 2012, teniendo como meta la implementación de la Norma ISO 9001. Este proceso de certificación se inicia en 2013. Intertek otorga la certificación a la empresa “Innovet” en 2014. En 2018, se crea BeExen como una empresa hermana de INNOVET y Solgistika.

En la actualidad, la empresa tiene como punto clave el proceso de termoformado, de mano con la empresa Solgistika para realizar operaciones de logística, así como la empresa BeExen para procesos de energías renovables y medio ambiente.

1.1.3. Misión, Visión y Política de calidad.

Misión.

“Satisfacer las necesidades y requerimientos de nuestros clientes en la fabricación de productos plásticos termoformados en los diferentes sectores de la industria”

Visión.

- Seremos la empresa líder en termoformado de la Región Bajío, dominando el sector automotriz y teniendo presencia en el sector de alimentos.
- Responderemos a las necesidades de los clientes con la tecnología más reciente y una eficiente administración por procesos.
- Consolidaremos un equipo humano altamente productivo, estable y bien remunerado.
- Garantizaremos la rentabilidad para los accionistas y la Reinversión para el desarrollo del negocio. Política de calidad “Estamos comprometidos a garantizar la satisfacción del cliente mediante la entrega a tiempo de productos que cumplan con las especificaciones requeridas y mantener un sistema de gestión de calidad para su mejora continua”.

Política de calidad.

“Estamos comprometidos a garantizar la satisfacción del cliente mediante la entrega a tiempo de productos que cumplan con las especificaciones requeridas y mantener un sistema de gestión de calidad para su mejora continua”.

Valores.

- Transparencia. ▪ Participación. ▪ Innovación. ▪ Ética empresarial. ▪ Liderazgo

1.1.4. Productos y clientes

Productos.

En esta empresa se producen diferentes tipos de productos de termoformado, entre ellos tenemos, charola industrial como la mostrada en la figura 1.2, Clamshell como la mostrada en la figura 1.3, Blister mostrada en la figura 1.4.



Figura 1.2. Charola Industrial.



Figura 1.3. Clamshell.



Figura 1.4. Blister.

Clientes.

Gracias a su seriedad y compromiso que los caracteriza trabajan con empresas de renombre internacional, de las cuales destacan:

- WINPAK
- VALEO
- XBOX 360
- REVLON
- TRAMONTINA
- ITW
- KH
- KI
- SIIX
- FREUDENBERG

En la figura 1.5, se observa la ubicación geográfica alrededor del mundo de algunas de las plantas de clientes



Figura 1.5. Mapa de clientes.

1.1.5. Layout de INNOVET.

En la figura 1.6 se observa el layout de la distribución dentro de planta de INNOVET.

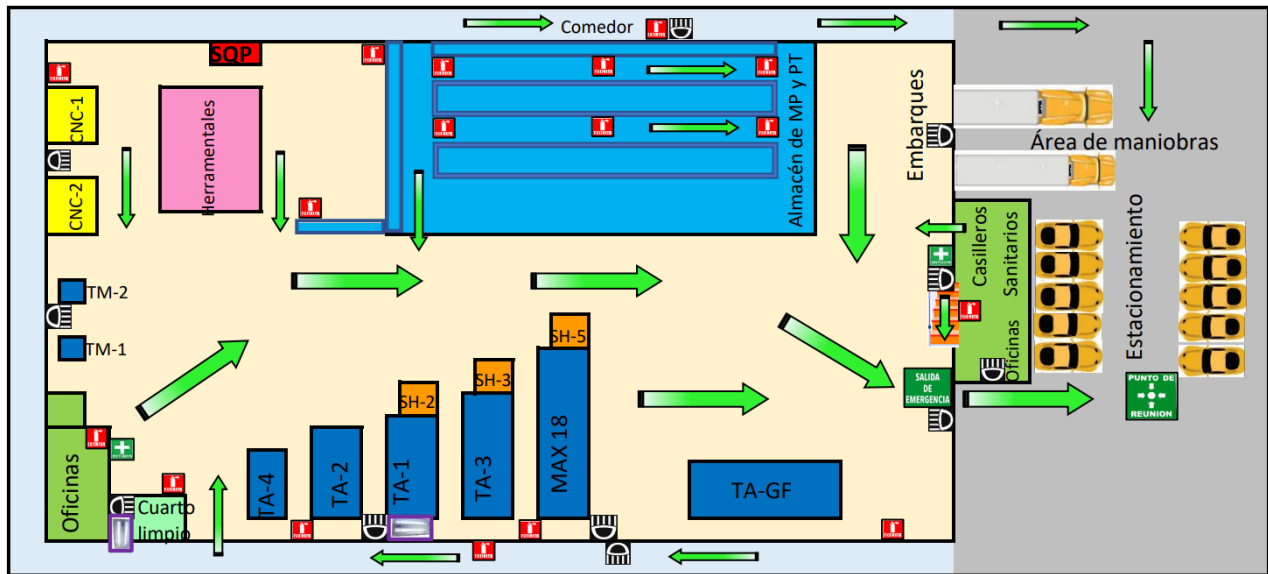


Figura 1.6. Layout de la planta.

1.1.6. Premios y Certificaciones.

- Certificación Organismo Internacional de Estandarización (ISO 9001-2015). Logo mostrado en la figura 1.7.
- Distintivo equilibrio empresa familiar del municipio de Querétaro. Logo mostrado en la figura 1.8
- Certificación en ESR. Logo mostrado en la figura 1.9.



Figura 1.7. Logo de ISO



Figura 1.8. Logo de Querétaro



Figura 1.9. Logo de ESR.

1.1.7. Relación de la empresa con la sociedad.

La empresa a lo largo de este tiempo ha generado un índice de confianza de directivos al personal, lo cual involucra su gestión de incentivos motivacionales los cuales constan de viajes, bonos de productividad, bonos por tiempos extras, etc.

Así mismo la empresa en la actualidad se encuentra con una asociación llamada “AMIQRO”, la cual administrada por GRUPO SALUDITOS S.A de C.V, logo el cual se muestra en la figura 1.10.



Figura 1.10. Logo de Saluditos.

AMIQRO, Asociación de MiPymes Industriales de Querétaro, A.C., es una organización empresarial constituida en 1991. Desde hace 25 años trabaja en el fortalecimiento de las micros, pequeñas y medianas empresas; acerca la capacitación, consultoría y apoyos económicos para incrementar la productividad y asegurar la permanencia y crecimiento de las pymes en el mercado, logotipo mostrado en la figura 1.11.



Figura 1.11. Asociación AMIQRO.

1.1.8. Área específica donde se realizó.

La implementación de la mejora se llevó a cabo en la gerencia de producción, donde se identificaron algunas deficiencias que se presentan dentro de la maquinaria, debido a que la máquina aun funcionaba por medio de botones y sus conexiones neumáticas y eléctricas eran deficientes ocasionando un mal funcionamiento de la máquina por parte del operador y un constante servicio de mantenimiento correctivo.

1.1.9. Organigrama de la empresa.

En la figura figura 1.12 se muestra la organización jerargica de la empresa, así como las subdivisiones gerenciales y de áreas dentro de la misma.

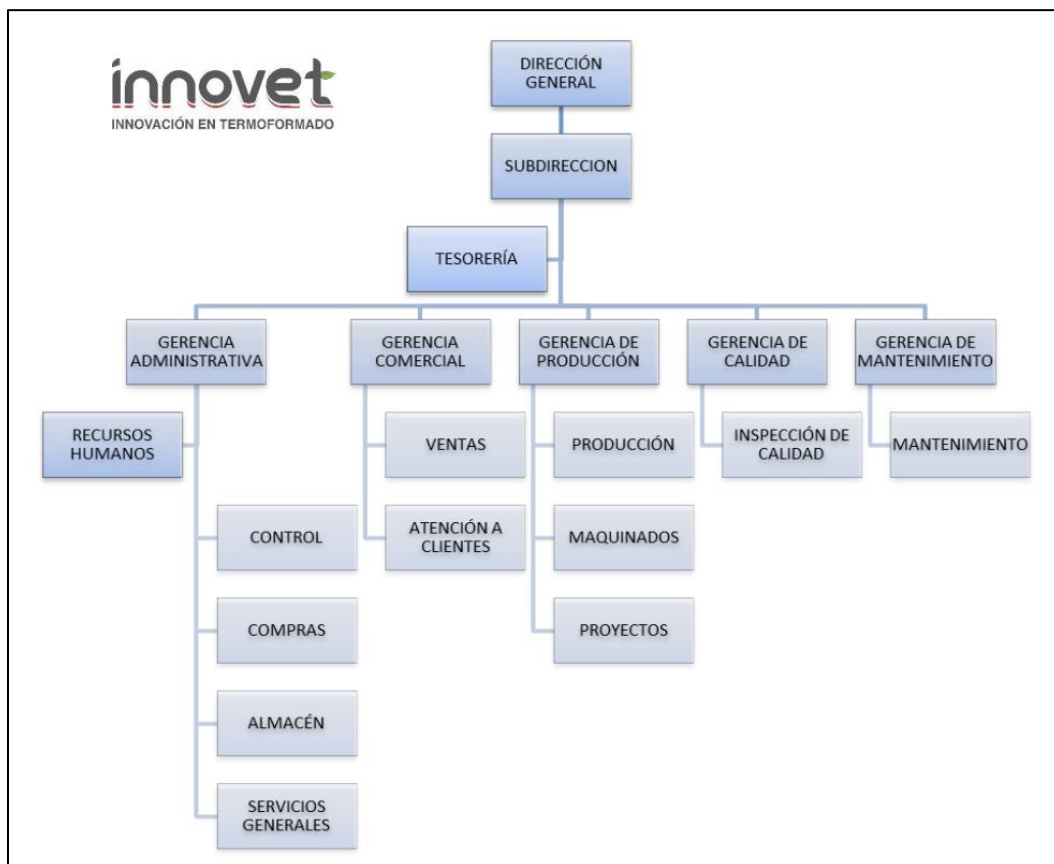


Figura 1.12. Organigrama de INNOVET.

1.1.10. Actividades del área.

- Traspaso de herramientas al área de producción (molde, campanas, empujador, suaje)
- Generar la orden de trabajo (OT)
- Traspaso de materia prima (MP)
- Puesta a punto y despeje de línea
- Montaje y ajuste del molde
- Inspección de producto (operador y calidad)
- Producción en línea
- Suaje de producto
- Envase de producto
- Traspaso de producto terminado (PT) a el área de almacén.

1.1.11. Interrelación con otras áreas.

Gerencia comercial: El vendedor se encarga de buscar nuevos proyectos una vez encontrado, realiza una solicitud de cotización que posteriormente es pasada al área de proyectos donde se realiza:

- El coste del producto
- El análisis de riesgo

Cuando se acepta la cotización, el cliente debe mandar la primera orden de compra (OC) por herramental, para que el equipo de proyectos inicie con la planificación del producto.

- Planificar la compra de material (aluminio, lamíname, cortadores, madera, etc.).
- Planificación del maquinado de molde y empujador.
- Días de muestras.

El vendedor debe entregar “piezas muestras” para que el cliente pueda realizar las pruebas necesarias y así poder mandar la orden de compra por producto.

Una vez que exista la OC por producto, se procede a la compra MP, suaje, corrugado, bolsas de poli papel y tarimas.

Al realizar el arranque del proyecto se debe entregar una carpeta de especificaciones la cual debe contener.

- Cierre de proyecto, documento en el cual contiene los datos generales del proyecto.
- Revisión y liberación de muestras.
- Revisión y arranque de proyecto
- Plano firmado por cliente
- Manual de empaque

Una vez que termina la producción el (PT) es pasado a el área de almacén donde se encargan de la logística.

Al término de cada producción se verifica que los herramentales se encuentren en buen estado de lo contrario se manda a reparación.

- Suaje: se manda a reemplazar o hacer uno nuevo dependiendo el daño sufrido.
- Campana: Cambiar maderas o aluminio.
- Empujador: Hacer nuevo.
- Molde: Dependiendo el daño.
- Producción:

- Cuando el operador de una máquina presenta una falla en su máquina recurren al área de mantenimiento donde un técnico acude a realizar el mantenimiento correctivo.
- Cuando se realizan los mantenimientos preventivos en la misma área.
- Maquinados:
- Cuando una máquina CNC presenta una falla el operador de ella recurre al área de mantenimiento donde un técnico acude a realizar el mantenimiento correctivo.
- Oficinas:
- Cuando ocurre una falla en la infraestructura el encargado de área acude al área de mantenimiento donde un técnico acude a realizar el ajuste.

1.1.12. Funciones y ubicación del pasante.

Las actividades principales se basan en el desarrollo del proyecto, se costea el mismo, una vez aprobado por los diferentes departamentos se procede al diseño del molde, posteriormente se realiza la programación en código NC para después hacer le maquinado del molde en maquina CNC.

1.2. Problema a resolver.

La máquina termoformadora automática 1 (TA-1) cuenta con diferentes deficiencias en el diseño de las conexiones neumáticas en las cuales no se tiene orden de las conexiones entre electroválvula, manguera y pistón, igualmente las conexiones eléctricas que no tienen un orden adecuado y no se pueden identificar las entradas y salidas de los cables tanto en la parte de potencia la cual se encarga del sistema de calefacción de la máquina y las electroválvulas y la parte de control donde estan las entradas y salidas del controlador, además existe la problemática de que el tablero es aun de botonera, temporizadores y contadores manuales y crea un poco más de imprecisión al momento de designar tiempos, por último el problema de que el horno contiene una cantidad de 44 resistencias térmicas y estas se dividen en 22 áreas de 4 resistencias las

cuales no se encuentran distribuidas de forma adecuada ya que en ciertas partes se necesita más calor y en algunas menor, pero comparten el mismo sistema de control y no se puede repartir.

La máquina termoformadora automática 1 (TA-1) cuenta con un área de calentamiento para bases de enfriamiento con 6 diferentes dimensiones (420x420, 450x480, 480x460, 380x420, 360x600 y 420x700 mm respectivamente), siendo esta la más grande. El horno presente en esta máquina no cuenta con un sistema óptimo para aprovechar el área de formado de acuerdo a la distribución de las resistencias presentes, provocando que la máquina no sea flexible ante la presencia de un molde más grande, debido al área que actualmente abarcan las resistencias (21 resistencias distribuidas en un 60% del área total).

El exceso de temperatura aplicado en la película plástica provoca un degrade y manchas por usar las resistencias a su máxima capacidad (temperaturas superiores a 750°C) reduciendo el tiempo de vida útil.

El diseño previo no permite implementar más resistencias para aprovechar toda el área de formado por el calibre de la lámina, por consecuencia se tiene una elongación de la estructura, generando fracturas en las resistencias, teniendo una pérdida económica para la empresa y retraso en la fabricación de los productos.

El proyecto sobre el cual se actualizará la máquina automática TA-1, consiste en “MEJORAR E IMPLEMENTAR UN DISEÑO MECANICO Y ELECTRICO PARA EL SISTEMA DE CALEFACCIÓN DE LA TERMOFORMADORA TA-1” para las resistencias eléctricas que mantienen una temperatura deseada a lo largo del proceso de termoformado.

1.2.1. Diagrama de Ishikawa.

Al realizar el análisis tanto de la maquinaria, así como de la mano de obra, se realizó un diagrama de Ishikawa el cual describe las posibles fallas que existen para que el calor no se distribuya de forma uniforme, este diagrama se muestra en la figura 1.13.

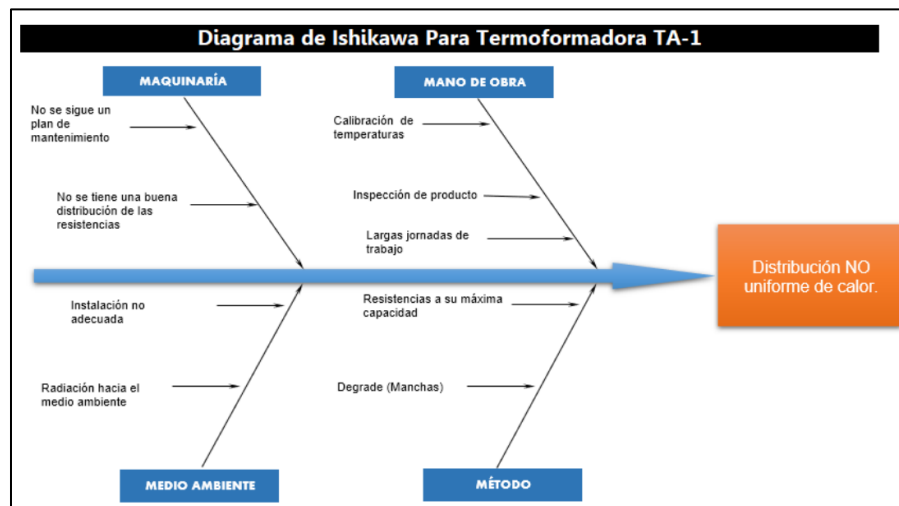


Figura 1.13. Diagrama de Ishikawa.

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo general.

Mejorar e implementar un diseño mecánico y eléctrico para el sistema de calefacción de la termoformadora TA-1, con relación a un diseño previo para obtener una distribución de calor acorde a un proceso de termoformado de la TA-1 para reducir el tiempo de calentamiento de la materia prima (película plástica) y así optimizar la productividad del proceso.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Implementar un nuevo material (acero inoxidable grado alimenticio) para trabajar con productos de grado alimenticios y farmacéuticos.
- Rediseñar el sistema neumático, eléctrico y de control de máquina, para obtener un mejor sistema de calefacción en el proceso de termoformado.

- Acondicionar 42 resistencias dentro del área de trabajo 1440x 620 mm.
- Reducir el tamaño de la estructura del cajón del horno.
- Rediseñar la organización de los elementos de control basados en un sistema centralizado en dos cuadros de control.
- Acondicionar las señales de control enviadas a las resistencias a lo largo del horno para mejorar el sistema de temperaturas en el proceso.
- Implementar un sistema de protección basado en fusibles para el cuidado individual de las resistencias.

1.4. Delimitación.

Termoformadora TA-1 ubicada en el área de producción, la cual será rediseñada mecánica y eléctricamente, para un proceso más óptimo y de mayor productividad.

1.5. Justificación.

Para calentar el material hasta alcanzar el estado de plasticidad necesario, por lo general, se emplean lámparas de radiación infrarroja o calentadores de resistencia. Puesto que los materiales termoplásticos son malos conductores de calor, al fabricar láminas de más de 6 mm de espesor, éstas se calientan simultáneamente por ambos lados con el fin de conseguir un calentamiento más rápido y uniforme y, por consiguiente, una mayor producción.

Cuando el calentamiento se realiza con calentadores de energía radiante, los extremos de la lámina se calientan más despacio que el centro, debido al calor que absorbe el medio ambiente. De aquí, que, para conseguir un calentamiento uniforme, la superficie del calentador debe superar el área de la lámina y colocarse lo más cerca posible de esta. Para un calentamiento unilateral de la lámina, se emplea el calentador desplazable. Mientras en un lado de la máquina se moldea y refrigera el artículo, en el otro se calienta el material.

Cuando se utilizan calentadores de resistencia se necesita tener un área más controlada (una distribución optima) para poder calentar el material de manera uniforme y así poder alcanzar el estado de plasticidad necesario para su formado.

Se tiene una máquina termoformadora de gran tamaño donde se posee un horno grande para piezas más grandes y de calibre más grueso, la cual no tiene un buen sistema de control de las zonas de calefacción, y debido a que los termoplásticos no son buenos conductores de calor, se mejorara los diagramas eléctricos relacionados al sistema de calefacción y al sistema de control para que se tenga un mejor orden en el cableado., una mejor distribución y localización de las conexiones neumáticas, válvulas, pistones, así como de mangueras.

1.6. Alcances y limitaciones.

1.6.1. Alcances.

En la implementación de diseño de la TA-1 se logra una mejor distribución de resistencias, incrementando una zona de precalentado dentro del área previa, se obtiene una mejor distribución térmica, se reduce la elongación del material, reduciendo el tiempo de formado, dando como resulta un menor cambio de resistencias y un incremento en la productividad del 50% en cada turno, mejorando los tiempos de entrega al cliente.

Se logra un mayor orden en las conexiones tanto neumáticas como eléctricas conllevando a un menor número de solicitudes de mantenimiento correctivo y un menor tiempo en la realización de ellos, se obtiene un mejor control en la distribución del calor en las zonas del horno aprovechado para la mejor realización de las piezas de termoformado y un menor costo debido a que se conecta la máquina a 380v y las resistencias se conectan en serie lo cual da una menor demanda de amperaje y brinda un mejor sistema de control debido a que se haría por medio de un HMI y un PLC para controlar el proceso en todo momento.

1.6.2. Limitaciones.

- Tiempo de espera en llegada de material debido a poca existencia de productos.
- Tiempo de planificación para la intervención de la máquina.
- Tiempo de espera de gestión del proyecto.

CAPÍTULO 2 . MARCO TEÓRICO.

2.1. Estado del arte.

2.1.1. Tipos de resistores.

Convencionalmente, se han dividido los componentes electrónicos en dos grandes grupos: componentes activos y componentes pasivos. Componentes pasivos son los resistores, capacitores, inductores, y activos son los transistores, válvulas termoiónicas, diodos, etc.

Por su composición, se puede distinguir varios tipos de resistores:

- De hilo bobinado (wirewound).
- Carbón prensado (carbón composition).
- Película de carbón (carbon film).
- Película óxido metálico (metal oxide film).
- Película metálica (metal film).
- Metal vidriado (metal glaze).

Por su modo de funcionamiento, se distinguen:

- Dependientes de la temperatura (PTC y NTC)
- Resistores variables, potenciómetros y reóstatos.

Resistor de hilo bobinado.

Fueron de los primeros tipos en fabricarse, y aún se utilizan cuando se requieren potencias algo elevadas de disipación. Están constituidos por un hilo conductor bobinado en forma de hélice o espiral (a modo de rosca de tornillo) sobre un sustrato cerámico.

Resistor de carbón prensado.

Estos fueron también de los primeros en fabricarse en los inicios de la electrónica. Están constituidos en su mayor parte por grafito en polvo, el cual se prensa hasta formar un tubo; Las patas de conexión se implementaban con hilo enrollado en los extremos del tubo de grafito, y posteriormente se mejoró el sistema mediante un tubo hueco cerámico.

Resistores de película de carbón.

Este tipo es utilizado para valores de hasta 2 watts. Se utiliza un tubo cerámico como sustrato sobre el que se deposita una película de carbón.

Resistores de película metálica.

Este tipo de resistor es el que mayoritariamente se fabrica hoy día, con unas características de ruido y estabilidad mejoradas con respecto a todas las anteriores. Tienen un coeficiente de temperatura muy pequeño, del orden de 50 ppm/°C (partes por millón y grado Centígrado). También soportan mejor el paso del tiempo, permaneciendo su valor en ohmios durante un mayor período de tiempo.

Resistores de película de óxido metálico.

Son muy similares a las de película de carbón en cuanto a su modo de fabricación, pero son más parecidas, eléctricamente hablando a las de película metálica. Se hacen igual que las de película de carbón, pero sustituyendo el carbón por una fina capa de óxido metálico (estaño o latón). Estos resistores son más costosos que los de película metálica, y no son muy habituales.

