



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

**MEJORAS AL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ARNESES Y
PREPARACIÓN DE INSUMOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE
EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL DIRIGIDAS AL
AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD**

Arelis Amanda Vanessa González Rodas

Asesorado por el Ing. Gabriel Antonio Chavarría Matus

Guatemala, marzo de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORAS AL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ARNESES Y
PREPARACIÓN DE INSUMOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE
EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL DIRIGIDAS AL
AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ARELIS AMANDA VANESSA GONZÁLEZ RODAS
ASESORADO POR EL ING. GABRIEL ANTONIO CHAVARRÍA MATUS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA INDUSTRIAL
GUATEMALA, MARZO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADOR	Ing. Pablo Fernando Hernández
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

MEJORAS AL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ARNESES Y PREPARACIÓN DE INSUMOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL DIRIGIDAS AL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 10 de noviembre de 2005.

Arelis Amanda Vanessa González Rodas

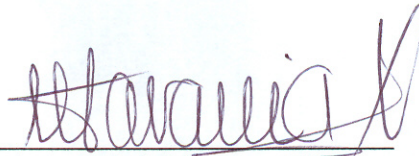
Guatemala, enero de 2007

Ing.
Jose Francisco Gómez Rivera
Director de la Escuela Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos
Su despacho.

Ingeniero Gómez:

Hago de su conocimiento que he aprobado el trabajo de graduación de la estudiante Arelis Amanda Vanessa González Rodas con carné número 200010925, con título "MEJORAS AL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ARNESES Y PREPARACIÓN DE INSUMOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL DIRIGIDAS AL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD", habiéndose cumplido los objetivos del mismo.

Atentamente,



Ing. Gabriel Chavarria

Colegiado No. 889 Colegio de Ingenieros Químicos

GABRIEL CHAVARRIA MATUS
INGENIERO QUIMICO
COLEGIADO No. 889



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MEJORAS AL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ARNESES Y PREPARACIÓN DE INSUMOS DEL SISTEMA ELÉCTRICOS DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL DIRIGIDAS AL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD**, presentado por la estudiante universitaria **Arelis Amanda Vanessa González Rodas**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing Danilo González Trejo
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO ACTIVO N.º. 6.182

Ing. Danilo González Trejo
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, febrero de 2007

/mgp

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

MIS PADRES: César Augusto González Torres
Olga Amanda Rodas de González

MI HERMANA: Grecia Lyz Yanira González Rodas

MIS ABUELOS: Isabel de Jesús González
Maria Luisa Rodas Katz

MIS TÍOS

MIS PRIMOS

MIS AMIGOS

ESPECIALMENTE: Pablo Antonio Pérez Toralla

AGRADECIMIENTOS A:

FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Ingeniero Rodrigo Luján, por su apoyo desinteresado en el desarrollo de este proyecto.

Ingeniero Gabriel Chavarría, por su guía en la realización de este trabajo de graduación.

A Refrigeradores de Guatemala, S.A., por haberme dado la oportunidad de desarrollar este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES	1
1.1. Información general de la empresa	1
1.1.1. Descripción general del producto	2
1.1.2. Descripción general del proceso de fabricación de equipos	
de refrigeración comercial	5
1.1.3. Principales insumos para la fabricación de equipos de	
refrigeración comercial	7
1.2. Proceso de fabricación de arneses y preparación de insumos del	
sistema eléctrico	9
1.2.1. Surgimiento del proceso	10
1.2.2. Descripción del producto del proceso de fabricación de arneses ...	
y preparación de insumos del sistema eléctrico	11
1.2.3. Proceso de fabricación de arneses y preparación de insumos	
del sistema eléctrico	15
1.2.4. Insumos del proceso de fabricación de arneses y preparación	
de insumos del sistema eléctrico	20
2. METODOLOGÍA	23
2.1. Importancia de la productividad	23
2.1.1. Definición	23

2.1.2.	Importancia	24
2.1.3.	Relación con el enfoque a procesos.....	24
2.2.	Herramientas para el registro y análisis de datos.	26
2.2.1.	Diagramas de proceso	26
2.2.2.	Diagramas hombre máquina	29
2.2.3.	Diagramas de recorrido.....	31
2.3.	Herramientas para el aumento de la productividad	33
2.3.1.	Herramientas de calidad	33
2.3.2.	Herramientas de ingeniería.....	36
2.3.2.1.	Análisis de la operación	37
2.3.2.2.	Medición del trabajo.....	39
2.3.2.3.	Diseño del trabajo	39
2.3.3.	Herramientas de evaluación financiera	41
3.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	45
3.1.	Distribución actual del Departamento de Eléctricos	47
3.1.1.	Layout del Departamento de Eléctricos	47
3.2.	Estudio de Tiempos.....	49
3.2.1.	Subproceso de Corte 1	55
3.2.2.	Subproceso de Corte 2	56
3.2.3.	Subproceso de Crimpado 1.....	56
3.2.4.	Subproceso de Crimpado 2.....	57
3.2.5.	Subproceso de Ensamble	58
3.2.6.	Resumen.....	60
3.3.	Identificación de las deficiencias del proceso.....	63
3.3.1.	Departamento en general	63
3.3.2.	Subproceso de Corte 1	64
3.3.3.	Subproceso de Corte 2	69
3.3.4.	Subproceso de Crimpado	71
3.3.5.	Subproceso de Ensamble	75