Mariano. (2011). Termoformado. México.

Resistores de metal vidriado.

Son similares a las de película metálica, pero sustituyendo la película metálica por otra compuesta por vidrio con polvo metálico. Como principal característica cabe destacar su mejor comportamiento ante sobrecargas de corriente, que puede soportar mejor por su inercia térmica que le confiere el vidrio que contiene su composición.

2.1.2. Aceros inoxidable.

Los aceros inoxidables son aleaciones a base de hierro, con bajo contenido de carbono y un mínimo de 11% de cromo. La mayoría de los grados comerciales contiene al menos 11% de cromo y hasta 0.8% de carbono. Algunos grados contienen níquel como segundo elemento de aleación. Cuando el contenido total de la aleación excede aproximadamente el 50%, la designación “resistente al calor” es más aplicable que inoxidable.

Su principal característica es su alta resistencia a la corrosión. Esta resistencia es debido a la formación espontánea de una capa de óxido de cromo en la superficie del acero. Aunque es extremadamente fina, esta película invisible está firmemente adherida al metal y es extremadamente protectora en una amplia gama de medios corrosivos.

2.2. Bases teóricas.

El termoformado es un proceso de gran rendimiento para la realización de productos de plástico a partir de láminas semielaboradas, que hallan numerosos campos de aplicación, desde el envase a piezas para electrodomésticos y área automotriz, el cual es un proceso de transformación secundario, en el cual una lámina de material termoplástico se moldea por la acción de temperatura y presión. La temperatura ayuda a reblandecer la lámina y por medio de moldes y la intervención de vacío o presión, se adquiere la forma final.

El moldeo en caliente comprende varios métodos, todos ellos basados en el calentamiento del material termoplástico y su moldeo posterior por vacío, soplado, o mecánico, ofreciendo diversas combinaciones entre los métodos indicados.

Su gran aplicación se debe a que la maquinaria para el moldeo por vacío, soplado y mecánico es sencilla, compacta y económica. La fabricación de los moldes para el moldeo por vacío es sencilla y resulta barata, sobre todo en la fabricación de artículos grandes, de reducido espesor de pared y de configuración compleja

Mauricio Ibarra Echeverria, E. N. (2010). Materiales. Chile: 2M Impresores Ltda.

2.2.1. Procedimiento y tipos de moldeo.

Moldeo en negativo

El moldeo se inicia con el calentamiento de la plancha de material termoplástico. Una vez la plancha ha adquirido la temperatura necesaria, se ciñe al molde mediante la aplicación de vacío. Durante todo el proceso, la plancha queda fuertemente por todo su perímetro mediante unas mordazas. El vacío se aplica por medio de una bomba a través de los canales del molde. En la figura 2.1 se muestra un esquema referente al proceso de moldeo en negativo.

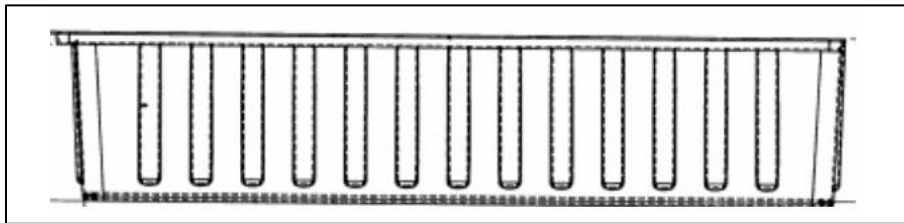


Figura 2.1. Esquema de moldeo en negativo.

Moldeo en positivo

En este caso, una vez la plancha se encuentra a la temperatura óptima, se produce un desplazamiento vertical del molde y el artículo queda parcialmente modelado. A continuación, y

mientras el material todavía no ha endurecido, el molde comunica con el conducto de vacío modelando definitivamente el artículo. Ejemplo de moldeo en positivo se muestra en la figura 2.2



Figura 2.2. Esquema de moldeo en positivo.

Moldeo por estampado

Cuando se desea obtener artículos de configuración compleja, la plancha de material termoplástico se puede moldear por estampado, utilizando un molde de dos mitades: una fija y otra móvil. Cuando la plancha se encuentra a la temperatura idónea, es normalmente la mitad superior la que descende y presiona el material contra la mitad inferior. El material endurece en el interior de los dos contra moldes. Ejemplo de este se observa en la figura 2.3.



Figura 2.3. Moldeo por estampado.

2.2.2 Tipos de máquinas del termoformado.

Las máquinas de moldeo por vacío se clasifican según la clase, espesor y superficie del material a moldear, por su funcionamiento (periódico o continuo), grado de universalidad y clase de mando (automático, semiautomático y a mano). Pueden ser de una o varias posiciones, tipo revólver y rotatorias. Estas dos últimas, si son de tambor, se utilizan comúnmente para moldear materiales termoplásticos suministrados en rollo.

Máquina con horno para el calentamiento

Las primeras máquinas que salieron al mercado no incorporaban sistemas de calentamiento para las planchas. La máquina consistía básicamente en un sistema y otro para la fijación del molde y la plancha. Un sensor indicaba las embuticiones se habían llevado a cabo satisfactoriamente. Por último, unos ventiladores se encargaban de refrigerar la pieza termoformada.

Era necesario por lo tanto calentar previamente la plancha antes de introducirla en la máquina. Este calentamiento se llevaba a cabo mediante unos hornos que se situaban junto a las máquinas. En estos hornos el calentamiento se efectúa por convección de aire caliente.

Las temperaturas que se deben alcanzar oscilan entre los 160-180 °C, por lo que los tiempos de calentamiento eran largos. Además de que el tiempo de ciclo era excesivamente largo, cosa que repercutía en una cadencia de fabricación de piezas baja, esta máquina también originaba que hubiera operarios parados durante mucho tiempo, debido a los tiempos muertos que generaba.

Máquina con resistencias calefactores y de carga manual

Dos superficies con resistencias se encargan de calentar la plancha por ambos lados. El proceso se inicia con la carga manual de la máquina por parte de dos operarios. Un marco desciende y aprisiona el perímetro de la plancha contra el marco. A continuación, el calefactor

superior, que se encontraba en una posición posterior para permitir la carga de la plancha, se desplaza sobre ésta. Es en este momento cuando se inicia el ciclo de calentamiento. El operario puede consultar la temperatura a la que se encuentra la plancha en los controles de la máquina. Este valor se obtiene mediante un pirómetro que mide la temperatura en el centro. En base a su experiencia, el operario finaliza el ciclo de calentamiento cuando se alcanza la temperatura óptima.

A continuación, un marco aprisiona la placa en todo el perímetro, y el operario inicia el globo manualmente. Esta operación consiste en insuflar aire a presión en el compartimiento creado entre el molde y la plancha, de tal manera que esta última se infla. Después, el molde asciende, y se inicia el moldeo del artículo, que concluye con la aplicación de vacío a través de los canales del molde. Se aplica vacío durante varios segundos, y se inicia la refrigeración del artículo. Finalmente, se insufla aire a presión durante un instante para despegar la pieza del molde, y se retira manualmente.

El calentamiento en estas máquinas se efectúa mediante resistencias infrarrojas. Cada superficie calefactora está dividida en varias resistencias, que se pueden graduar en intensidad. De esta manera podemos calentar la plancha por sectores, aportando más temperatura en aquellas zonas donde sea necesario debido a la geometría del artículo a termoformar. Esta configuración se puede llevar a cabo en la pantalla de controles de la máquina. Esta máquina tiene la ventaja principal respecto a la anterior en el sistema de calentamiento integrado de la plancha.

González Palacio, Fenech J. L. (2015). Termoformados, dispositivos de desmolde. Estados Unidos.

Máquina termoformadora automática

Con la finalidad de aumentar la cadencia de fabricación de piezas y reducir el personal necesario, aumentando así la efectividad, aparecieron las máquinas automáticas. En este caso, únicamente es necesario introducir los parámetros de trabajo y a continuación la máquina trabaja sola.

La principal novedad respecto a la versión anterior es la incorporación de un alimentador automático que sustituye a los dos operarios que deberían cargar manualmente la plancha. Se introduce el pallet con las planchas en el interior del alimentador, y dos centradores se encargan de posicionarla correctamente. A continuación, un brazo con ventosa coge la primera plancha del alimentador y la coloca sobre el marco de la máquina de termoformar. En la figura 2.4 se muestra un ejemplo de una termoformadora automática.



Figura 2.4. Máquina termoformadora automática.

2.3. Definición de términos básicos.

Tiempo de calefacción. Tiempo que dura el ciclo de calefacción, desde que los calefactores cubren la plancha hasta que se retiran

Temperatura de pirómetro. Temperatura máxima que alcanzará la plancha, medida en el centro de esta. Cuando se alcance esta temperatura, finalizará el ciclo de calentamiento y los calefactores se retirarán

Tiempo máximo de calentamiento. Es otro parámetro que nos permite definir el fin del ciclo de calentamiento. Se puede utilizar en lugar del parámetro Temperatura de pirómetro

Tiempo de estiraje. Tiempo durante el cual se infla la plancha mediante la inyección de aire, generándose el globo

Tiempo subida molde. Tiempo desde que se retira el calefactor y se inicia el globo hasta que empieza a subir el molde

Tiempo previo de bacón. Tiempo desde que el molde está en el extremo superior del recorrido hasta que se inicia el vacío

Tiempo de vacío. Duración del periodo durante el que se aplica vacío al artículo a través de los canales del molde

Tiempo previo de refrigeración. Tiempo desde que se inicia el vacío hasta que saltan los ventiladores

Tiempo de refrigeración. Tiempo durante el cual los ventiladores permanecen encendidos y enviando chorros de aire sobre el artículo

Tiempo de pulverización. Tiempo desde que se empieza a ventilar hasta que se inicia la pulverización de agua

Tiempo de separación. Tiempo que transcurre desde que finaliza el ciclo de refrigeración hasta que se insufla aire para despegar la pieza del molde.

Termodinámica. Se encarga de la relación entre el calor y el trabajo

Temperatura. Es una magnitud física que refleja la cantidad de calor, ya sea de un cuerpo, de un objeto o del ambiente.

Calor. Se manifiesta por un aumento de temperatura y procede de la transformación de otras energías.

González Palacio, Fenech J. L. (2015). Termoformados, dispositivos de desmolde. Estados Unidos.

CAPÍTULO 3 . DESARROLLO DEL PROYECTO.

3.1 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

En este capítulo se abarca la importancia del diseño del horno con relación a una base de enfriamiento previa, para poder optimizar al máximo las condiciones del horno y el área de trabajo, distribuyendo de manera más adecuada 42 resistencias. También se considera la instalación de tierra física para la protección de la máquina y operador, al contemplar esta protección se reduce el riesgo a posibles cortos circuitos y descargas eléctricas.

La realización del diseño del sistema neumático, así como su implementación en la máquina, el diseño eléctrico de la parte de calefacción y del sistema de control mediante programación en PLC, tanto su lógica como su funcionamiento, la instalación eléctrica al tablero eléctrico principal.

3.1.1. Diseño del horno.

Para el diseño del horno se consideraron los siguientes factores:

- Área limitada a 1440mm X 620 mm (Siendo el rectángulo propuesto en la vista isométrica del diseño en la figura 3.1, las medidas se consideran desde el exterior).
- Distribución de 42 resistencias en total (35 Infrarrojas Elstein 230v 1000w 60mm X 245mm y 7 de 230V 500w 60mm X 60mm)
- Acondicionar pestañas a 90° de una pulgada de largo para colocar una placa de enfriamiento.
- El calibre de la lámina fue un factor importante para el diseño, se propone un calibre 10.
- Colocación de las resistencias a partir de la pulgada que se dejó para la pestaña a 90°.

- Usar tornillos de un cuarto de pulgada cabeza plana, para ahorrar espacio debido a la sujeción.
- Separación de tornillos (Parte frontal y trasera) a 90 y 100 mm entre centro y centro del barreno, para un agarre uniforme de las placas según corresponda.

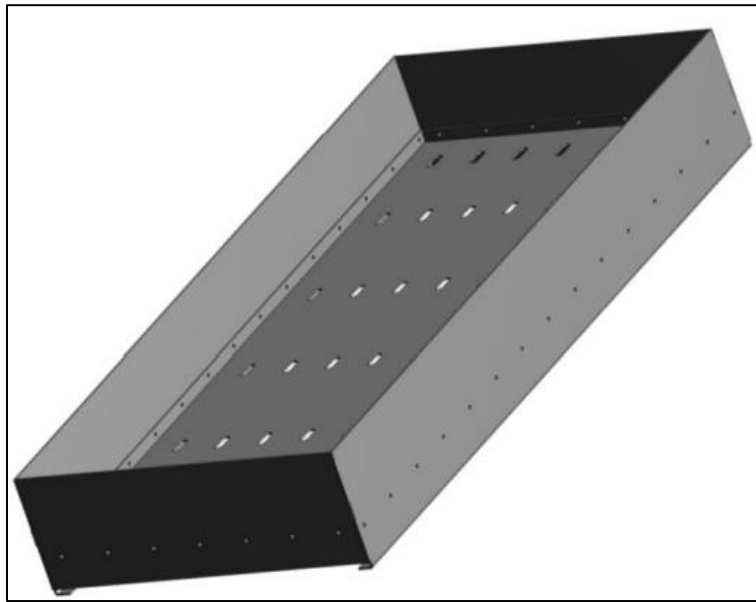


Figura 3.1. Vista 3D del horno.

El horno previo contaba con 24 resistencias infrarrojas Elstein 230v 1000w 60mm X 245mm, lo que se logró con el nuevo diseño fue acondicionar 42 resistencias respetando los límites y tolerancias para poder tener un área de trabajo más amplio y sin calentar de más la materia prima. El plano de estas resistencias se muestra en la figura 3.2.

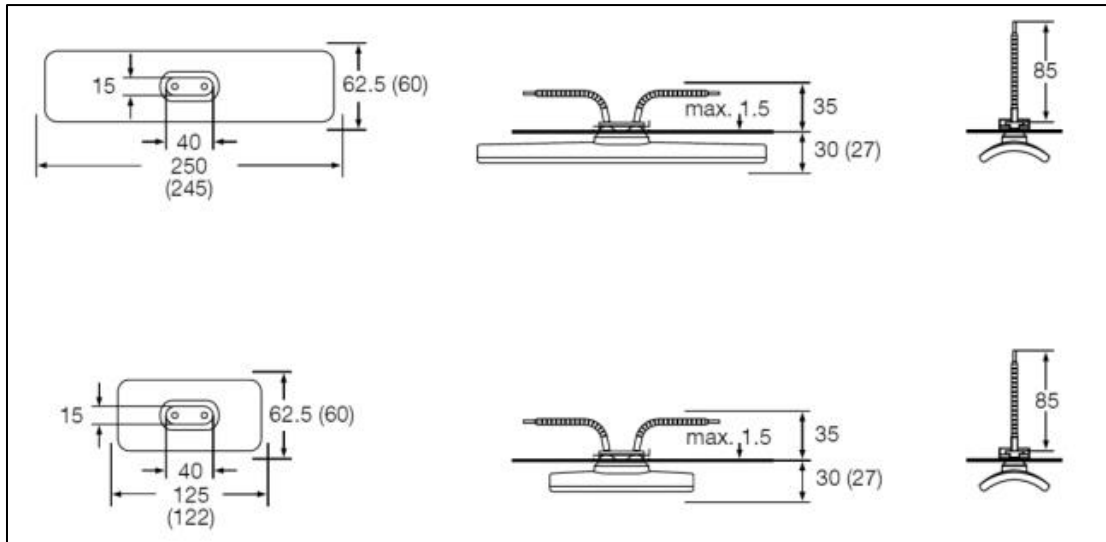


Figura 3.2. Resistencias Infrarrojas Elstein 230v 1000w 60mm X 245mm y 230V 500w 60mm X 60mm.

Plano 1

En la figura 3.3 se muestra la distribución de las resistencias desde la vista superior (Todos los planos son propiedad de INNOVET).

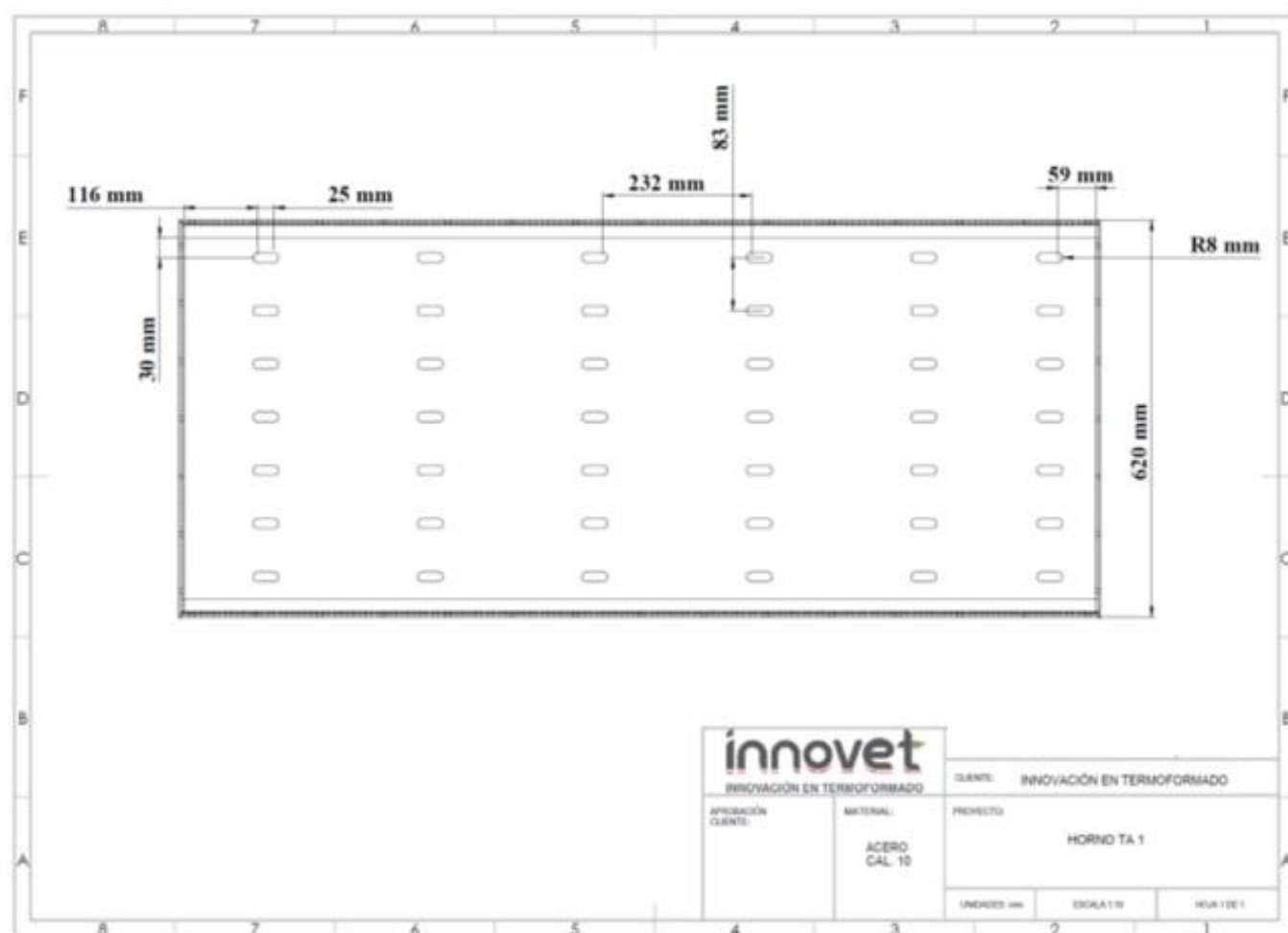


Figura 3.3. Plano 1.

Plano 2

La figura 3.4 muestra el lado derecho e izquierdo del horno con 15 barrenos de un cuarto de pulgada (6.35 mm) los barrenos comienzan a partir de 73 mm de la base del rectángulo y con una separación de 28 mm.

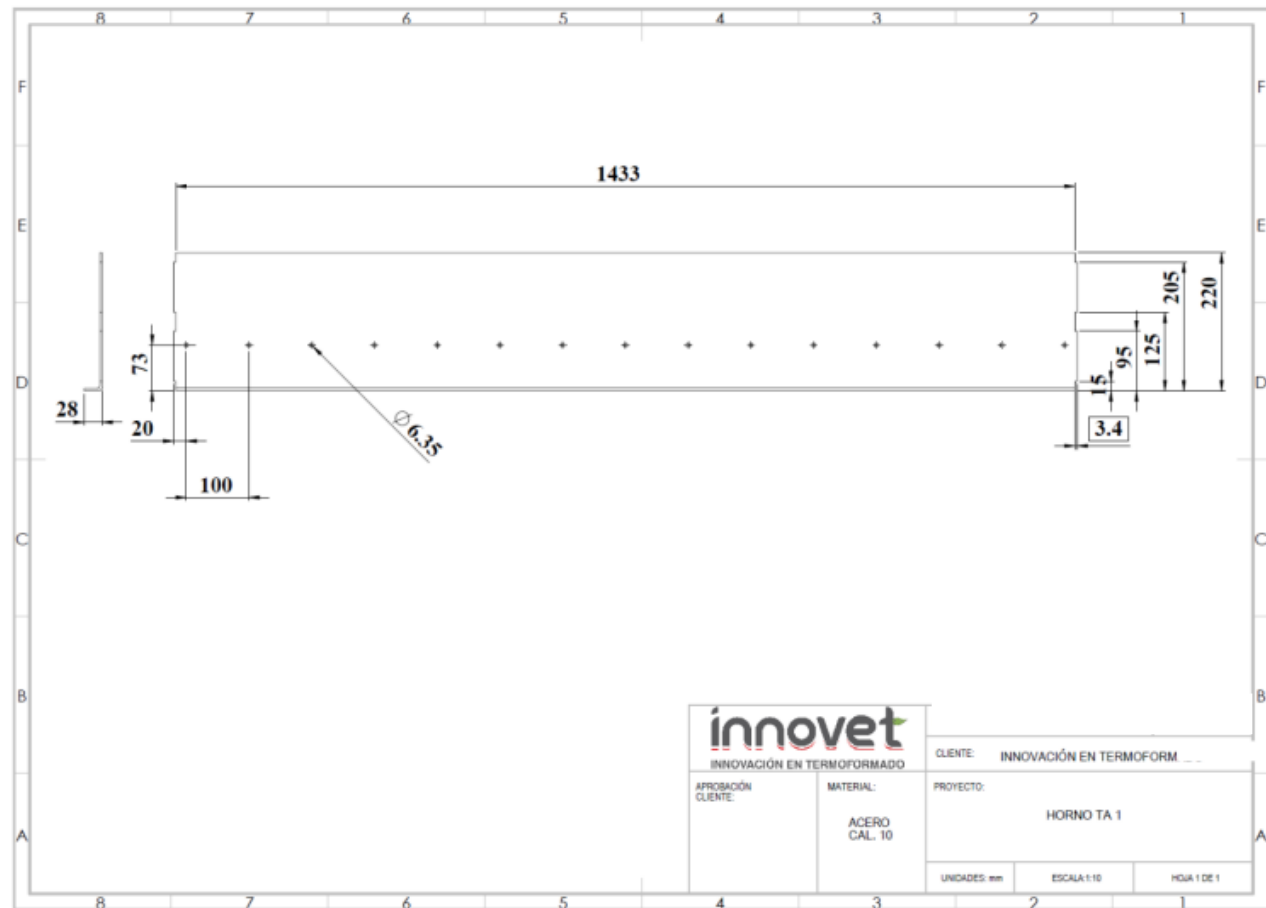


Figura 3.4. Plano 2.

Plano 3

Vista frontal y trasera del horno mostrada en la figura 3.5 con 7 barrenos de un cuarto de pulgada (6.35 mm) de extremo a extremo se consideran 620 mm por una altura de 220 mm.

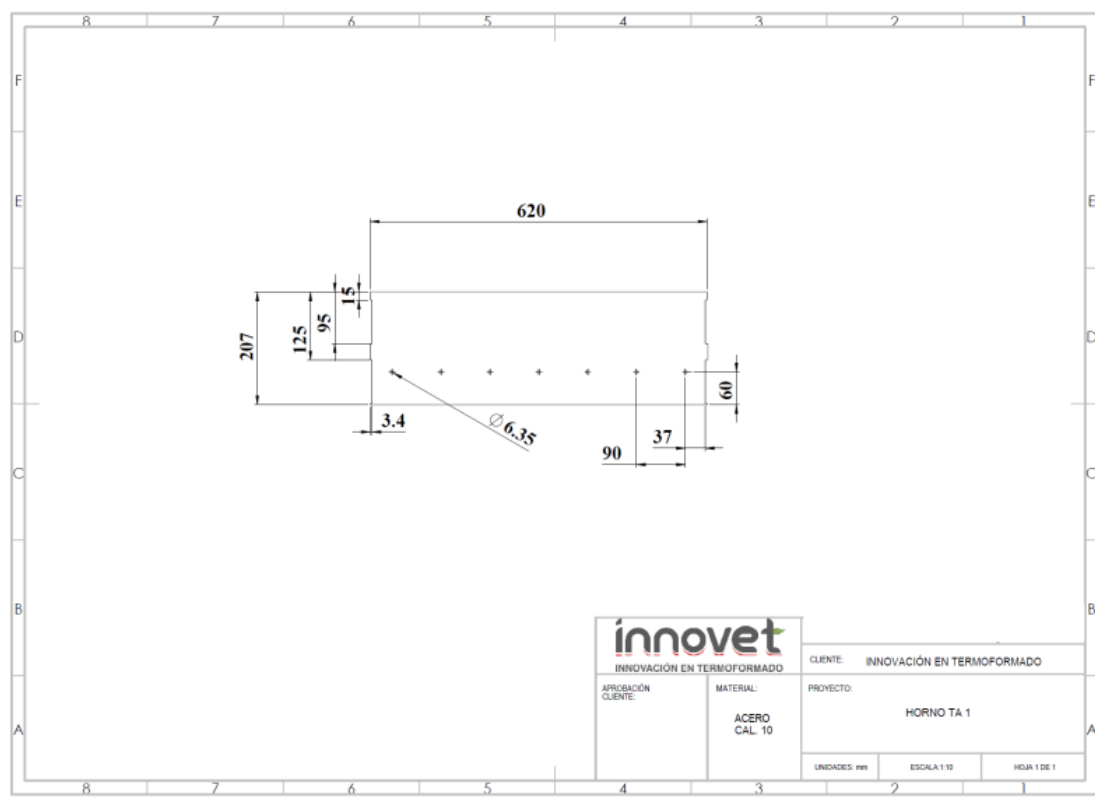


Figura 3.5. Plano 3.

3.1.2. Barrenado del horno.

Desarrollo de los barrenos para la colocación de las resistencias

Un factor importante es considerar que se trabajará con dos resistencias (una de 230v 1000w 245 x 60 mm y otra de 230V 500w 60 X 60 mm) para el diseño y distribución las resistencias.

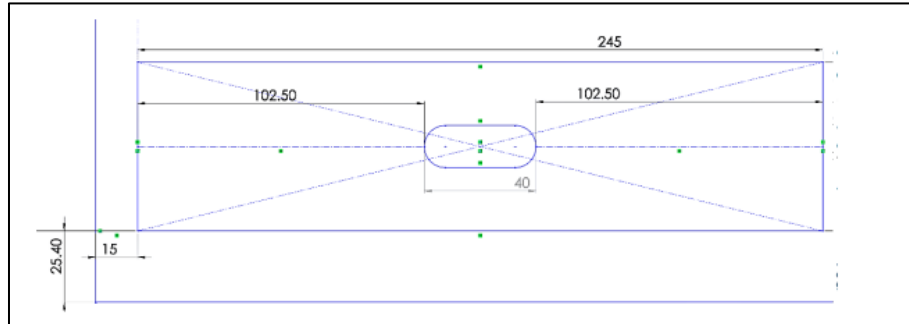


Figura 3.6. Primera fase para la distribución de las resistencias.

Las consideraciones para los barrenos y el área de trabajo de la resistencia se calculan a partir de su hoja técnica. Estas consideraciones se observan en las figuras 3.6 y 3.7

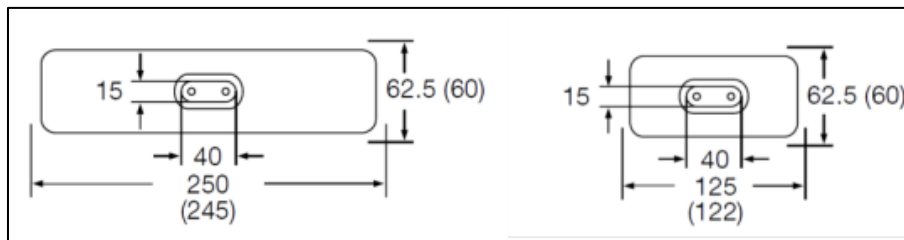


Figura 3.7. Dimensiones de las resistencias.

Segunda fase para la elaboración de los barrenos.

El centrado de barrenado se realiza con las separaciones adecuadas como se muestra en la figura 3.8

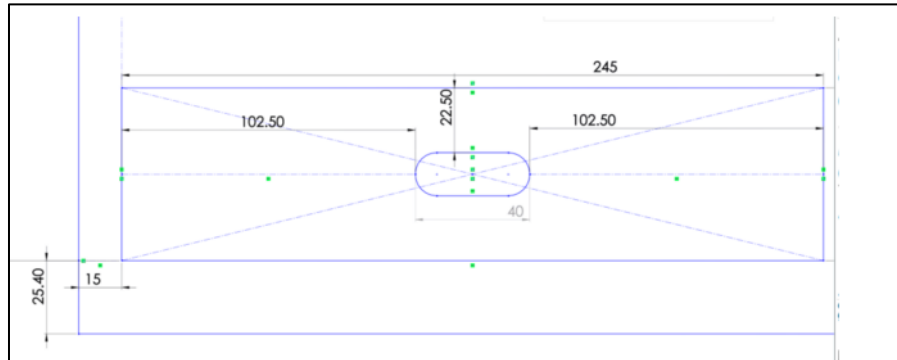


Figura 3.8. Centrado de barreno en un área de 245mm X 60 mm por una separación de 25.40mm X 15 mm.

Durante el segundo proceso para la distribución y centrado del barreno, se considera un rectángulo de 245 mm x 60 mm, comenzando del centro (el rectángulo tiene su centro el cual se aprovecha para partir de ese origen y hacer el barreno de 40 mm), una vez que se tiene centrado el barreno se procede a borrar todo el rectángulo y las líneas constructivas (solo se utilizaron para centrar el barreno) quedando únicamente los barrenos distribuidos, como se muestra en la figura 3.9

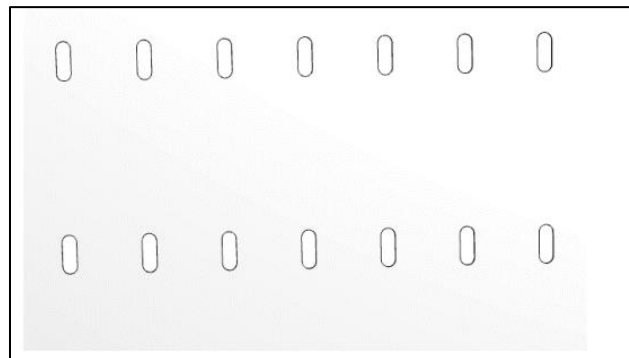


Figura 3.9. Barrenos finalmente terminados, 7 barrenos para las resistencias de 245 mm x 60 mm.

Barreno para resistencias de 125 mm x 60 mm

El procedimiento para la elaboración del siguiente barreno considerando las medidas de 125 mm X 60 mm es prácticamente el mismo, pero con un rectángulo de las medidas antes mencionadas, una vez completado el barreno se procede a eliminar las líneas excedentes, como se muestra en la figura 3.10

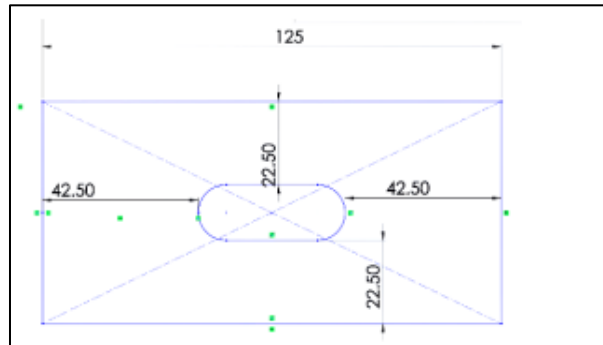


Figura 3.10. Distribución de los barrenos considerando las dos medidas de las resistencias.

Vista 3D de la base para las resistencias.

En la figura 3.11 se muestra la distribución de los barrenos en la base que conectarán a las resistencias, éstas estarán divididas en segmentos que contendrán 7 resistencias cada segmento.

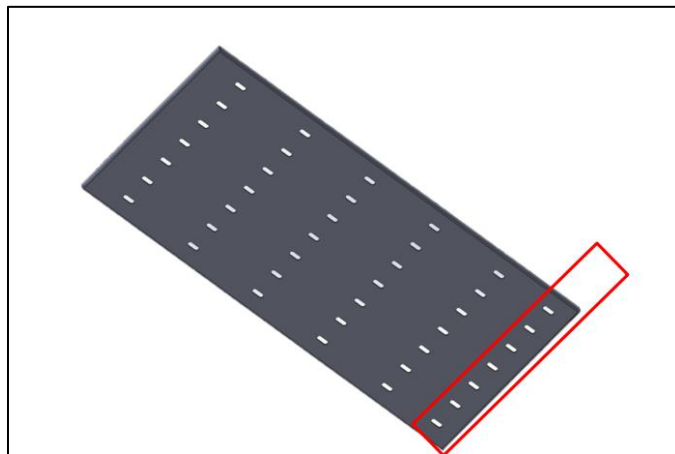


Figura 3.11. Distribución acepta 42 resistencias (35 de 245mm X 60 mm y 7 de 125mm X 60 mm) el rectángulo rojo indica distribución de solo 7 resistencias.

La parte señalada en un rectángulo rojo en la indica donde van colocadas las resistencias de 125 mm X 60 mm, siendo esta la parte posterior del horno, también conocida como área de precalentamiento de materia prima.

3.1.3. Instalación de tierra física.

Instalación de tierra física para máquina Termoformadora TA-1.

Una de las principales razones para colocar la instalación de tierra física es prevenir paros inesperados de la maquinaria por alguna descarga eléctrica no deseada. Un paro de la máquina representa un costo elevado y pérdidas para la empresa, así también como los daños al personal que se encuentra cerca de ella. En este apartado se hace un énfasis de los daños materiales (máquina termoformadora en el área de resistencias y el panel de control) ya que el proyecto consiste en la mejora del sistema de calefacción del horno y es de suma importancia empezar a proteger a la máquina para reducir un posible corto en todo el sistema.

En la figura 3.12 se observa la termoformadora TA-1 desde su vista superior



Figura 3.12. Máquina termoformadora TA-1 vista superior.

Tabla 3.1. Lista de materiales para instalación de tierra física a termoformadora TA-1.

	REQUISICIÓN MATERIALES INDIRECTOS		
	25/11/2022	DEPARTAMENTO:	PROYECTOS
FECHA DESEADA	28/11/2022	SOLICITANTE:	OSVALDO CABRERA RIOS
		FOLIO:	
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN/CARACTERÍSTICAS	
2	PIEZAS	Varilla de cobre de 1/2 pulgada de diámetro y 1.20 metros de largo	
30	PIEZAS	Terminal zapata L de cobre cal 8 1/0 AWG	
3	PIEZAS	Abrazadera para varilla de cobre de WB58 1/0	
25	METROS	Cable calibre 12 sin aislante (cable desnudo)	
15	METROS	Cable calibre 1/0 sin aislante (cable desnudo)	
15	METROS	Cable calibre 2 sin aislante (cable desnudo)	
30	METROS	Guía de fleje de acero	
1	LITROS	Desengrasante	

Limpieza de canaleta para colocación del cable.

Antes de colocar el cable para tierra física se limpiaron las canaletas con desengrasante y aislante, para tener un trabajo de mayor limpieza y calidad, como se muestra en la figura 3.13.

Dentro de estas canaletas existen tres líneas de conductores para la alimentación eléctrica de la máquina termoformadora, las cuales se sujetan con cinchos de plástico para mantener una organización adecuada.



Figura 3.13. Canaleta y desengrasante.

En la figura 3.14, se observa la distribución de los cables agrupados y sujetos a la canaleta, en la parte lateral derecha se aprecia el cable de tierra, el cual irá conectado al tablero principal.

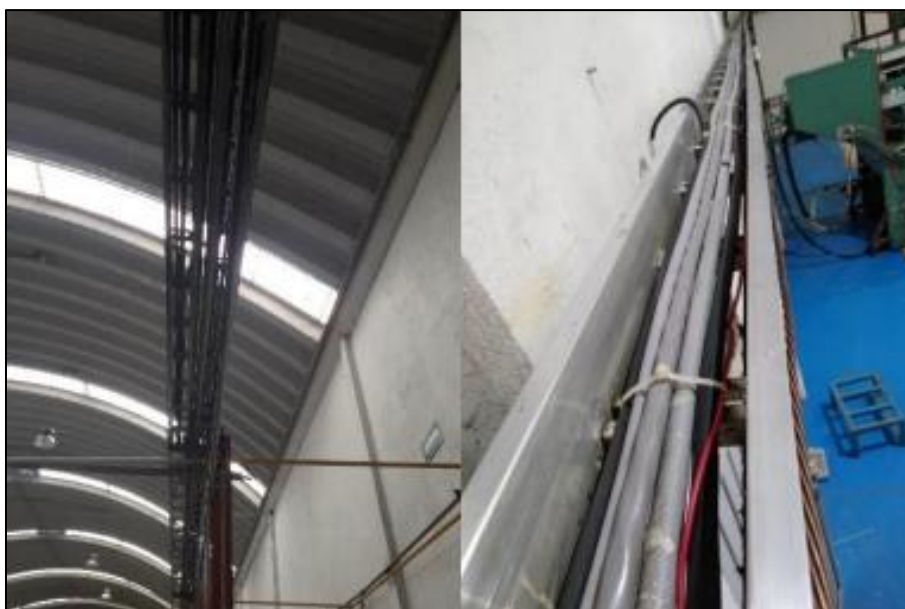


Figura 3.14. Canaletas con líneas para termoformadora y tierra física a lado derecho de la misma.

Una de las complicaciones que se presenta durante la colocación del cableado fue que los tubos que llevan las tres líneas no tienen espacio suficiente para la tierra, para solucionar el problema se reemplazó por un tubo de mayor diámetro (pulgada y media) el cual proporcionó la misma empresa, como se observa en la figura 3.15 y 3.16



Figura 3.15. Colocación de cableado a canaletas y tubo.



Figura 3.16. Cableado de tierra física.

El cable de tierra física llega al tablero en la esquina superior del panel de control para luego ser conectado, con una terminal para colocarlo a la carcasa de la máquina como se muestra en la figura 3.17, considerando la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones eléctricas.

Los sistemas eléctricos que son puestos a tierra se deben conectar de manera que limiten la tensión impuesta por descargas atmosféricas, sobretensiones en la línea o contacto no intencional con líneas de tensión mayor, que descarguen la tensión a tierra durante la operación anormal.



Figura 3.17. Tierra física dentro del tubo que llega en la parte superior del tablero.

3.1.4. Métodos permitidos.

Los conductores de puesta a tierra, los conductores del electrodo de puesta a tierra y los puentes de unión se deben conectar mediante uno de los siguientes medios:

- Conectores a presión.
- Barras terminales.
- Conectores a presión aprobados para puesta a tierra de equipos y para unión.
- Procesos de soldadura exotérmica.
- Abrazaderas tipo tornillo que enrosquen por lo menos dos hilos o que se aseguren con una tuerca.
- Conexiones que son parte de un ensamble.
- Otros medios aprobados.

3.1.5. Colocación de riel trifásico.

Se colocó un repartidor riel trifásico 4P 125A 8 Módulos 15 Conexiones Legrand 04888 el cual es el encargado de recibir las tres líneas y posteriormente repartirlas, esto se observa en la figura 3.18.

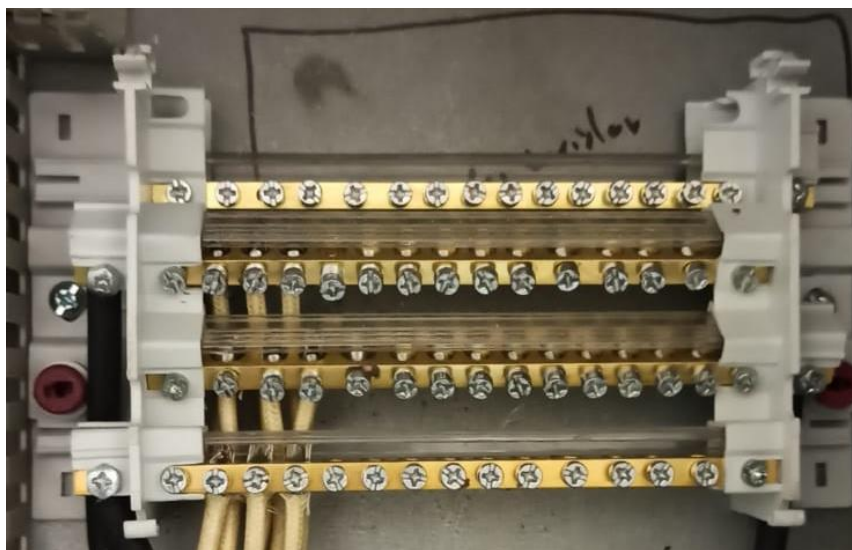


Figura 3.18. Repartidor riel trifásico 4P 125A 8 Módulos 15 Conexiones Legrand 04888.

3.1.6. Conexión de transformador dentro de maquina termoformadora TA-1.

Se realizaron 4 barrenos en la parte inferior derecha del tablero eléctrico, así como el machueado y se colocó el transformador de línea, el cual permite tener una corriente de 380 volts a la entrada del embobinado primario y obteniendo a la salida del embobinado secundario 3 diferentes corrientes las cuales son 220, 120 y 24 volts, de las cuales utilizaremos la corriente de 120 para la alimentación del PLC y para los ventiladores. El transformador colocado se muestra en la figura 3.19

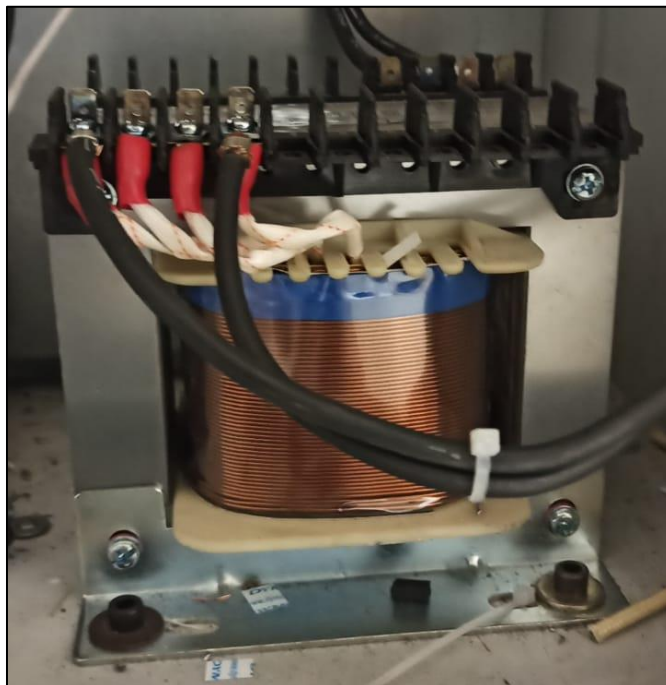


Figura 3.19. Transformador SC´L capacidad 750VA.

3.1.7. Mantenimiento a cableado estructurado en tablero principal.

Se considera la norma ANSI TIA 568C1 la cual, enuncian las prácticas más importantes que NO se deben hacer, las cuales son:

1. Estrangular los cables con amarras plásticas, figura 24 en círculos rojos.
2. Pelar la chaqueta plástica y desproteger el cable o Patch Cord.
3. Destrenzar los pares de cables demasiado para el ponchado del Jack.

4. Dobles del cable o Patch Cord, fuera de radio máximo de curvatura de 10 veces el diámetro del cable.
5. Agrupar cables eléctricos de poder cerca o menos de 5 cm o sin dieléctrico (Plástico, o Madera) de separación con respecto a los cables de cobre.

Se debe garantizar que en las terminaciones de rejillas o ductos no haya dobleces o corte de lámina que puedan cortar el cable o maltratarlo. Una vez considerado todo lo anterior se procede a acomodar todos cables en el centro de cargas como se muestra en la figura 3.20.

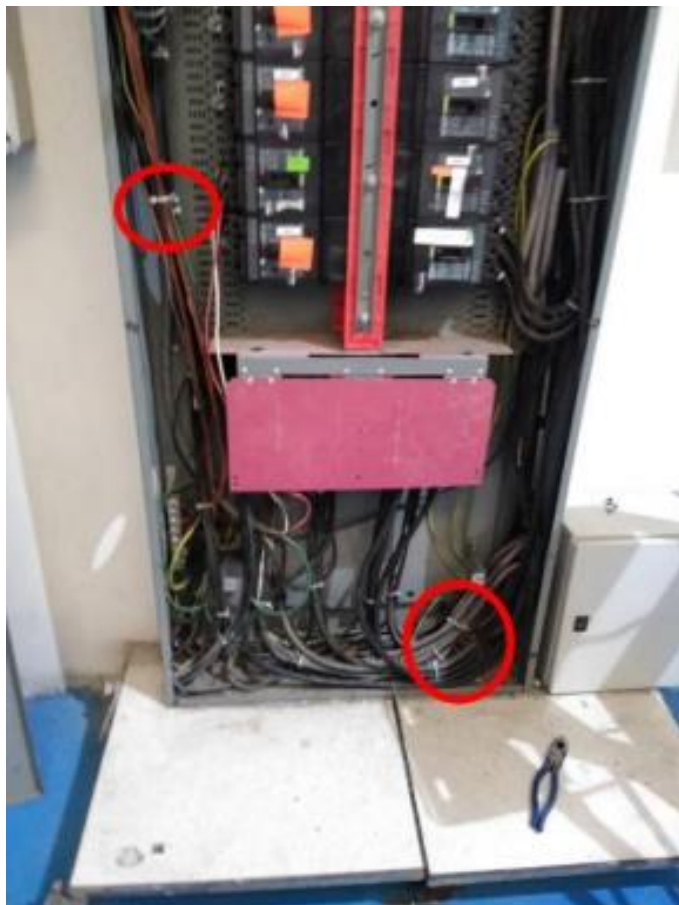


Figura 3.20. Tablero principal desordenado.

Después de 24 horas de trabajo continuo y toda la planta inactiva se terminó del proceso de cableado estructurado, para no afectar la productividad se programó esta actividad en un día en que le dieron mantenimiento a las otras máquinas; también el planchado de los cables en las

canaletas y la instalación de la tierra física se programó en días que no afectara a la producción. En la figura 3.21 se aprecian los cables para la tierra física con sus amarras plásticas correspondientes.

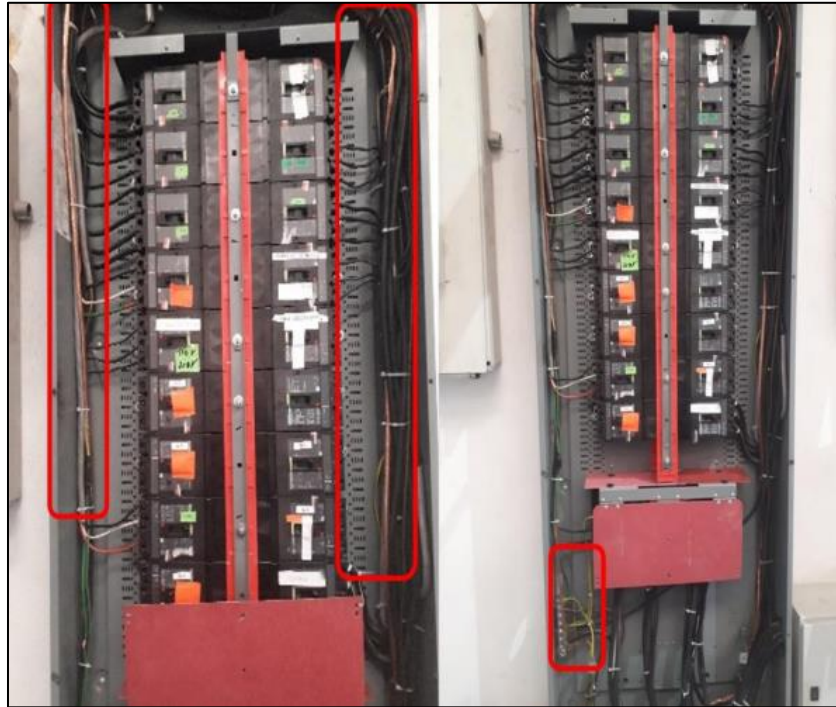


Figura 3.21. Vista interna de tablero principal con su respectivo mantenimiento de cableado estructural.

3.1.8. Control de temperaturas.

El control de temperatura se llevó a cabo con el dispositivo “controlador de temperatura-TC4S-14R, PID, DIN 48x48, Alarma 1, relevador, salida SSRP, 100 a 240 VCA” para cada zona del horno que cuenta con 14 zonas con un total de 42 resistencias.

El tablero de control de temperaturas se observa en la figura 3.22, en el cual se desarrollará el cableado de cada controlador. El controlador a utilizar se observa en la figura 3.23



Figura 3.22. Tablero de control de temperaturas.

Para el controlador se usó un termopar JK para cada zona dando un control más amplio y a la vez individual del precalentamiento, este último no se tenía en cuenta en el diseño previo, por lo cual se brinda más calidad al producto terminado con el diseño nuevo.



Figura 3.23. Controlador de temperatura-TC4S-14R, PID, DIN 48x48, Alarma 1, relevador, salida SSRP, 100 a 240 VCA

3.1.9. Sistema de control.

En la figura 3.24 tomada del panel de control de la maquina TA-1 se puede observar que no cuenta con un sistema aterrizado a tierra y todo el cableado esta desordenado, para mejorar el sistema de calefacción de la termoformadora se procede a recablear todas las conexiones y a quitar los cables que no estén en operación, trayendo la tierra física desde el tablero principal.

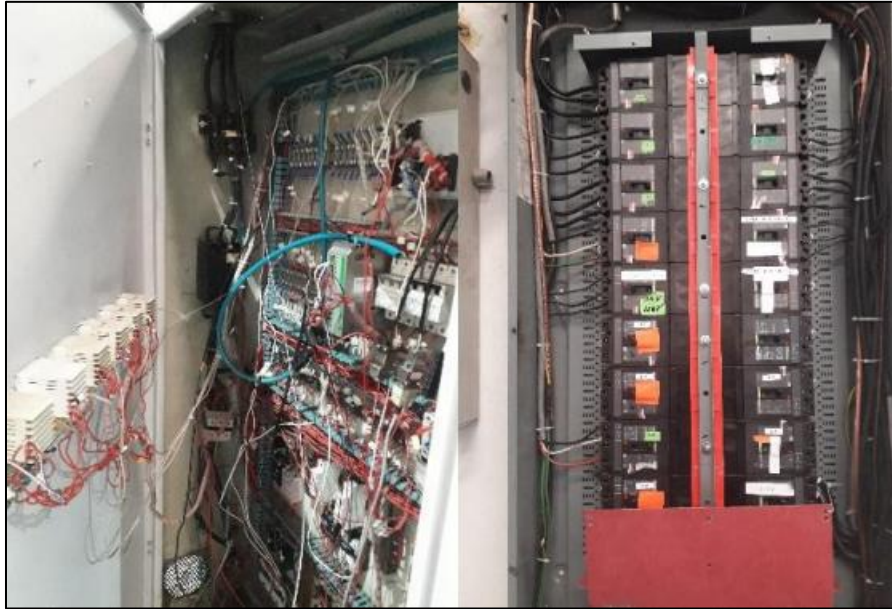


Figura 3.24. Panel de control sin tierra física, se traerá desde el tablero principal, la cual ya cuenta con tierra física.

Durante la calibración de las resistencias se encontró el tablero de control en un estado muy desordenado generando un problema de posibles cortos y una resistencia mayor a la deseada por el exceso de cable, debido a que no se consideró el factor de agrupamiento.

El ajuste de cableado quedó como se ve en la figura 3.25, se colocó todo el cableado por las canaletas, el trabajo se realizó en los tiempos de paro de la máquina.



Figura 3.25. Cableado ajustado a la canaleta.

Se remplazó el interruptor termomagnético por un interruptor tipo selector, como se observa en la figura 3.26.

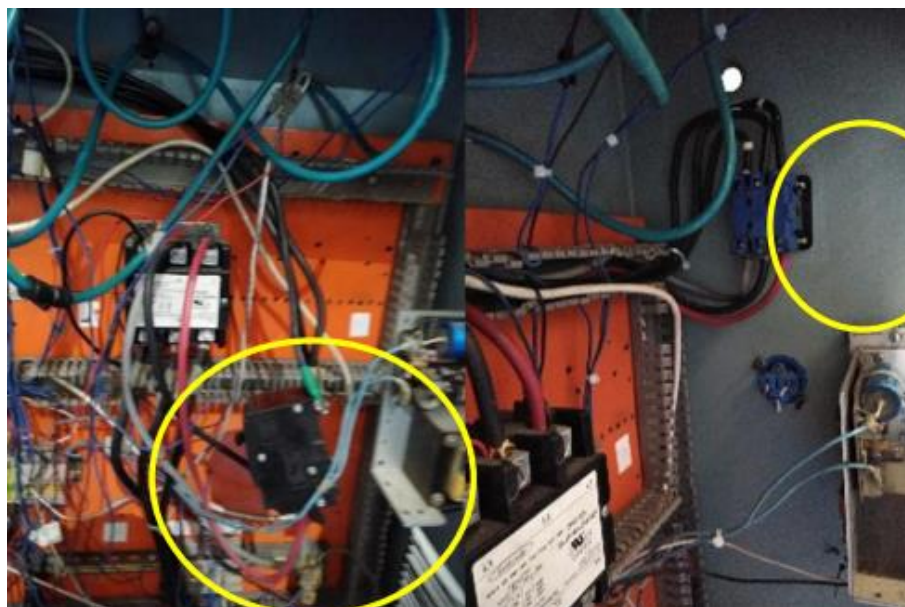


Figura 3.26. Antes y después de colocar el interruptor tipo selector.

Se conectaron los controladores a un voltaje de 24 en corriente continua como se ve en la figura 3.27 con un cable de calibre 18 donde se utilizó el cable de color negro como polo negativo y el cable blanco como polo positivo, se conectaron los controladores siguiendo el diagrama ya diseñado, donde se puentearon los controladores cada uno para que se realizara una conexión en paralelo y tener un voltaje de 24 volts en todos los controladores.

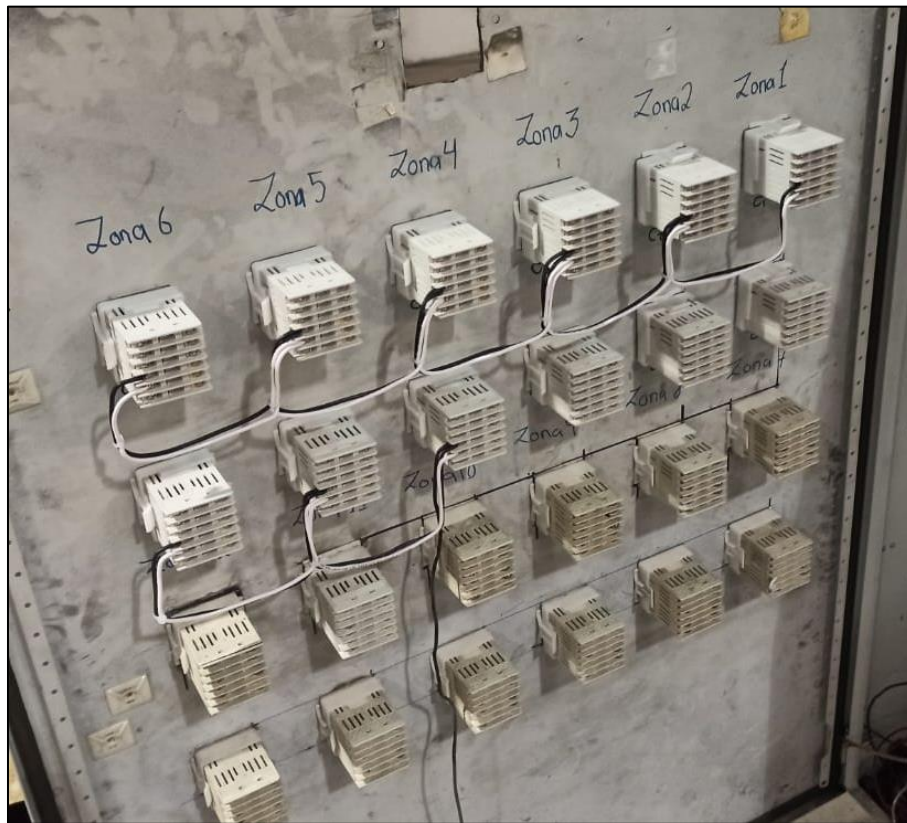


Figura 3.27. Cableado de controladores.

Se conecto los cables de termopar de cada resistencia en un controlador conectados todos los cables de termopar y de voltaje se colocaron amarras plásticas para tener un orden en los cables.

Tabla 3.2 Tabla de costos para la instalación del sistema de calefacción.

	REQUISICIÓN MATERIALES INDIRECTOS		
	25/11/2022	DEPARTAMENTO:	PROYECTOS
FECHA DESEADA:	28/11/2022	SOLICITANTE:	OSVALDO CABRERA
		FOLIO:	
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN/CARACTERÍSTICAS	
13	PIEZAS	Resistencia Infrarroja Elstein FRS 1000w 230v 60mm X 240mm	
6	PIEZAS	Resistencia Infrarroja Elstein FSR/2 230v 500w 60mm X 120mm	
1	PIEZAS	Resistencia Infrarroja Elstein T-FSR/2 230v 500w 60mm X 120mm	
6	PIEZAS	Relé de estado sólido Industrial Led y variador incorporado RM1A23A50	
38	PIEZAS	Porta fusible unipolar RT18-32X Unipolar 10x38mm 32A 690 V	
14	PIEZAS	Controlador de Temperatura-TC4S-14R , PID, DIN 48x48, Alarma 1, Relevador, Salida SSRP, 100 a 240 Vca	
1	PIEZAS	Repartidor riel trifásico 4P 125A 8 Módulos 15 Conexiones Legrand 04888	
6	PIEZAS	WDU 50N CLEMA DE PASO DE POTENCIA – AWG 0 – 150AMP 1	
25	PIEZAS	Clema WDU 4N - DIN Rail Mount Terminal Block, 2 Positions, 28 AWG, 10 AWG, 6 mm², Screw, 32 A	

50	PIEZAS	Conector Glándula, PG13.5, 6 mm, 12 mm
9	METROS	Cable industrial cal 2, 100% flexible, color negro.
2	PIEZAS	Ventiladores de 110V de 6" diametro
1	PIEZAS	Rollo de cable para termopar con trama de alambre.
84	PIEZAS	Fusible cerámico 10X38 de 6A a 220V
14	PIEZAS	Fusible cerámico 10X38 de 20A a 220V
2	METROS	Cadena de plástico cortacables articulada, marca Kabelschlepp, mod. 1555, medidas 50X70mm.
6	METROS	Canaleta ranurada industrial de plástico de 2" con tapa.
3	METROS	Cable cal. 8 color verde, 100% flexible
6	METROS	Canaleta ranurada industrial de plástico de 1"1/2 con tapa.
6	METROS	Riel DIN, metálico
1	PIEZAS	Gabinete eléctrico de una sola puerta de 50X40X20cm
1	PIEZAS	Gabinete eléctrico de una sola puerta de 80X60X30cm
1	PIEZAS	Broca cierra circular de 1/2" marca Lenon

3.1.10. Horno y base de enfriamiento.

En este apartado se puede apreciar el horno y la base de enfriamiento (figura 3.28), esta última queda en el segmento de calentamiento (letra B) y la letra A brinda el precalentamiento, de lado derecho tenemos la base de enfriamiento la letra C nos indica la entrada de refrigerante y la letra D nos indica la salida del refrigerante.

Dentro del horno se tienen 42 resistencias en total, en la parte A se encuentra la zona de precalentamiento con 21 resistencias, siendo esto la mitad, estas se encargan de precalentar la materia a una temperatura mucho menor comparada con la de calentamiento general.

En la parte inferior del horno se puede apreciar al material previamente calentado, se observan algunas arrugas las cuales son consecuencia de un calentamiento excesivo, en determinados casos son indeseados, pero en este caso son necesarios por el tipo de molde con el que se está trabajando.



Figura 3.28. Horno y base de enfriamiento.

Diseño interno de base de enfriamiento.

Dentro del diseño de la base de enfriamiento podemos apreciar que está seccionado en dos partes, muy parecido a la sección que tiene el nuevo diseño del horno, esto se consideró para que el sistema de enfriamiento este estrechamente relacionado con el precalentamiento y el calentamiento del material, dando como resultado un menor tiempo de calentamiento del material y un enfriamiento más rápido en la zona de precalentado, esto se observa en la figura 3.29

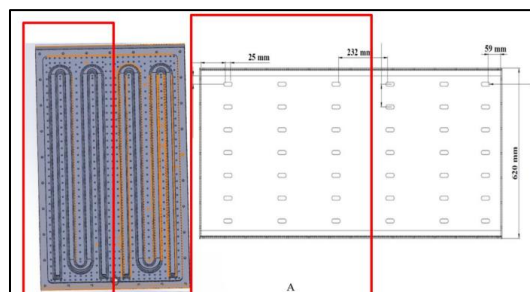


Figura 3.29. Comparación entre base de enfriamiento y diseño del horno, relación entre ellas.

La relación entre base y horno dependerá de las dimensiones del producto a termoformar, considerando un producto en que se tenga que activar únicamente las primeras 21 resistencias zona A del horno, forzosamente se activarán las dos partes de la base de enfriamiento.

3.1.11. Diseño eléctrico del sistema de calefacción.

Se realizó el diseño y plano eléctrico el cual se observa en la figura 3.30 esta muestra como funcionara el horno de calentamiento, así como las conexiones correspondientes a cada resistencia.

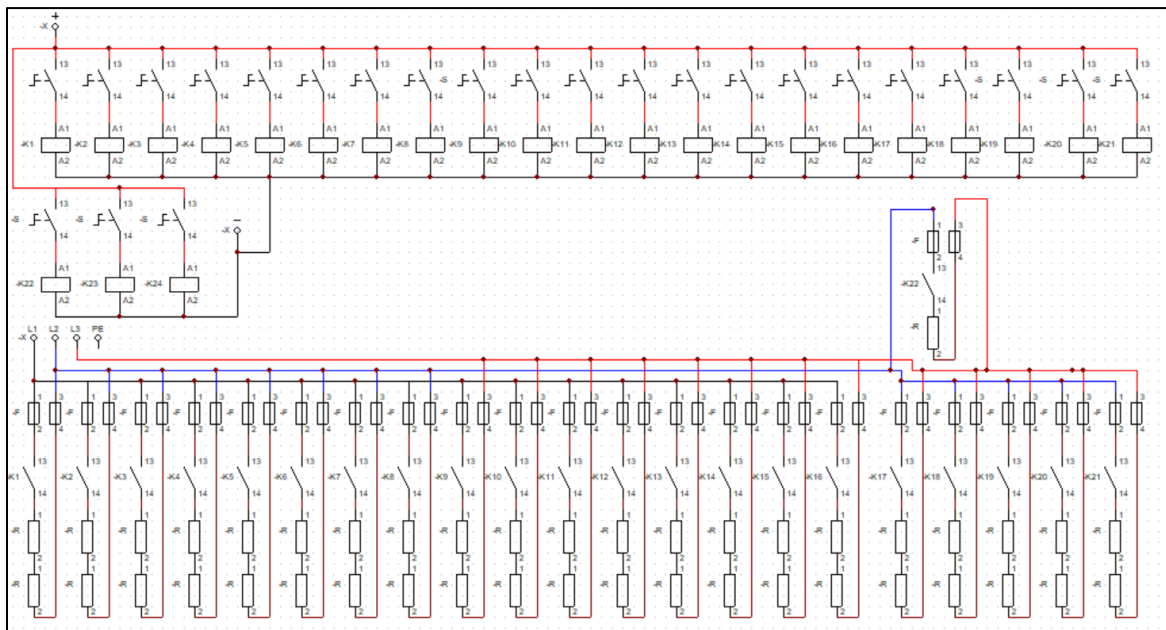


Figura 3.30. Diseño eléctrico de funcionamiento de horno.

Diagrama eléctrico de una zona

Para la conexión de las resistencias en cada zona se ocupan 7 fusibles para cada una de las zonas, para activar a las tres y los otros 6 restantes se dividirán dos para cada resistencia considerando que a cada terminal se le pondrá un fusible.

El operador tiene la libertad de jugar con diferentes combinaciones para activar o desactivar las resistencias que el considere adecuadas para el molde, sin limitarse a solo activar

por zonas (grupos de tres resistencias), cada zona va a ser controlada por medio de un controlador en el cual el operador le asignara la temperatura deseada pero todo esto configurando el controlador para que no exceda una temperatura de 650 grados Celsius para proteger las resistencias, cuando la temperatura no llegue a la deseada se activara un relevador el cual permitirá el paso de una fase a la resistencia y así la resistencia pueda emitir calor, cada relevador llevara un fusible de 20 Amperes para proteger contra corto circuitos; cuando se llegue a la temperatura deseada el relevador se cerrara interrumpiendo el paso de la corriente, para este controlador vamos a utilizar un sistema de control ON/OFF, para la activación de los relevadores se utilizara una alimentación de 24 volts en corriente continua, se utilizaron tres fusibles por zona los cuales uno, ayuda para proteger de la corriente proveniente de las fases de entrada y proteger la entrada del relevador, después uno a la salida del relevador para proteger la salida del relevador y finalmente otro relevador que va directo del distribuidor, lo que da un total de 66 fusibles. La distribución de cada zona de resistencias se observa en la figura 3.31.

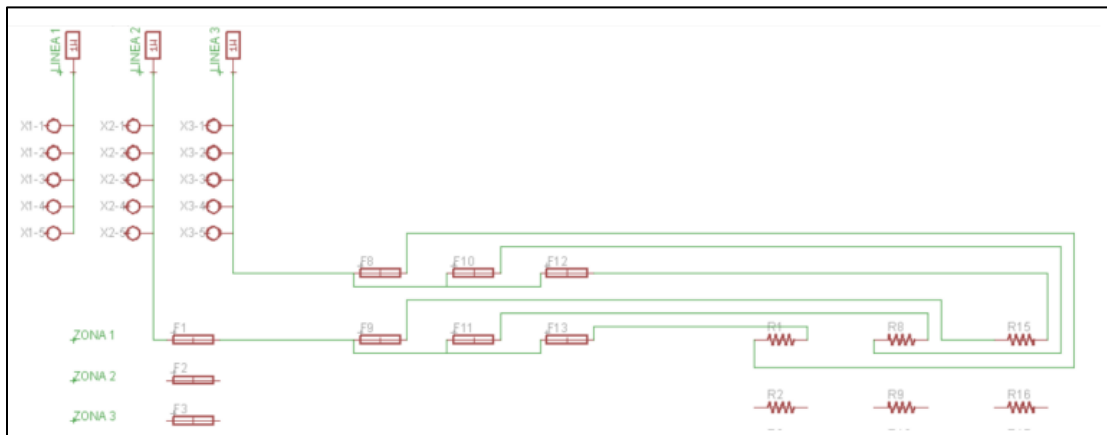


Figura 3.31. Diagrama eléctrico para resistencias (cada zona involucra 3 resistencias las cuales se pueden independizar al abrir el circuito con la porta fusibles).

La alimentación de las resistencias es a 220 Vac para cada zona se ira intercalando entre las resistencias empezando con la línea 2 y 3, 1 y 2, 3 y 2, 1 y 3, Y así sucesivamente para balancear el circuito.

3.1.12 Instalación de resistencias

Acondicionamiento de gabinete para cableado estructurado.

El precalentamiento y el calentado están en gabinetes independientes para tener más control de las posibles fallas y así poder identificar más rápido las fallas además esto brinda mayor facilidad para su mantenimiento, estos tienen que ser iguales en todos los sentidos desde la distribución hasta los mismos componentes. Los gabinetes que se utilizaron se muestran en la figura 3.32.



Figura 3.32. Gabinetes para cableado estructurado.

Perforación de gabinete y colocación de conectores tipo glándulas

Se colocan los conectores tipo glándulas a gabinetes para poder meter los cables correspondientes sin sufrir algún daño por la rebaba del gabinete, como se observa en la figura 3.33.



Figura 3.33. Colocación de conectores tipo glándulas para cableado.

Colocación de fusibles principales

Porta fusible unipolar RT18-32X Unipolar 10x38mm 32A 690 V estos se observan en la figura 3.34 y son los que controlan a cada zona, en la parte superior se encuentra un repartidor riel trifásico 4P 125A 8 Módulos 15 Conexiones Legrand 04888 el cual es el encargado de recibir las tres líneas y posteriormente repartirlas.



Figura 3.34. Conexión de repartidor y porta fusibles.

Conexión de porta fusibles para cada resistencia

En la figura 3.35 se observa que se conectaron 7 zonas (24 resistencias) las cuales están representadas por portafusibles, esto ayudara en tener control al solo activar determinadas resistencias y al mismo tiempo brinda protección a cada resistencia. En la figura 3.36 se observa el tablero de controladores terminado.



Figura 3.35. Porta fusibles para resistencias de forma independiente y por zona.



Figura 3.36. Tablero de controladores terminado.

Se colocaron resistencias térmicas en todo el horno y se colocó un puente donde se realizará la conexión en serie entre ambas resistencias como se ve en la figura 3.37.



Figura 3.37. Colocación de resistencias en el horno.

Siguiendo el diagrama eléctrico se pasaron las fases a través de un fusible de 20 amperes, para utilizarlo como protección contra cortocircuito, igualmente se utilizó otro fusible de 20 amperes a la entrada del relevador ya que se utilizan dos fases diferentes cada fusible debe de proteger una fase diferente. Este cableado se puede observar en la figura 3.38.

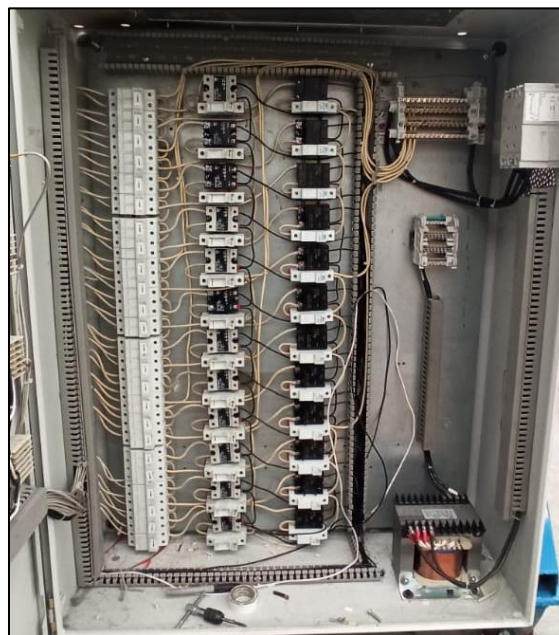


Figura 3.38. Cableado de tablero eléctrico de horno.

3.1.13 Diseño electroneumático.

Para el diseño electroneumático se tomaron en cuenta las posiciones que la máquina va a tener y se utilizaran válvulas 5/2 debido a un costo menor y a que debido la implementación resultan factibles, ya con los movimientos que tendrá la máquina podemos sacar la ecuación de movimiento la cual es la siguiente: $(A+B+)C+C-(D-E-F+)F-(D+E+)(A-B-)$, con la ecuación encontrada podemos realizar el diagrama electroneumático que se observa en la figura 3.39..

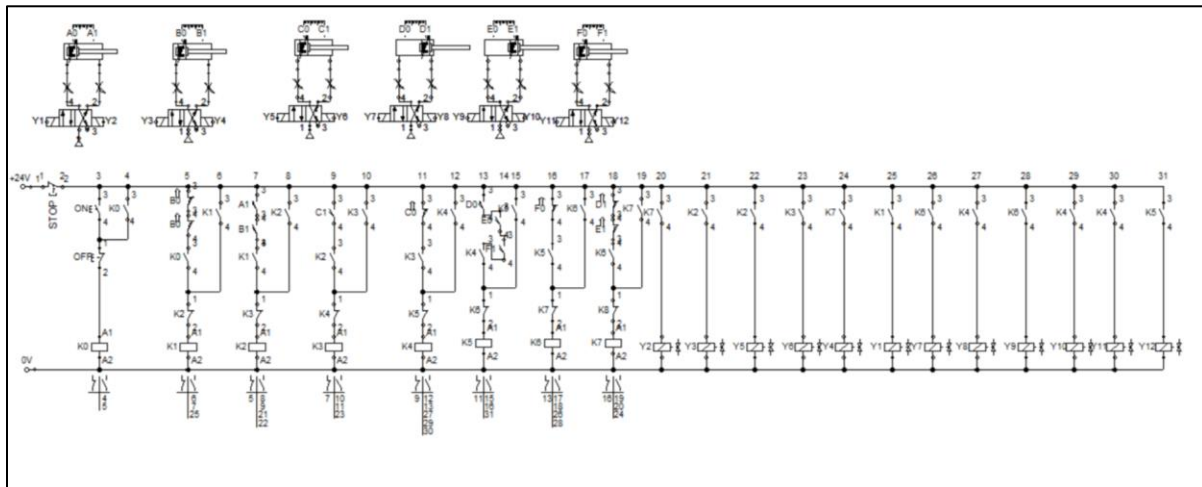


Figura 3.39. Diseño electroneumático.

3.1.14 Conexiones electroneumáticas

Teniendo el diagrama electroneumático, se procedio a realizar las conexiones neumáticas, donde un distribuidor para tener las válvulas juntas y así poder utilizar una menor cantidad de manguera, como se muestra en la figura 3.40.

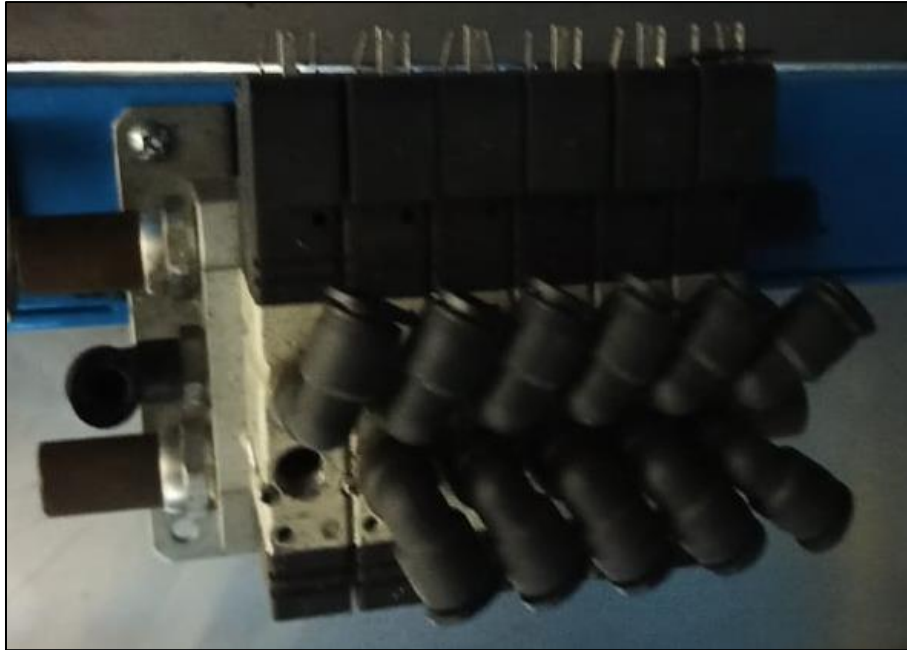


Figura 3.40. Bloque de válvulas neumáticas con 6 válvulas 5/2.

Se utilizaron cilindros de doble efecto de la marca MICRO los cuales son CN-10 0049260300 los cuales trabajaran a una presión neumática nominal de 6 bares, como el que se observa en la figura 3.41 y 3.42.



Figura 3.41. Cilindro MICRO CN-10 0049260300.



Figura 3.42. Cilindro MiCRO CN-10 0049260300.

Se realizan las conexiones de cada salida de válvula a su pistón correspondiente como se observa en la figura 3.43.



Figura 3.43. Conexiones eléctricas y neumáticas en bloque de válvulas.

Se llevo la manguera por medio del canal como se muestra en la figura 3.44 y 3.45 en u para así poder llevarla hasta cada pistón correspondiente.



Figura 3.44. Colocación de mangueras en riel.



Figura 3.45. Colocación de mangueras en riel en parte superior.

Se realiza la conexión de mangueras hacia el pistón de horno y el pistón de campana como se observa en la figura 3.46 y 3.47.



Figura 3.46. Conexión de mangueras a pistón de horno.



Figura 3.47. Conexión de mangueras a pistón de campana.

3.1.15 Gabinete terminado

Como se observa en la figura 3.48. En la parte inferior se puede ver siete Relés de estado sólido Industrial Led y variador incorporado RM1A23A50 para tomar y mandar la señal al Controlador de Temperatura-TC4S-14R, PID, DIN 48x48, Alarma 1, Relevador, Salida SSRP, 100 a 240 Vca y este a su vez recibe señal del termopar Jk (ya incorporado en la Resistencia Infrarroja Elstein FSR/2 230v 1000w 60mm X 120mm).



Figura 3.48. Gabinete completo para su colocación.

3.1.16 Tablero de HMI

Se realizo un corte en el tablero para la colocación de la pantalla HMI, la cual se observa en la figura 3.49 así como también se realizaron barrenos para colocar la botonera correspondiente, de los cuales se colocaron:

- 1 botón pulsador de enclave de color rojo.
- 2 botones pulsadores de color amarillo.
- 1 botón pulsador de color verde.
- 5 interruptores giratorios selectores de 3 posiciones.



Figura 3.49. Pantalla HMI con botonera.

Se realizaron las conexiones tanto de la pantalla con el PLC, se colocaron 1 contacto normalmente cerrado el cual se colocará en el botón de paro de emergencia para seguridad y se colocaron 2 contactos normalmente abiertos en cada uno de los interruptores giratorios selectores de 3 posiciones y se colocó un contacto normalmente abierto en cada botón pulsador, como se ve en la figura 3.50.



Figura 3.50. Parte posterior de pantalla HMI.

3.1.17 Tablero de control PLC

Se colocaron a la entrada de las fases dos porta fusible con su respectivo fusible de 2 amperes donde su salida se va a conectar a la entrada de la fuente que transformara la corriente de 120 volts de corriente alterna a 24 volts de corriente continua la cual va a ayudar para la activación de las electroválvulas, las activaciones de los botones que serán las entradas del PLC, de la salida de la fuente de 24 volts se conectara a otros dos portafusibles con fusibles de 2 volts para proteger la fuente de un cortocircuito de la salida de los portafusiles se conectaran a dos clemas una de color rojo que será la corriente positiva y otra de color azul la cual indica el color negativo, después se colocaron clemas de color café las cuáles serán las señales de entradas al PLC, las salidas del PLC las identificaremos de color negro al contrario que las de entrada que serán de color blanco, las salidas se conectaran a clemas que de ahí se colocaran 5 Relé Finder 553490240040, 24vdc, 7a Con Base Poliequipos, los cuales tienen una activación de 24 volts y un paso de corriente máxima de 240 volts con 4 amperes, después se colocaron dos portafusibles con fusibles de 2 amperes a la entrada de la alimentación del PLC, las conexiones del PLC se hicieron puenteando el común de todas las entadas con el lado negativo para que se cierre el circuito y poder tener una activación de la entrada, las salidas se puentearon todas con el lado positivo de la fuente donde tendremos una salida de 24 volts. Todas estas conexiones se observan en la figura 3.51.

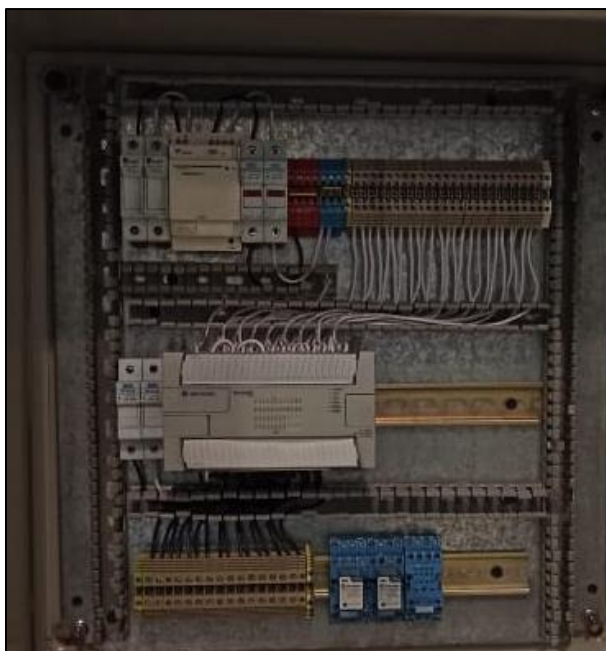
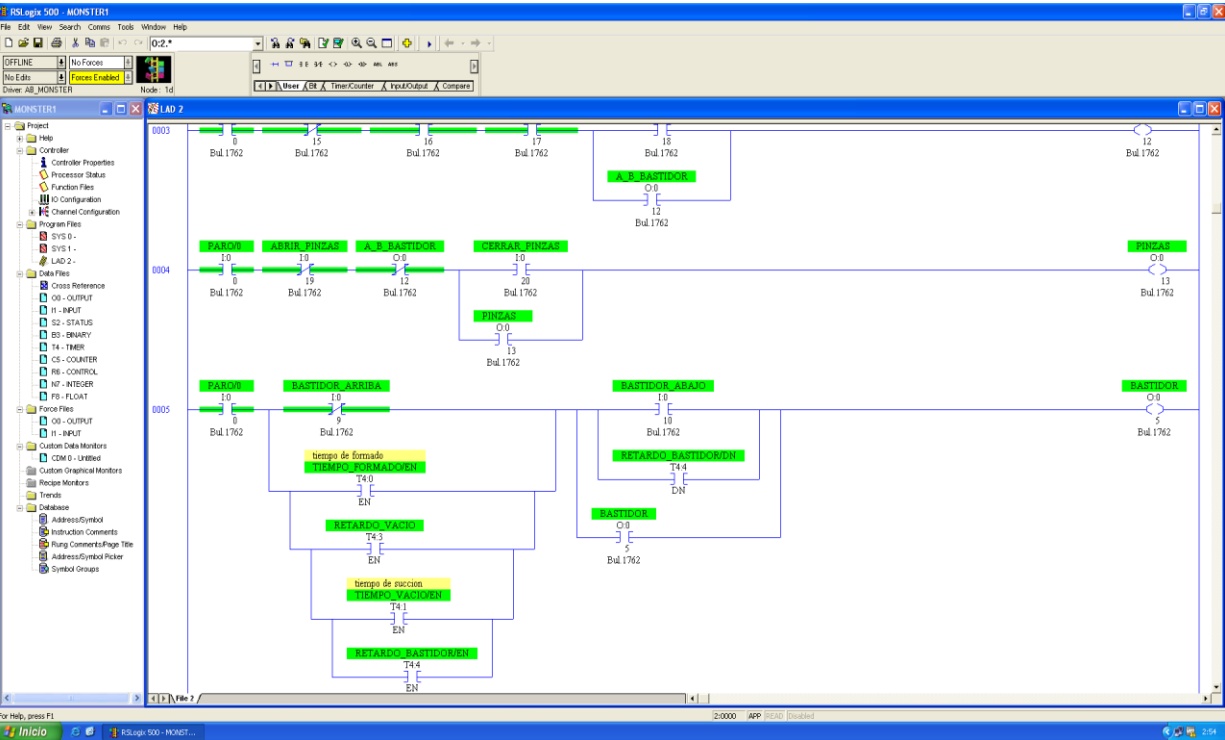
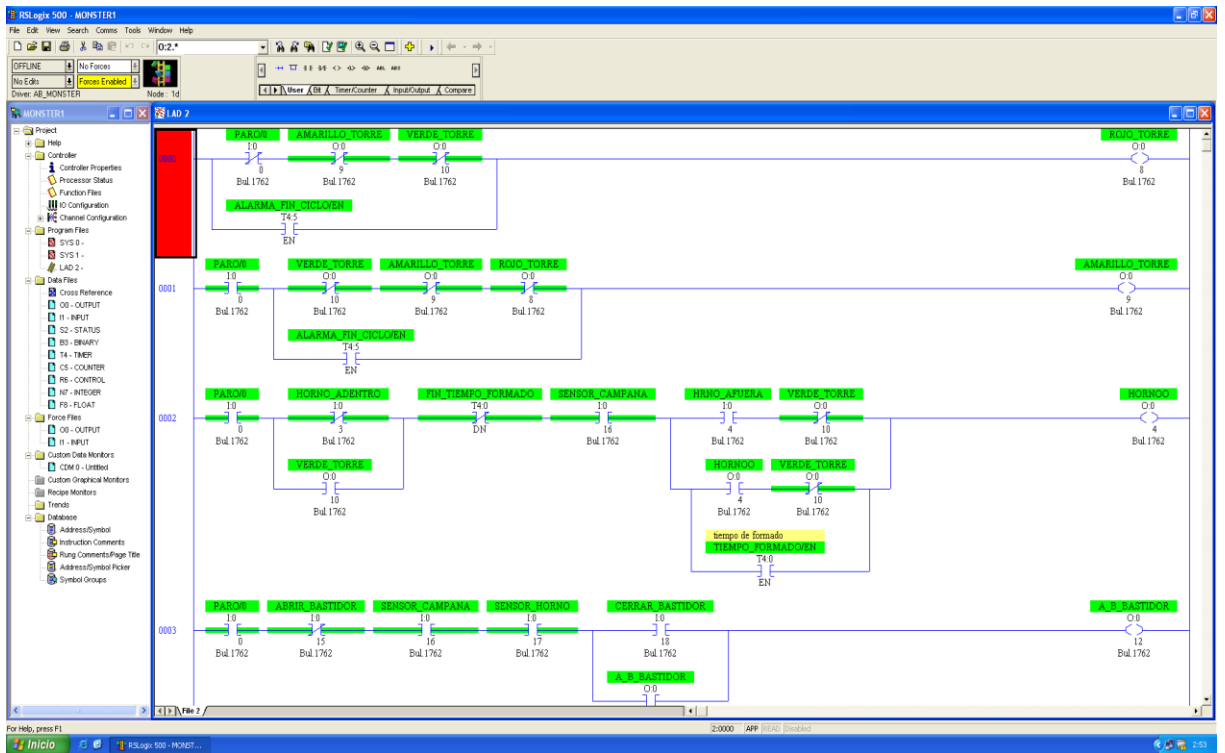
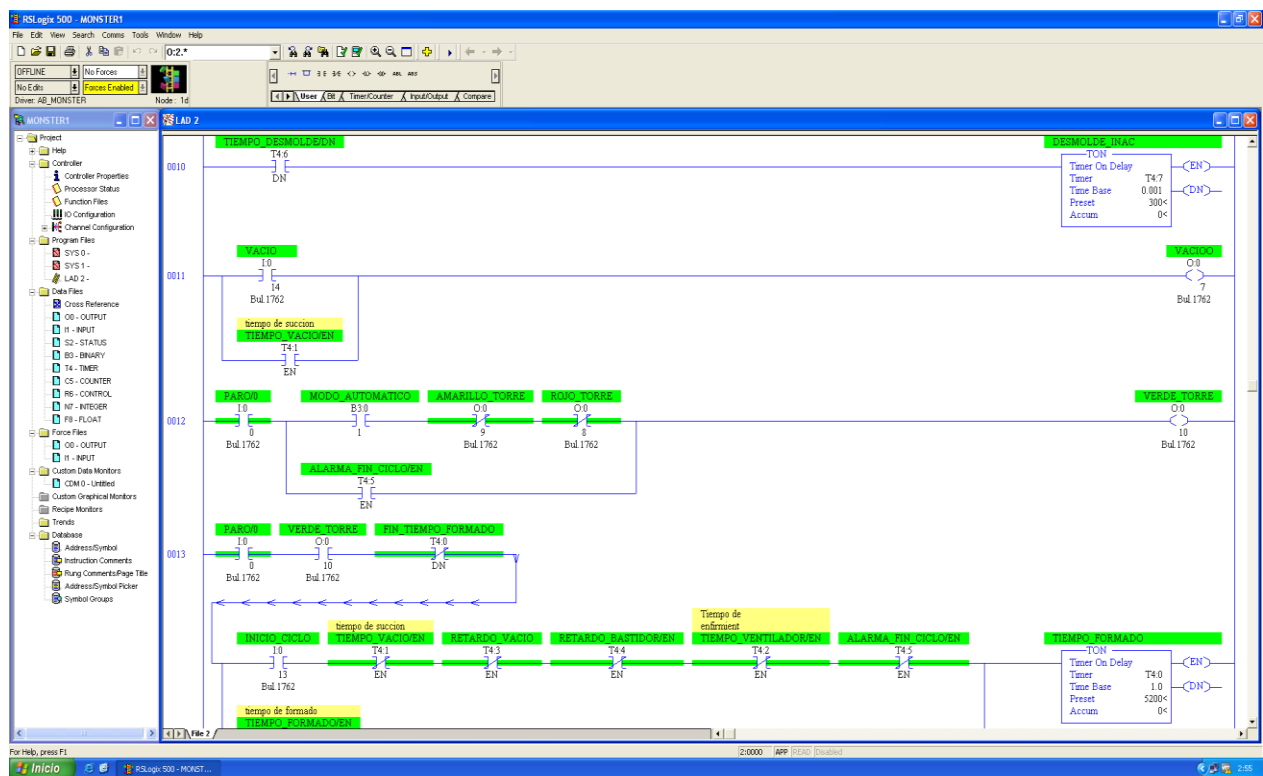
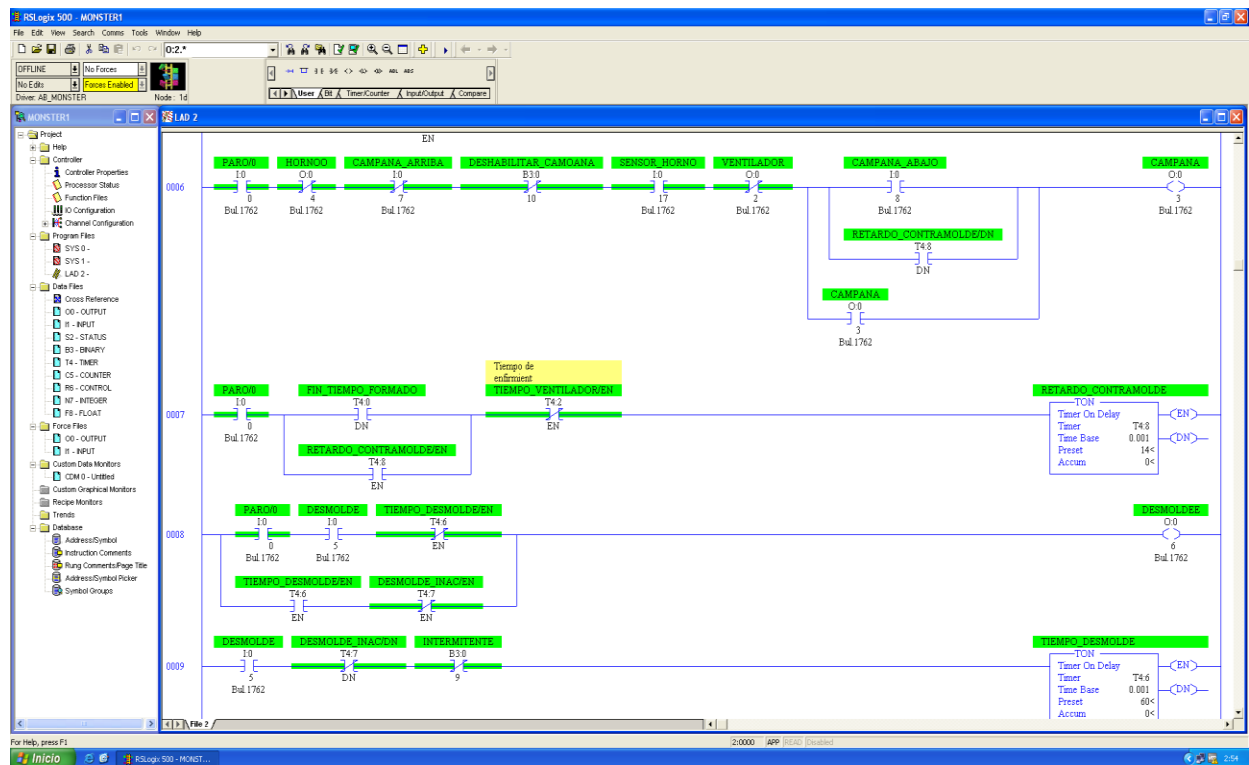


Figura 3.51. Conexión de tablero de control.

3.1.18. Programación de PLC.

Se utilizó el programa de RS Logix 500 para realizar la programación del PLC, donde 14 entradas las cuales iban a conformar 2 sensores, 2 entradas para bastidor, 2 para campana, 2 para apertura de bastidor, 1 para desmolde, 1 para vacío, 1 para inicio de ciclo, 2 para posición de automático y de manual y el paro de emergencia, se utilizaron contactos normalmente abiertos y cerrados para las activaciones de entradas y se utilizaron bobinas Latch Y Unlatch para hacer más sencillas las activaciones y desactivaciones de las bobinas de salida, se utilizaron temporizadores del tipo TON para contar los tiempos de formado, de retardo de succión, tiempo de succión y tiempo de enfriado, se pudieron utilizar cualquier tipo de temporizador pero por mayor acomodo al momento de tomar tiempo se utilizaron los TON, se utilizaron temporizadores del tipo CTU para poder llevar las veces que se ejecuta un ciclo, dadas las condiciones de arranque, seguridad y seguimiento del ciclo se declararon condiciones que en su mayoría son de las compuertas AND, establecidas las condiciones y ciclos se realizó el código que se observa en la figura 3.52:





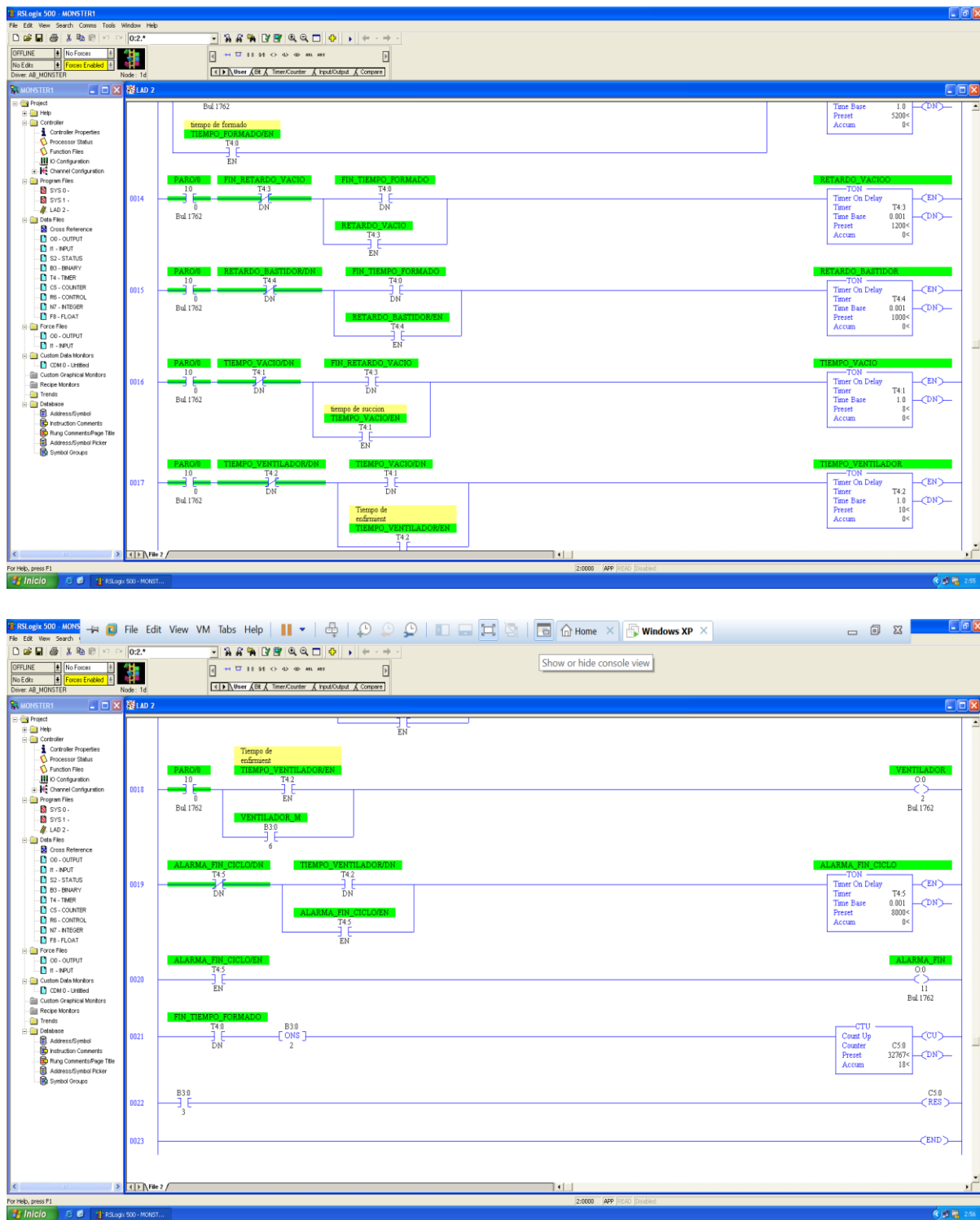


Figura 3.52. Programación de PLC en lenguaje escalera.

Funcionamiento

Realizada la programación en escalera se declararon dos estados de funcionamiento los cuales son que la máquina pueda trabajar de forma manual y automática, cuando el operador elija la opción de automática y declare los parámetros la máquina realizara la secuencia mostrada en la figura 3.53.

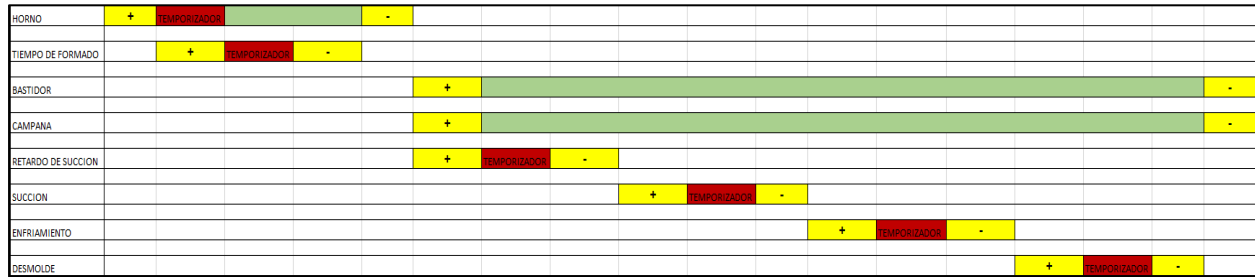
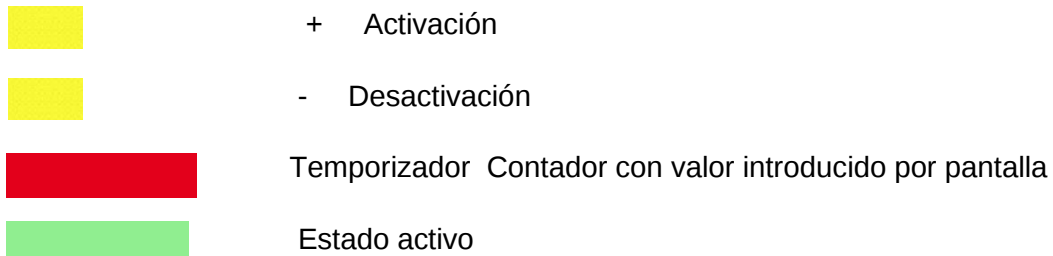


Figura 3.53. Funcionamiento de máquina.



3.2. Diagrama de Gantt.

Se realiza el diagrama de Gantt que se observa de acuerdo a las actividades planeadas durante el desarrollo del proyecto, desde su inicio hasta su conclusión.

Tabla 3.3. Diagrama de Gantt.

ACTIVIDAD		SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
BIENVENIDA A INNOVET	P																			
	R																			
REVISION DE CONVENIO (REGLAMENTO CONTRATO)	P																			
	R																			
PRESENTACION DE PDT	P																			
	R																			
REVISION DE DOCUMENTOS	P																			
	R																			
CAPACITACION GCH	P																			
	R																			
CAPACITACION SEGURIDAD INDUSTRIAL	P																			
	R																			
CAPACITACION DE CALIDAD	P																			
	R																			

ACTIVIDAD		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
CAPACITACION DE PRODUCCIÓN	P																			
	R																			
CAPACITACION DE MAQUINADOS	P																			
	R																			
IDENTIFICACION DE PROBLEMA	P																			
	R																			
RECOPILACION DE INFORMACION	P																			
	R																			
OBJETIVOS Y JUSTIFICACION	P																			
	R																			
BUSQUEDA DE PROYECTO	P																			
	R																			
PRESENTACION DE PROYECTO	P																			
	R																			
APROBACION DE PROYECTO	P																			
	R																			
PRIMERA PROPUESTA DE DISEÑO	P																			
	R																			
LIMPIEZA DE CANALETAS	P																			
	R																			
INSTALACION DE TIERRA FISICA	P																			
	R																			
MANTENIMIENTO A CABLEADO ESTRUCTURAL	P																			
	R																			
SISTEMA DE CONTROL	P																			
	R																			
DISEÑO DE HORNO APROBADO	P																			
	R																			
PLANOS DEL HORNO	P																			
	R																			

ACTIVIDAD		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
PANEL DE CONTROL DE TEMPERATURA	P																			
	R																			
ACONDICIONAMIENTO ESTRUCTURAL	P																			
	R																			
PERFORACION DE GABINETE	P																			
	R																			
COLOCACION DE CONECTORES	P																			
	R																			
COLOCACION DE FUSIBLES PRINCIPALES	P																			
	R																			
CONEXION DE PORTAFUSIBLES	P																			
	R																			
TERMINACION DE GABINETE	P																			
	R																			
ARMADO DE HORNO	P																			
	R																			
COLOCACION DE RESISTENCIAS EN EL HORNO	P																			
	R																			
ARMADO FINAL	P																			
	R																			
PRUEBAS DE MAQUINA	P																			
	R																			
ENTREGA DE MAQUINA	P																			
	R																			
ENTREGA DE DOCUMENTO	P																			
	R																			
OBSERVACIONES																				

3.3. Análisis y cálculos de los requerimientos estructurales del producto.

Materiales

Fórmula para calcular el tiempo de formado en calibres de 1 a 6 ms.

$$T (\text{minutos}) = 2.1 * E (\text{mm}) \quad \text{Ecuación 1. Tiempo de formado.}$$

Donde:

T = Tiempo de formado, en minutos.

2.1 = Factor, adimensional.

E = Espesor del material, en milímetros.

Para espesores mayores es necesarios cambiar al factor, quedando así:

$$T (\text{minutos}) = 3.0 * E (\text{mm}) \quad \text{Ecuación 2. Tiempo de formado para espesores mayores.}$$

Resistencias

En la figura 3.54 se observa el comportamiento de las resistencias a ciertas temperaturas.

- Resistencia Infrarroja Elstein FRS 1000w 230v 60mm X 240mm
- Resistencia Infrarroja Elstein FSR/2 230v 500w 60mm X 120mm

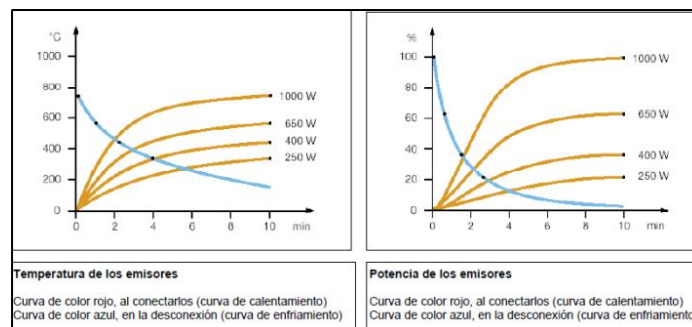


Figura 3.54. Comportamiento de temperatura.

3.3.1. Acero.

Tabla 3.4. Propiedades del acero inoxidable.



FICHA TÉCNICA DEL ACERO INOXIDABLE

FICHA TÉCNICA DEL ACERO INOXIDABLE

TABLA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ACERO INOXIDABLE			SERIE 300	
			Acero al Cromo - Níquel	Acero al Cromo - Níquel - Molibdeno
DESIGNACIÓN	TIPO AISI		304	316
	COMPOSICIÓN QUÍMICA		$C \leq 0,08\%$ $Si \leq 1,00\%$ $Mn \leq 2,00\%$ $Cr 18\% - 20\%$ $Ni 8\% - 10,5\%$	$C \leq 0,08\%$ $Si \leq 1,00\%$ $Mn \leq 2,00\%$ $Cr 16\% - 18\%$ $Ni 10\% - 14\%$ $Mo 2\% - 2,5\%$
PROPIEDADES FÍSICAS	PESO ESPECÍFICO A 20°C (DENSIDAD)	(g/cm³)	7.9	7.95 - 7.98
	MÓDULO DE ELASTICIDAD	(N/mm²)	193,000	193,000
	ESTRUCTURA		AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO
	CALOR ESPECÍFICO A 20°C	(J/Kg K)	500	500
	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA A 20°C/100°C	(W/m K)	15 / 16	15 / 16
	COEFICIENTE DE DILATACIÓN A 100°C	(x 10⁻⁶ °C⁻¹)	16.0 - 17.30	16.02 - 16.5
	INTERVALO DE FUSIÓN	(°C)	1398-1454	1371-1398
PROPIEDADES ELÉCTRICAS	PERMEABILIDAD ELÉCTRICA EN ESTADO SOLUBLE RECOCIDO		AMAGNÉTICO 1.008	AMAGNÉTICO 1.008
	CAPACIDAD DE RESISTENCIA ELÉCTRICA A 20°C	(μm)	0.72 - 0.73	0.73 - 0.74
PROPIEDADES MECÁNICAS A 20°C	DUREZA BRINELL RECOCIDO HRB/CON DEFORMACIÓN EN FRÍO		130150 / 180330	130185 / -
	DUREZA ROCKWELL RECOCIDO HRB/CON DEFORMACIÓN EN FRÍO		7088 / 1035	7085 / -
	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN RECOCIDO / DEFORMACIÓN EN FRÍO	Rm (N/mm²)	520 - 720 / 540 - 750	540690 / -
	ELASTICIDAD RECOCIDO / CON DEFORMACIÓN EN FRÍO	Rp (N/mm²)	210 / 230	205410 / -
	ELONGACIÓN (A₅) MIN	(%)	≥ 45	
	RESILIENCIA KCUL / KVL	(J/cm²)	160 / 180	160 / 180
PROPIEDADES MECÁNICAS EN CALIENTE	ELASTICIDAD	RP (0.2) A 300°C/400°C/500°C	(N/mm²)	125 / 97 / 93
		RP (1) A 300°C/400°C/500°C	(N/mm²)	147 / 127 / 107
	LÍMITE DE FLUENCIA A 500°C/600°C/700°C/800°C	σ₁/10⁵/t (N/mm²)	68 / 42 / 14.5 / 4.9	82 / 62 / 20 / 6.5
TRATAMIENT. TÉRMICOS	RECOCIDO COMPLETO	(°C)	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10081120
	RECOCIDO INDUSTRIAL			
	TEMPLADO		NO ES POSIBLE	NO ES POSIBLE
	INTERVALO DE FORJA INICIAL / FINAL	(°C)	1200 / 925	1200 / 925
OTRAS PROPIEDADES	FORMACIÓN DE CASCARILLA, SERVICIO CONTINUO / SERVICIO INTERMITENTE		925 / 840	925 / 840
	SOLDABILIDAD		MUY BUENA	MUY BUENA
	MAQUINABILIDAD COMPARADO CON UN ACERO BESSEMER PARA a. B1112		45%	45%
	EMBUTICIÓN		MUY BUENA	BUENA

* Son aceptables tolerancias de un 1%

3.3.2. Tipo de estructura.

El horno cuenta con las medidas de 1440 x 620 mm, el cual tiene el movimiento horizontal, el cual viaja 700 mm para llegar al área de trabajo, la trayectoria es realizada a través de un pistón de 700 mm de vástago el cual necesita una presión neumática de 7 bares para su correcto funcionamiento, se acoplaron 4 carretillas para reducir la fricción entre el área de contacto (rieles) y evitar un desgaste prematuro del pistón por esfuerzo innecesario. Esta trayectoria se observa en la figura 3.55.



Figura 3.55. Trayectoria de horno dentro de la estructura.

3.3.3. Componentes.

Área de desplazamiento:

- 1500 mm de riel $\frac{3}{4}$ de acero inoxidable
- 4 carretillas para riel de $\frac{3}{4}$ (1 tonelada de peso neto)
- Espárragos de $\frac{1}{4}$ (1 varilla de 1000 mm)
- Grasa Lubricante Bat3 Para Baleros Y Rodamientos 850g
- Pistón neumático 1000 mm de largo x 20 mm de diámetro

- Manguera neumática calibre 10

Componentes electrónicos (gabinete)

- Resistencia Infrarroja Elstein FRS 1000w 230v 60mm X 240mm
- Resistencia Infrarroja Elstein FSR/2 230v 500w 60mm X 120mm
- Resistencia Infrarroja Elstein T-FSR/2 230v 500w 60mm X 120mm
- Relé de estado sólido Industrial Led
- Porta fusible unipolar RT18-32X Unipolar 10x38mm 32A 690 V
- Controlador de Temperatura-TC4S-14R, PID, DIN 48x48, Alarma 1, Relevador, Salida SSRP, 100 a 240 Vca
- Repartidor riel trifásico 4P 125A 8 Módulos 15 Conexiones Legrand 04888
- WDU 50N CLEMA DE PASO DE POTENCIA – AWG 0 – 150AMP 1
- Clema WDU 4N - DIN Rail Mount Terminal Block, 2 Positions, 28 AWG, 10 AWG, 6 mm², Screw, 32 A
- Conector Glándula, PG13.5, 6 mm, 12 mm
- Cable industrial cal 2, 100% flexible, color negro.
- Ventiladores de 110V de 6"diámetro.
- Rollo de cable para termopar con trama de alambre.
- Fusible cerámico 10X38 de 6A a 220V.
- Fusible cerámico 10X38 de 20A a 220V.
- Cadena de plástico porta cables articulada, marca Kabelschlepp, mod. 1555, medidas 50X70mm.
- Canaleta ranurada industrial de plástico de 2" con tapa.
- Cable cal. 8 color verde, 100% flexible.

- Canaleta ranurada industrial de plástico de 1"1/2 con tapa.
- Riel DIN, metálico.
- Broca cierra circular de 1/2" marca Lenon.
- Gabinete eléctrico de una sola puerta de 80X60X30cm
- Gabinete eléctrico de una sola puerta de 50X40X20cm

Área de trabajo:

- Cadenas sencillas paso 40
- Motorreductor Sumitomo hyponico ½ HP 60 RPM (avance de cadenas)
- Variador de frecuencia con autómata programable integrado F60

3.4. Requerimientos de diseño.

3.4.1 Requerimientos de función.

Versatilidad.

- El horno cuenta con la capacidad de trabajar con un rango de temperatura 10 °C a 750 °C.
- Capaz de trabajar con moldes de 420 x 300 mm hasta 560 x 1100 mm
- Deshabilitar las resistencias no necesarias para el proceso, mediante la desconexión de fusibles unipolares situados en el gabinete principal.
- Capaz de trabajar en modo de precalentado, disminuyendo la temperatura de cada resistencia y distribuyéndola en toda el área de trabajo.

Resistencia.

Las temperaturas de la materia prima fundida, determinan las propiedades estructurales de una pieza moldeada, por lo que debe ser constante y uniforme ya que controla la densidad y contracción. De igual manera la temperatura del molde está en función o es determinada por el

material plástico a trabajar. Y el acabado de la pieza. La temperatura del aceite de la máquina se controla mediante un sistema de refrigeración. La temperatura de operación de cada termoplástico no es estándar, y varía según el proveedor y la maquinaria.

La temperatura se controla desde el gabinete de temperaturas que se observa en la figura 3.56



Figura 3.56. Gabinete de temperaturas.

Seguridad.

Se realizó la instalación de tierra física proporción al operado y a la máquina para salvaguardar a los componentes electrónicos y la vida misma del operador, concentrando posibles descargas eléctricas y cortos circuitos no deseados a la red de tierras físicas

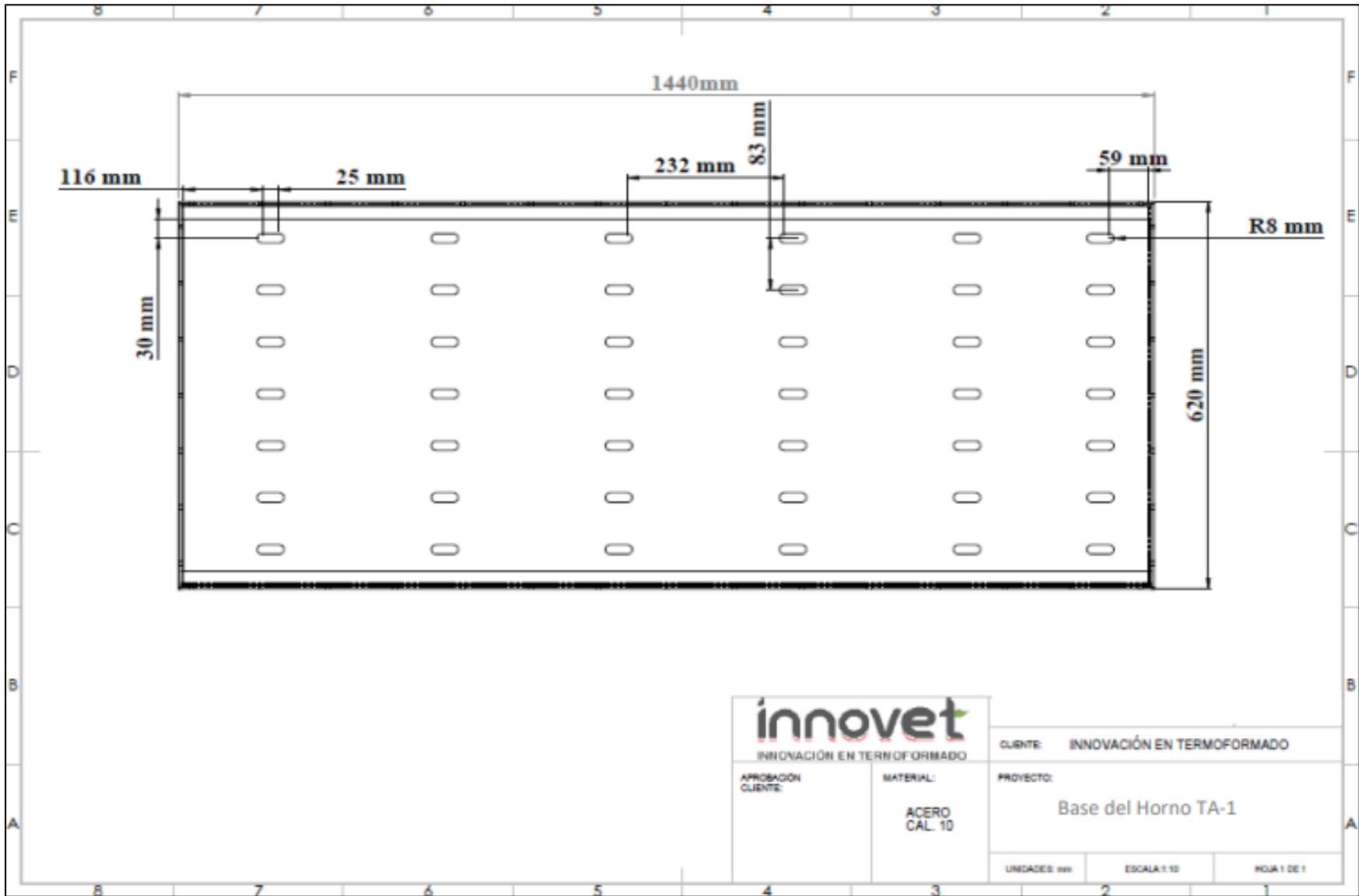
Se acoplaron dos guardas de seguridad observadas en la figura 3.57 (lado derecho y lado izquierdo del horno) por el tema de altas temperaturas y alto riesgo a posibles quemaduras de segundo grado, en la parte posterior se colocó un PTR como medida de seguridad a posibles aplastamientos de extremidades por causa del horno en el desplazamiento a su origen.

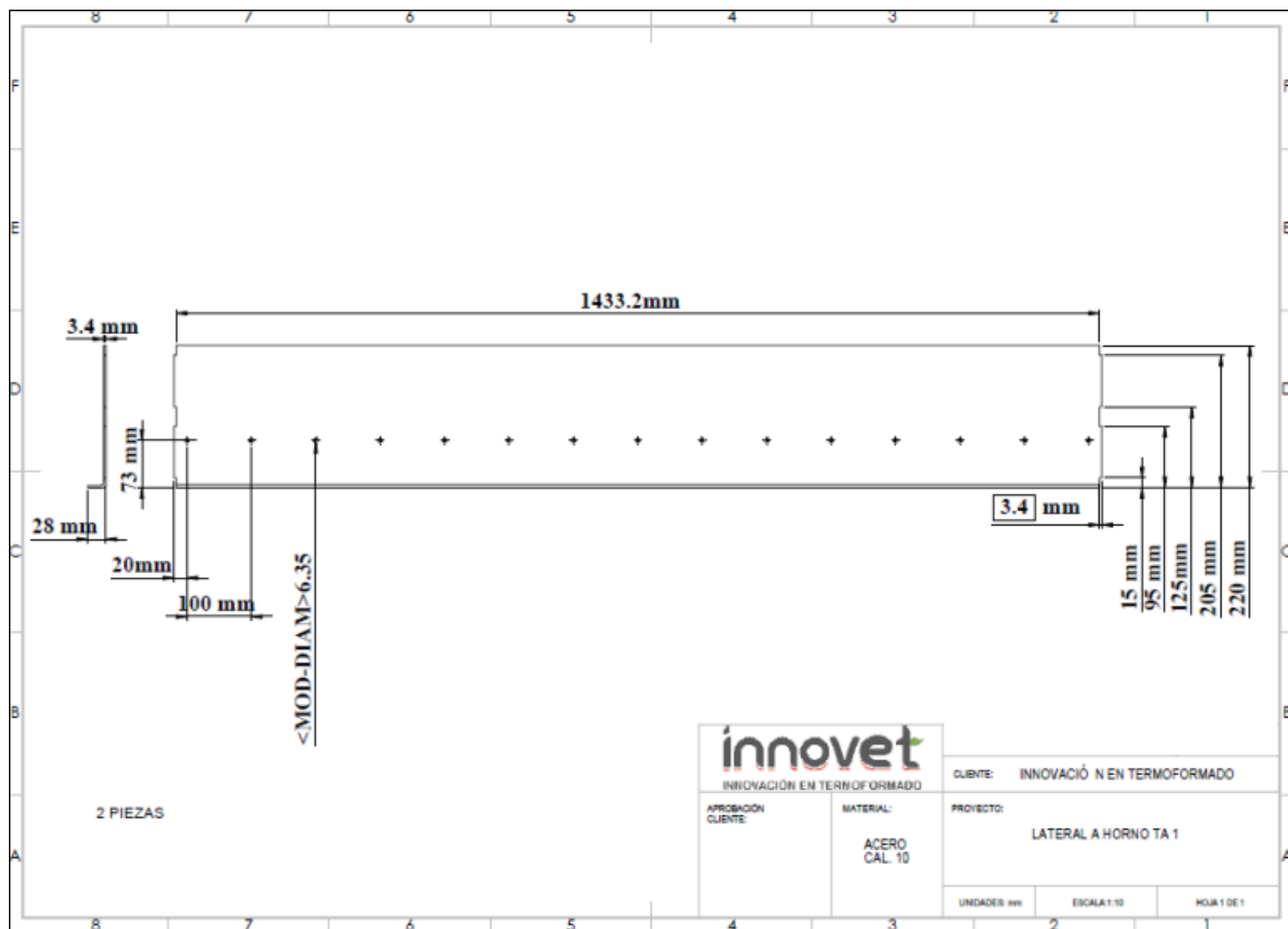
Se colocaron señalamientos de acuerdo al tipo de riesgo (Quemadura y aplastamiento), se delimito el área de trabajo de la maquina y se capacito al operador de posibles riesgos y del conocimiento de la simbología.

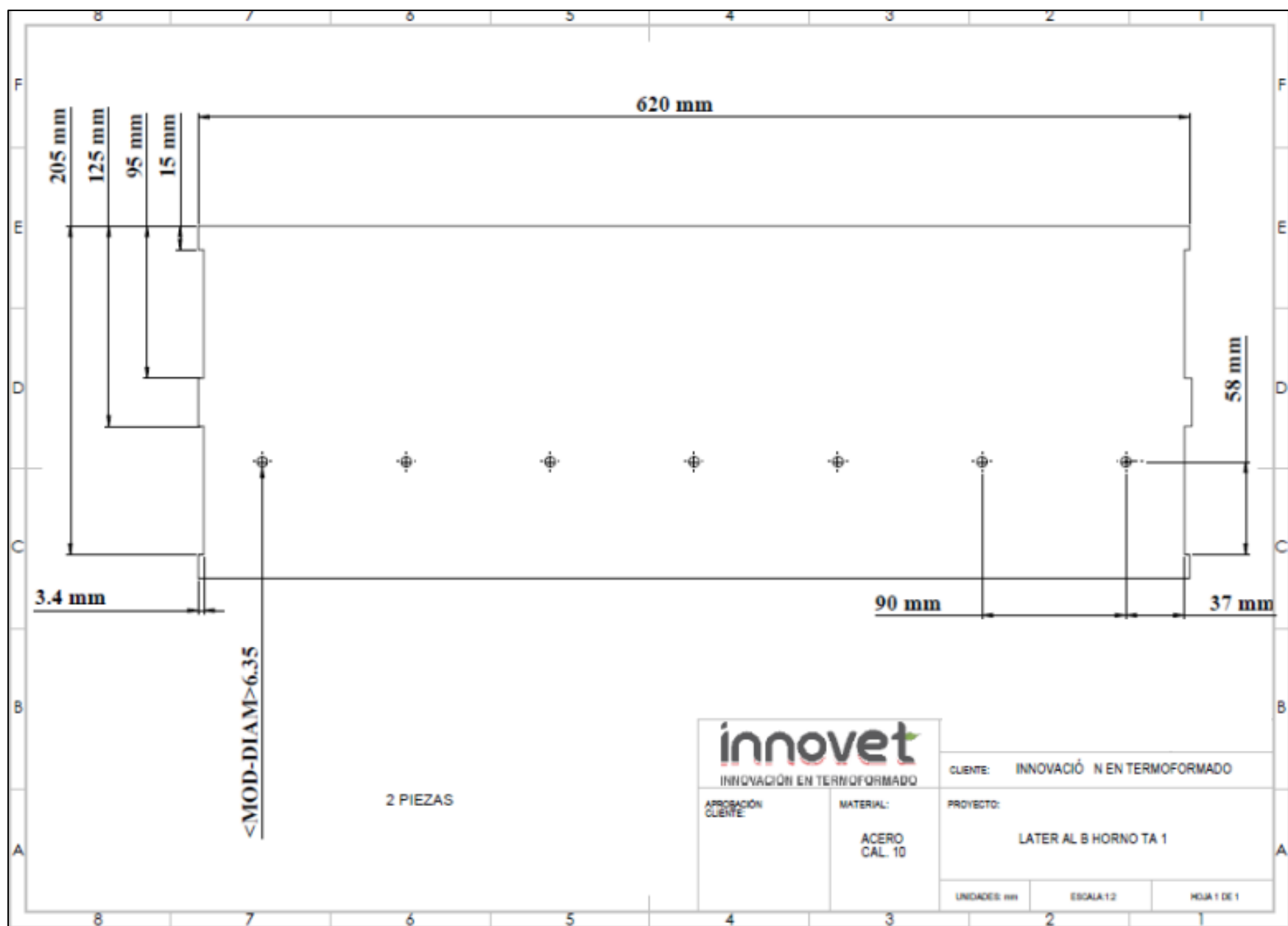


Figura 3.57. Guardas de seguridad.

3.5. Planos técnicos y de producción.







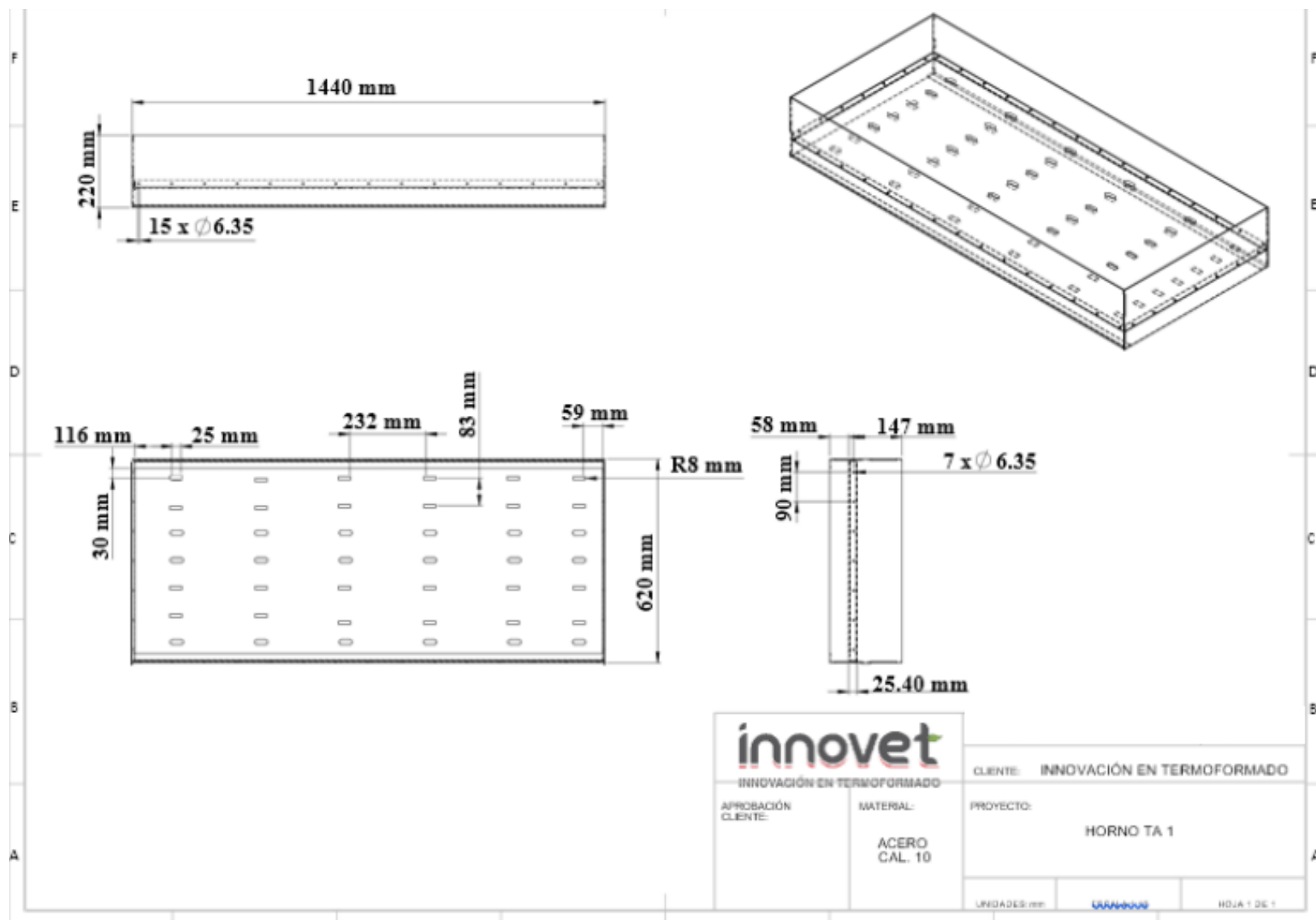


Figura 3.58. Planos del horno.

3.6. Modelo físico.

La implementación eléctrica – mecánica da como resultado colocación de 42 resistencias dentro del cajón figura 51 lado izquierdo gabinete y horno, lado derecho vista de las resistencias. En la figura 3.58 se observa la maquina desde su acoplamiento eléctrico, en el área de resistencias.



Figura 3.59. Vista general de la maquina eléctrica – mecánica.

3.7. Diagrama de procesos.

En la tabla 5 se observa el diagrama del proceso para la “MEJORA E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISEÑO MECÁNICO Y ELÉCTRICO PARA EL SISTEMA DE CALEFACCIÓN DE LA TERMOFORMADORA TA-1”

		Actual	
RESUMEN		#	Tpo
Operaciones		9	170
Transporte			
Controles		2	45
Esperas		2	148
Almacenamiento		1	48
TOTAL			411

Descripción Actividades	Op.	Trp.	Ctrl.	Esp.	Alm.	Tiempo (hrs)	Observación
1 Identificación del problema	0	0	0	0	0	24	
2 Propuestas de posibles soluciones	0	0	0	0	0	48	
3 Validación del proyecto	0	0	0	0	0	100	
4 Desarrollo de planos	0	0	0	0	0	10	
5 Corte y barrenado del acero inoxidable	0	0	0	0	0	32	
6 Ensamble del horno	0	0	0	0	0	24	
7 Llega el horno a la empresa a el área de mantenimiento	0	0	0	0	0	48	
8 Colocación de resistencias en el horno	0	0	0	0	0	15	
9 Montacargas ayuda a colocar el horno y tablero	0	0	0	0	0	10	
10 Conexión de tablero y horno	0	0	0	0	0	25	
11 Reconexión de toda la maquina	0	0	0	0	0	20	
12 Inspección de funcionalidad	0	0	0	0	0	35	
13 Realización de la primeras pruebas	0	0	0	0	0	10	
16 Entrega final	0	0	0	0	0	10	
TOTAL						411	

Tabla 3.5. Diagrama de procesos

3.8. Producto terminado.

- Horno de 1444 x 620 mm
- Alimentación de 220v trifásico
- Consumo total de 80 Amperes
- Temperaturas máximas de 750 °C
- Versatilidad el horno cuenta con la capacidad de trabajar con un rango de temperatura 10 °C a 750 °C.

3.9. Recolección de datos.

3.9.1. Población y muestra.

La población con la que se realizó la investigación fue la maquina termoformadora TA-1, de la cual se revisó los problemas que presenta más frecuentemente siendo el cambio de resistencias el más elevado en mes de septiembre con un total de 15, indicando que solo se trabajaron 16 días con un horario de 24 hrs. Esto se muestra en la tabla 6.

No.	CLAVE	TURNO	TIEMPO DE RESPUESTA	DESCRIPCIÓN DE FALLA	TIEMPO DE PARO	ESTATUS DEL EQUIPO DURANTE LA INTERVENCIÓN
150	MMI011	1	0	Cambio de resistencia	75	Detenida
151	MMI011	2	2	Cambio de resistencia	24	Detenida
152	MMI011	2	1200	Cambio de resistencia	1560	Detenida
154	MMI011	1	0	Cambio de resistencia	10	Detenida
155	MMI011	1	0	Cambio de resistencia	10	Detenida
156	MMI011	1	4	Cambio de resistencia	49	Detenida
157	MMI011	1	0	Cambio de resistencia	180	Detenida
161	MMI011	2	1380	Cambio de resistencia	1440	Detenida
162	MMI011	2	0	Cambio de resistencia	20	Detenida
162	MMI011	1	4	Cambio de resistencia	85	Detenida
163	MMI011	1	480	Cambio de resistencia	500	Detenida

Tabla 3.6. Paros de maquina

3.9.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En la siguiente tabla se encuentran las actividades y mejoras que se tienen pendientes, los instrumentos de recolección fueron.

- Tabla de actividades y mejoras en la Termoformadora TA-1.
- Registro de las actividades del área de mantenimiento.

Actividades y mejoras en equipos e instalaciones.			
Descripción de actividades.	Fecha de registro	Fecha de realización.	Estatus
Poner el tablero de fusibles a la TA-1			Pendiente
Hacer guías de entrada de materia prima a las cadenas, TA-1			Pendiente
Acomodar cableado y mangueras en general de TA-1			Pendiente
Habilitar la guillotina de la TA-1.			Pendiente
Cambiar baleros del horno de la TA-1.			Pendiente
Poner ventiladores en los tableros del horno de la TA-1, uno de entrada y otro de salida.			Pendiente
Cambio de los bujes de la estación de formado TA-1.			Pendiente
Cambiar guías de la cadena de la TA-1.			Pendiente
Cambiar cadena de la TA-1.			Pendiente
Fabricación de rodillo especial para el desembobinador de la TA-1			Pendiente

Tabla 3.7. Actividades y mejoras.

Con los datos obtenidos de las dos actividades, se pudo analizar la viabilidad del proyecto dando como resultado la implementación del sistema.

CAPÍTULO 4 . ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.

4.1. Matriz de costos.

	LISTA DE MATERIALES		
	25/11/2022	DEPARTAMENTO:	PROYECTOS
FECHA DESEADA:	28/11/2022	SOLICITANTE:	OSVALDO CABRERA
		FOLIO:	
CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	DESCRIPCIÓN/CARACTERÍSTICAS
13	PIEZAS	\$900 c/u	Resistencia Infrarroja Elstein FRS 1000w 230v 60mm X 240mm
6	PIEZAS	\$600 c/u	Resistencia Infrarroja Elstein FSR/2 230v 500w 60mm X 120mm
1	PIEZAS	\$1200 c/u	Resistencia Infrarroja Elstein T-FSR/2 230v 500w 60mm X 120mm
6	PIEZAS	\$450 c/u	Relé de estado sólido Industrial Led y variador incorporado RM1A23A50
38	PIEZAS	\$40 c/u	Porta fusible unipolar RT18-32X Unipolar 10x38mm 32A 690 V
14	PIEZAS	\$1200 c/u	Controlador de Temperatura-TC4S-14R , PID, DIN 48x48, Alarma 1, Relevador, Salida SSRP, 100 a 240 Vca
1	PIEZAS	\$300 c/u	Repartidor riel trifásico 4P 125A 8 Módulos 15 Conexiones Legrand 04888
6	PIEZAS	\$500 c/u	WDU 50N CLEMA DE PASO DE POTENCIA – AWG 0 – 150AMP 1
25	PIEZAS	\$50 c/u	Clema WDU 4N - DIN Rail Mount Terminal Block, 2 Positions, 28 AWG, 10 AWG, 6 mm², Screw, 32 A
50	PIEZAS	\$15 c/u	Conector Glándula, PG13.5, 6 mm, 12 mm
9	METROS	\$ 20 m	Cable industrial cal 2, 100% flexible, color negro.
2	PIEZAS	\$450 c/u	Ventiladores de 110V de 6"diámetro

1	PIEZAS	\$15,000	Rollo de cable para termopar con trama de alambre.
84	PIEZAS	\$10 c/u	Fusible cerámico 10X38 de 6A a 220V
14	PIEZAS	\$10 c/u	Fusible cerámico 10X38 de 20A a 220V
2	METROS	\$3,500 m	Cadena de plástico cortacables articulada, marca Kabelschlepp, mod. 1555, medidas 50X70mm.
6	METROS	\$70 m	Canaleta ranurada industrial de plástico de 2" con tapa.
3	METROS	\$ 20 m	Cable cal. 8 color verde, 100% flexible
6	METROS	\$ 70 m	Canaleta ranurada industrial de plástico de 1"1/2 con tapa.
6	METROS	\$ 100 m	Riel DIN, metálico
1	PIEZAS	\$ 1.300	Gabinete eléctrico de una sola puerta de 50X40X20cm
1	PIEZAS	\$ 2,500	Gabinete eléctrico de una sola puerta de 80X60X30cm
1	PIEZAS	\$ 250	Broca cierra circular de 1/2" marca Lenon
1	PIEZAS	\$15,000	Estructura de acero inoxidable
1	PIEZAS	\$10.000	Rollo de cable de fibra de vidrio para altas temperaturas calibre 10 color blanco

Tabla 4.1. Costo de la implementación.

El total de la implementación \$86,643. 00 sin contemplar IVA.

CAPÍTULO 5 : RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

5.1 Autoevaluación del Proyecto

5.1.1 Análisis FODA del producto

Se realizó un análisis FODA referente a la realización completa del proyecto, esto a través de un análisis de mejoras.

Fortalezas • Capacidad de tener un precalentado y un calentamiento general. • Diseño sencillo. • Estructura reforzada. • Estructura (acero inoxidable) para productos de grado alimenticio y farmacéutico. • Reduce el desgaste prematuro de las resistencias trabajándolas aún 60% de su capacidad 400 °C. • Control independiente de cada resistencia. • Distribución de zonas más amigable para el operador. • Reducción de cableado para la cadena articulada. • El gabinete viaja con el horno. • En la parte frontal de la máquina se tiene control independiente de cada resistencia con su respectivo termo pack y controlador.	Oportunidades • Adquirir un módulo para el PLC 1400 de entrada análogas para acoplarlo al Panelview. • Reemplazar el Panelview por Allen-Bradley PanelView Plus. • Colocar a todas las resistencias un termo pack tipo J para censar la temperatura de manera independiente. • Retirar los controladores actuales para las temperaturas. • Cambiar estructura del módulo de formado. • Reforzar estructura de maquinaria. • Añadir módulo de corte. • Contar con planos de estructura. • Contar con planos eléctricos.
Debilidades • Se tiene una resistencia con termo pack por cada zona esto implica que exista un margen de error de $\pm 20^\circ$ dentro de toda la zona. • Se tienen controladores que no van directamente al PLC de la máquina. • El PLC no controla a las resistencias del horno.	Amenazas • Módulo de formado no soporta termoformados calibres mayores de 200. • Tamaño de la estructura de la máquina (PTR débil). • Espacio de trabajo limitado. • No se cuenta con un módulo de corte. • No se cuenta con planos de estructura. • No se cuenta con planos eléctricos.

5.2. Resultados y conclusiones.

5.2.1. Pruebas a resistencias.

Las resistencias se trabajaron a 700° C por una jornada de 12 horas continuas (considerando que no es común trabajar a su máxima capacidad) para ver el comportamiento de las resistencias. Las resistencias se colocaron y se pusieron a prueba como se ve en la figura 5.1



Figura 5.1. Resistencias colocadas en el horno.

5.2.2. Resultados.

Se obtuvieron los resultados que se observan en la tabla 9

Temperatura deseada 700 ° C durante 12 horas	Temperatura real
1	298 °C
2	306 °C
3	204 °C
4	395 °C
5	303 °C
6	305 °C
7	303 °C
8	299 °C
9	300 °C
10	302 °C
11	306 °C
12	308 °C

Tabla 5.1. Tabla de resultados.

Dada la programación del PLC, las conexiones eléctricas y neumáticas se logró la correcta secuencia del funcionamiento de la máquina, y una mejor utilización de la máquina.

En la figura 5.2 se observa el HMI en su pagina principal.



Figura 5.2. Página principal.

En la figura 5.3 se muestra la pantalla de operaciones del HMI en el se muestra el tiempo de termoformado, tiempo de succión, tiempo de enfriamiento, así como el contador de piezas.



Figura 5.3. Página de operaciones.

En la figura 5.4 se muestra la pantalla referente a la activación de funciones avanzadas.

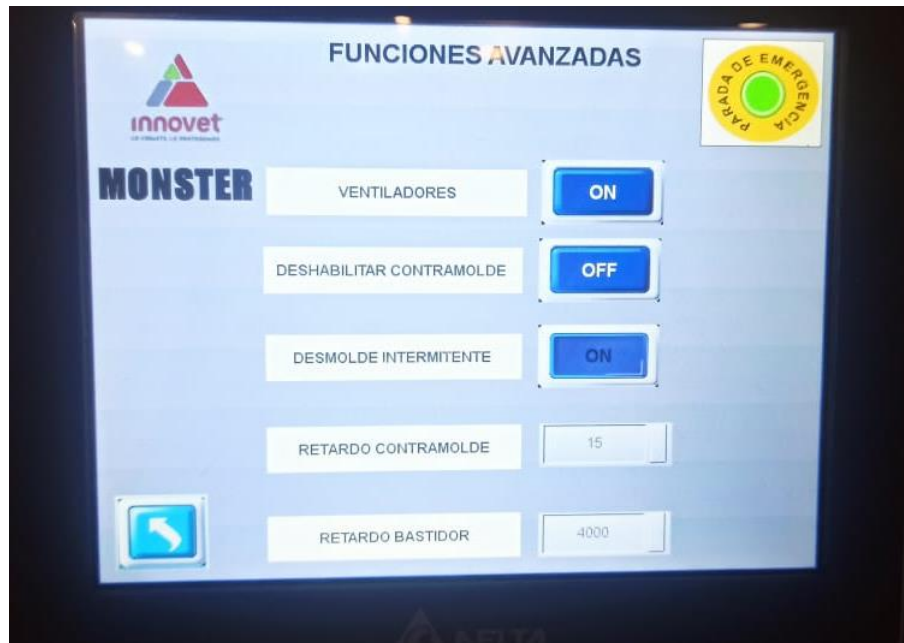


Figura 5.4. Página de funciones avanzadas.

Al activar el modo manual, el HMI muestra la pantalla que se muestra en la figura 5.5



Figura 5.5. Modo manual vista de la pantalla

Al activar el paro de emergencia, se puede observar la pantalla que se muestra en la figura 5.6



Figura 5.6. Paro de emergencia activado visto desde la pantalla.

En la figura 5.7, 5.8 y 5.9 se muestra el tiempo de cada operación en modo automático

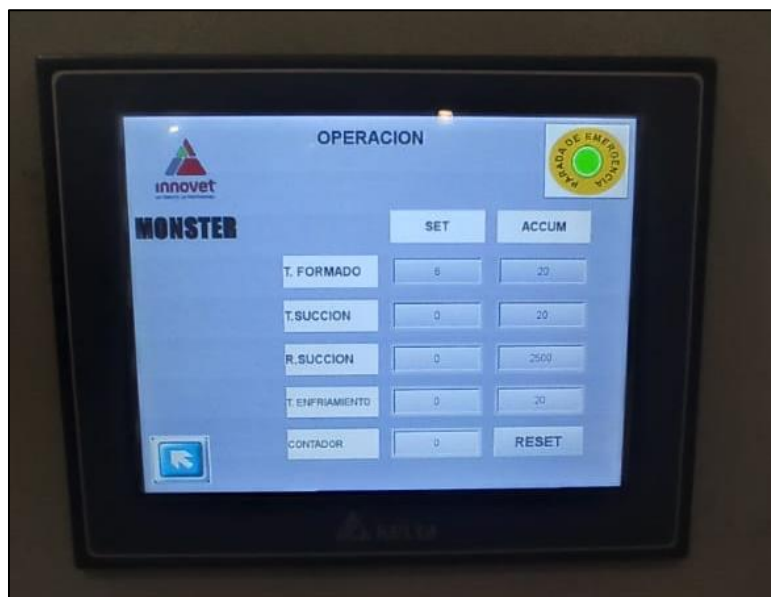


Figura 5.7. Temporizador de tiempo de formado.



Figura 5.8. Temporizador del tiempo de succión.



Figura 5.9. Temporizador de Tiempo de enfriado.

En la figura 5.10 se muestra la activación del horno en retroceso esto una vez que ya calentó el material.



Figura 5.10. Horno en retroceso.

En la figura 5.11 se muestra la activación del horno en modo de avance esto para calentar el material.



Figura 5.11. Horno en avance.

En la figura 5.12 se muestra la pinza abierta para subir el bastidor que contiene el material a termoformar,



Figura 5.12. Apertura de pinza.

En la figura 5.13 se muestra el cierre de pinza del bastidor, esto para sellar y permitir que el material a termoformar se caliente



Figura 5.13. Cierre de pinza.

Se realizaron pruebas de termoformado esto para probar que todo funcione bien. Una de las pruebas se muestra en la figura 5.14.



Figura 5.14. Prueba de termoformado.

En la figura 5.15 se observa la maquina en modo automático, esto indicado por el semáforo en luz verde.



Figura 5.15. Semáforo en modo automático.

En la figura 5.16 se observa la maquina en modo manual, esto indicado por el semáforo en luz naranja.



Figura 5.16. Semáforo en modo manual.

En la figura 5.17 se observa la maquina en modo de paro de emergencia, esto indicado por el semáforo en luz roja.



Figura 5.17. Semáforo con paro de emergencia.

5.3. Conclusiones.

Con respecto a la organización de los dispositivos y aprovechando las áreas del mismo cuadro de control se distribuyeron correctamente los nuevos elementos que controlan el sistema, remplazando el cable dañado y cables muy largos.

Al diseñar el horno con relación a un diseño previo de una base de enfriamiento, se obtuvo una disipación de calor acorde al proceso de termoformado requerido por el operador, reduciendo el tiempo de enfriamiento del producto. Con esto se dio origen a un sistema flexible para la disipación de calor en el área del horno y base de enfriamiento.

El acondicionamiento de las señales de control enviadas a las resistencias a lo largo del horno mejoró el control de temperatura en el proceso gracias a los termopares colocados en cada zona del horno, brindando un calentamiento uniforme en la materia prima.

Al implementar el sistema de protección basado en fusibles individuales de las resistencias, se disminuyeron los cortos circuitos en el panel de control; como resultado se obtiene un desempeño adecuado de la seguridad en el sistema.

Las áreas aplicadas para el desarrollo del proyecto que se usaron son, software para dibujo industrial para el diseño del horno, ingeniería de materiales y resistencias de materiales para verificar cual es el material que cumple con los requerimientos especificados, proceso de manufactura saber el procedimiento que implica la manufactura, seguridad e higiene industrial las normas que ayudan a verificar que se este cumpliendo con la seguridad del trabajador y de la maquinaria, mecanismos en el sistema de funcionalidad del horno.

Se agrego el PLC junto con la pantalla HMI para que se pudiera retirar el panel del operador y no depender de los temporizadores y de esa forma disminuir las solicitudes de mantenimiento correctivo y una mejor operabilidad de la máquina, se colocó el cable justo ya que en la maquinaria anterior tenía cables más largos de lo que se deberían tener y eso incrementaba

las posibilidades de tener un corto eléctrico, como se separaron las zonas del horno en más zonas el operador tiene un mejor control de las temperaturas del horno y así consiguiendo una mejor obtención de las piezas de producción.

Se utilizaron varios softwares de trabajo tanto para el diagrama neumático y eléctrico tanto de control como de potencia, los cuales se usaron para hacer el montaje de las piezas en el tablero eléctrico.

GLOSARIO

INNOVET. Innovación en termoformados S.A de C.V

SOLGISTIKA. Nombre de la empresa establecida en la CDMX

PVC. Policloruro de vinilo

PET. Polietileno tereftalato

PS. Poliestireno

PE. Polietileno

PP. Polipropileno

Intertek. Es un proveedor de Aseguramiento de la Calidad Total para industrias de todo el mundo. A través de nuestra red global de instalaciones de última tecnología y experiencia técnica líder en la industria, proporcionamos a nuestros clientes servicios innovadores y personalizados de Aseguramiento, Ensayo, Inspección y Certificación.

BIBLIOGRAFÍA

“TERMOFORMADO” Disponible en: <https://formlabs.com/latam/blog/termoformado/>
Consultado: 03/12/22. William D. Callister [1996] “introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales”. Department of materials science and engineering, the University of Utah, páginas 15y 16

ANSI. (2019). Commercial Building. EEUU

Bolonia, C. (2017). La Reserva.com. Obtenido de http://www.lareserva.com/home/flora_fauna_de_mexico.

Dávila Newman, G. (2006). El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales. Laurus. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/761/76109911.pdf>

DeLaval, E. d. (2018). Facebook. Obtenido de <https://www.facebook.com/elestablodelaval/>

FIAEP. (2014). Obtenido de <http://fiaep.org/inventario/controlymanejodeinventarios.pdf>

González Palacio, Fenech J. L. (2015). Termoformados, dispositivos de desmolde. Estados Unidos.

Hamer. (2017). TERMOFORMADORA AUTOMATICA. MEXICO.

Ibáñez, J. M. (2008). Instalaciones frigoríficas del C.I.F.P Hesperides. En J. M. Ibáñez. Chile: 2M Impresores Ltda. Obtenido de Hesperides: <https://departamentofrigorificohesperides.blogspot.com/2016/05/eltermoconformado-de-plasticos.htm>

INAFED. (2016). Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Obtenido de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM13hidalgo/municipios/13077a.htm> l

INEGI. (2017). Cuentame INEGI. Obtenido de <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/hgo/territorio/clima.aspx?te>
ma=me&e=13

Mariano. (2011). Termoformado. México.

Mauricio Ibarra Echeverria, E. N. (2010). Materiales. Chile: 2M Impresores Ltda.

Mauricio Ibarra Echeverria, E. N. (2010). Materiales. Chile: 2M Impresores Ltda.

México, S. (2017). EL PORQUE DE MEXICO. Obtenido de Copyright:
<http://www.sitesmexico.com/mexico/significado-mexico.htm>

MyBusinessPos. (2018). MyBusiness POS Desarrollos. Obtenido de Copyright 2002-2013.: <https://www.mybusinesspos.com/inicio.html>

Norma Oficial Mexicana. (29 de 11 de 2012). SEGOB. Obtenido de Secretaria de gobernación: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5280609&fecha=29/11/2012

Notimex. (2017). El Economista. Obtenido de
<https://www.eleconomista.com.mx/politica/Mexico-cuenta-con-123.5-millones-dehabitantes-20170710-0116.html>

I PÚBLICA, S. D. (08 de marzo de 2017). ASPECTOS GENERALES DE MÉXICO. Obtenido de
<http://2006-2012.funcionpublica.gob.mx/index.php/ua/sracp/upcp/integridad2012/aspectos-generales-de-mexico.html>

Tecnología, F. d. (2015). Manual de termoformado UMSS. Termoformado, (pág. 91).

UNION, C. D. (2018). LISR. Obtenido de
https://www.personal.unam.mx/dgpe/docs/ley_isr.pdf

UPC, R. A. (2010). Obtenido de
<http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/273423/1/DLaguna.pdf>

ANEXOS

Anexo A. Cierre de proyecto.

 CIERRE DE PROYECTO				
DATOS GENERALES				
FECHA	18 de Octubre de 2022			
NOMBRE DEL CLIENTE	Jtekt			
No. DE PROYECTO	SA 131 010 1			
NOMBRE DEL PROYECTO	Toyota 45510-02360 Pallet, topcap			
GENERALIDADES				
DIMENSIONES DEL MOLDE	1600 X 960			
PLACA REFRIGERADA	N/A			
No. INSERTOS	1			
PESO DE LA HOJA	15.2827			
AVANCE (mm)	N/A			
% MERMA	12%			
PRECIO MP	\$869.02			
MONTO FLETE	\$10,400.00			
CALIBRE	0.220"			
MATERIA PRIMA E INSUMOS				
MATERIAL	☐ BOBINA ☒ LAMINA ANCHO _____ DIMENSIONES 1300 x 2000 mm			
	☐ PET ☐ PVC ☐ PS ☒ OTRO <u>hdpe</u>			
ESPECIALIDAD	☐ RPET ☐ VIRGEN ☐ GAG ☐ G ☐ HI ☐ ESD ☒ COLOR ☐ OTRO _____ OHMS/q _____ Negro con franja de color azul de 10cm ancho			
	TONALIDAD ☐ NO DEFINIDO ☐ CRISTALINO ☒ NO APLICA			
MAQUINARIA				
TERMOFORMADO	☐ TA1 ☐ TA2 ☐ TA3 ☐ TA4			
SUAJE	☐ RODILLOS ☒ VERTICAL ☐ EN LINEA			
OTRO _____	Termofomadora gran formato			
ESTANDARES DE PRODUCCIÓN				
TERMOFORMADO				
PERSONAL REQUERIDO	1			
GOSES/BAJADAS POR MINUTO	0.0303			
HOJAS X TURNO	19.998			
PIEZAS X TURNO	19.998			
SUAJE				
PERSONAL REQUERIDO	1			
HOJAS POR SUAJADA	1			
PASADAS POR MINUTO	0.0556			
PIEZAS X TURNO	36.696			
OTRO				
NOMBRE DE PROCESO	N/A			
PERSONAL REQUERIDO	N/A			
GOSES/BAJADAS POR MINUTO	N/A			
MAQUILADAS X MINUTO	N/A			
MAQUILADAS X TURNO	N/A			
EMPAQUE				
☐ CAJA	☐ BOLSA	☒ TARIMA	☐ ESQUINERO	☒ OTRO
Dimensiones	Dimensiones	Dimensiones 1.6x1.1mts	Dimensiones	Dimensiones Liner
Piezas	Piezas	18x18	Piezas	1.5x1.5
Precio	Precio	\$130.00	Precio	\$35.90
LIBERACIÓN				
Producción liberada	SI	NO		
Observaciones	La franja de color se coloca en el sentido largo de la lámina a 32cm de zona superior			
Firma responsable Proyectos	Silvia López			
ACF14 Fecha de efectividad: 01-noviembre-2017 Revisión: 00				

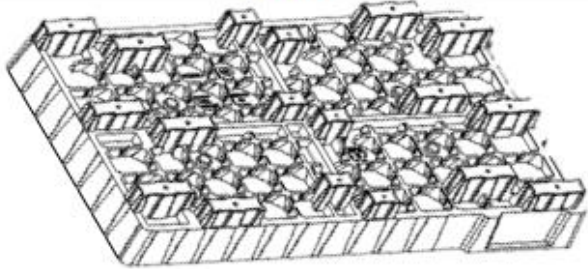
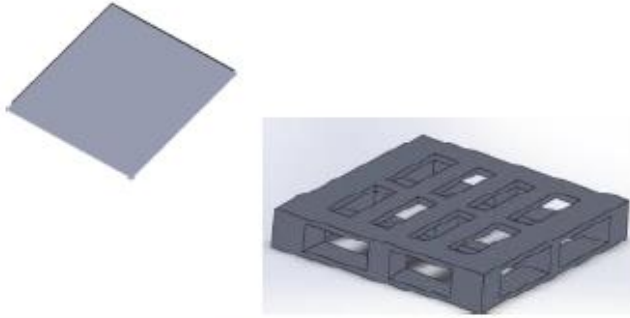
Anexo B. Revisión y liberación de muestras.

 REVISIÓN Y LIBERACIÓN DE MUESTRAS				
FECHA		No. DE PROYECTO		
22 de Diciembre de 2022		SA 131 0 10 1		
NOMBRE DEL CLIENTE		NOMBRE DEL PROYECTO		
Jtekt		Toyota 45510-02360 pallet, topcap		
INSPECCIÓN Y ENSAYO				
PRUBA	DESCRIPCIÓN	CUMPLE		OBSERVACIONES
Inspección	Visual	SI	NO	
Ensayo	Cavidades bien formadas	SI	NO	
VERIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE				
CONCEPTO	ESPECIFICACIÓN	CUMPLE		OBSERVACIONES
DIMENSIONES	1592 x 960 x 195 mm	SI	NO	
TIPO DE EMPAQUE	Base	SI	NO	
MATERIAL	HDPE	SI	NO	
COLOR	Negro con franja de color azul	SI	NO	La franja de lámina mide 10cm
CALIBRE	0.220"	SI	NO	
FUNCIONALIDAD	Base para transporte de charola de gran formato	SI	NO	
OTRA	N/A	SI	NO	
MUESTRAS LIBERADAS		SI	NO	
VISTO BUENO EJECUTIVO DE VENTAS		VISTO BUENO GERENCIA PROYECTOS		VISTO BUENO GERENCIA DE VENTAS

Anexo C. Revisión y aprobación de proyecto.

		REVISIÓN Y APROBACIÓN DE PROYECTO	
FECHA 22 de diciembre de 2022		Nº. DE PROYECTO SA 131 10 1	
NOMBRE DEL CUENTE Inket		NOMBRE DEL PROYECTO Toyota 46510-02360 pallet, topcap	
VERIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE			
CONCEPTO	ESPECIFICACIÓN	OBSERVACIONES	
DIMENSIONES	1592 x 960 x 195 mm		
TIPO DE EMPAQUE	Base		
MATERIAL	HDPE		
COLOR	Negro con franja de color azul		
CAJERRE	0.230"		
OTRA	N/A		
ESPECIFICACIONES			
CONDICIÓN CRÍTICA			
ITEM	ESPECIFICACIÓN	TOLERANCIA	REFERENCIA
Funcionalidad	Producto Toyota 46510-02360 tray debe contenerse dentro de la base, se estiban 5 de estas charolas. La base se utiliza como tapa, por lo que debe embonar con la pallet de la cama superior. Las franjas de color deben coincidir. El juego de esta estiba debe ser menor.	NA	Requerimiento de cliente
Franja de color	La franja de color se coloca en el sentido donde se localizan el grabado INNOVET	NA	Requerimiento de cliente
Perforaciones	Se consideran orificios de 1/2"	1/8"	Plano
Grabados tipo sello	Se consideran 2 grabados tipo sello: * Lote: corresponde a la ot * Fecha: corresponde a la fecha de recepción de OC	NA	Requerimiento de cliente
FUNCIONALIDAD: Base de gran formato para el transporte de charolas de gran formato. La charola funciona como base y tapa. Los ITEM's permitidos siempre y cuando no afecten la funcionalidad de la charola			
TERMOFORMADO			
DEFECTOS	MAYOR (CRÍTICO)	VISIBLE	MEJOR
REDONDEZ	NP	P	P
ARRUGAS	NP	P	P
BLANQUEADO	N/A	N/A	N/A
ADELGAZAMIENTO	NP	P	P
MARCAS	NP	P	P
OTRO	N/A	N/A	N/A
SUAJE			
DEFECTOS	MAYOR (CRÍTICO)	VISIBLE	MEJOR
REBABA	NP	P	P
DESFASE EN OJOS	N/A	N/A	P
DESFASE DE PESTAÑAS	NP	P	P
QUEBRADAS/ROTAS	NP	NP	NP
APLASTAMIENTO	NP	NP	NP
OTRO	N/A	N/A	N/A
SELLADO			
DEFECTOS	MAYOR (CRÍTICO)	VISIBLE	MEJOR
BURBUJAS	N/A	N/A	N/A
DEFORMACIÓN	N/A	N/A	N/A
DESFASE OJOS	N/A	N/A	N/A
DESFASE TOSTO	N/A	N/A	N/A
BLANQUEADO	N/A	N/A	N/A
CRITERIO DE ACEPTACIÓN			
PERMITIDO	P		
NO PERMITIDO	NP		
NO APLICA	NA		
ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DEL PRODUCTO			
APROBACIÓN DE MATERIA PRIMA Y PRODUCTO TERMINADO		APROBADO CON MUESTREO SEGÚN LA NORMA: MIL-STD-205D AQL 1.5	
APROBACIÓN DEL CLIENTE			
NOMBRE Y FIRMA DEL RESPONSABLE			
ACF13 Fecha de efectividad: 01-noviembre-2017 Revisión: 00			

Anexo D. Manual de empaque.

		MANUAL DE EMPAQUE	
FECHA	10 de enero de 2023	NO. PROYECTO	SA 131 0 10 1
		NOMBRE DEL PROYECTO	Toyota 45510-02360 Pallet, topcap
NOMBRE DEL CLIENTE	JTEKT	REVISIÓN	0
DESCRIPCION		GRAFICO	
ACOMODO DEL PRODUCTO Se acomodan 40 piezas en cada tarima.			
CONTENEDOR Tarima 1.5 x 1.20 Liner Poliestrech			
ACOMODO DEL PRODUCTO EN TARIMA Para un total de 40 piezas por tarima			

Anexo E. Plano