3.4.	Consecuencias para el proceso	76
3.4.1.	Baja productividad	76
3.4.2.	Proceso desordenado	77
3.4.3.	Poca flexibilidad del proceso	77
3.4.4.	Diagrama de Ishikawa (causa-efecto)	77
3.5.	Flujo del proceso Actual	78
4.	MEJORAS PROPUESTAS AL PROCESO DE FABRICACIÓN	81
4.1.	Propuesta de mejoras al proceso	81
4.2.	Mejoramiento del flujo del proceso	82
4.2.1.	Ampliación del espacio del departamento.	82
4.2.2.	Redistribución del área	83
4.2.3.	Creación de una nueva estación de trabajo	84
4.3.	Aprovechamiento de los recursos disponibles.....	85
4.3.1.	Integración de tiempos de operario a tiempos de máquina	85
4.3.2.	Reasignación de recursos en las estaciones de trabajo.....	86
4.4.	Flujo del proceso propuesto	88
4.5.	Mejora de las condiciones de trabajo	89
4.5.1.	Departamento en general.....	89
4.5.2.	Subproceso de Corte 1.....	90
4.5.3.	Subproceso de Crimpado	92
4.5.4.	Subproceso de colocación de Housing	93
4.6.	Automatización de Procesos	93
4.7.	Creación y modificación de dispositivos que faciliten las	
	operaciones	100
4.7.1.	Dispositivos para transporte de productos en proceso.....	100
4.7.2.	Herramientas para identificación de productos	102
4.7.3.	Dispositivos para almacenamiento de herramientas	103
4.7.4.	Mesas de trabajo	104
4.8.	Resumen de la propuesta.....	104

4.9.	Evaluación financiera del proyecto.....	105
4.10.	Beneficios de la implantación de la propuesta.....	106
4.10.1.	Aumento de la capacidad de producción	106
4.10.2.	Reducción en costo de mano de obra.....	107
4.10.3.	Personal más eficiente y motivado.....	107
4.10.4.	Aumento en el índice de balance de los recursos.....	108
4.10.5.	Aumento de la productividad (producción / horas de trabajo)	109
4.11.	Gráfico comparativo.....	110
5.	IMPLANTACIÓN	113
5.1.	Listado de actividades en orden de prioridad.....	113
5.1.1.	Presentación del proyecto.....	113
5.1.2.	Comunicación de proyecto al personal del departamento	113
5.1.3.	Mejoras para facilitar las operaciones.....	114
5.1.4.	Automatización de procesos	114
5.1.5.	Mejoras al flujo del proceso	115
5.1.6.	Mejoras para el aprovechamiento de los recursos disponibles ..	115
5.1.7.	Mejoras a las condiciones trabajo	115
5.2.	Asignación de responsabilidades y recursos.	117
6.	SEGUIMIENTO	119
6.1.	Verificación del cumplimiento de objetivos.....	119
6.2.	Análisis de riesgos de las mejoras implantadas.....	121
6.3.	Retroalimentación y ajustes para optimización de las mejoras	
	implantadas.....	121
6.4.	Documentación del proceso	126
	CONCLUSIONES	127
	RECOMENDACIONES	131
	BIBLIOGRAFÍA	133

ANEXO 1	135
ANEXO 2	137
APÉNDICE 1	143
APÉNDICE 2	149

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Gama de productos	3
2. Diagrama de procesos	6
3. Arnéses eléctricos.....	12
4. Insumos del sistema eléctrico	14
5. Herramientas manuales del proceso	19
6. Pistola de calor	19
7. Carretes de cables en distintos calibres y colores	20
8. Carretes de terminales.....	21
9. Distintos tipos de housings	21
10. Aislante termoencogible, cinta de aislar y cinta adhesiva	22
11. Símbolos utilizados en diagramas de proceso.....	27
12. Diagrama hombre-máquina	30
13. Diagrama de recorrido	32
14. Diagrama de Pareto.....	35
15. Diagrama de Ishikawa	36
16. Layout actual del departamento.....	48
17. Equipo seleccionado.....	51
18. Capacidad de producción por subproceso.....	61
19. Nivel de ocupación por subproceso	61
20. Departamento de eléctricos	64
21. Cinta adhesiva sujetando extremos de los cables	65
22. Bandeja de salida de cables	66

23. Carencia de dispositivo para clasificación de cables.....	66
24. Ineficiencia en identificación de cables.....	67
25. Conos de metal en toneles de cables.....	67
26. Trabajo de pie en corte 1.....	68
27. Ubicación de lista de corte en estación de trabajo.....	69
28. Manejo de materiales en corte 2.....	70
29. Tareas totalmente manuales en corte 2.....	70
30. Guía de corte de cables.....	71
31. Distancia de las mesas de trabajo hacia almacenamiento de materiales y herramientas.....	72
32. Iluminación en crimpado.....	74
33. Manejo de material en crimpado.....	74
34. Piezas crimpadas.....	75
35. Ubicación de arneses por probar y probados.....	75
36. Incorrecta identificación de arneses no conformes.....	76
37. Diagrama de Ishikawa del proceso.....	78
38. Flujo actual del proceso.....	79
39. Distribución del departamento propuesta.....	84
40. Croquis de bandeja de salida para máquina cortadora de cables.....	86
41. Flujo del proceso propuesto.....	88
42. Barrera de seguridad en mezanine.....	89
43. Atril para lista de corte.....	91
44. Conos metálicos para toneles de cable.....	91
45. Máquina Unistrip 2600.....	94
46. Máquina Delta 60.....	97
47. Carrito para transporte de arneses.....	101
48. Carrito para transporte de insumos eléctricos.....	102
49. Etiqueta para identificación de cables.....	103
50. Calculo del índice de balance de recursos.....	108

51. Cuadro comparativo de capacidad de producción por subproceso	110
52. Gráfico de Gantt del proyecto	117
53. Hoja de soporte para seguimiento de los objetivos del proyecto	120
54. Reporte de mejora al área de trabajo	123

TABLAS

I. Resumen de estudio de tiempos.....	54
II. Capacidad máxima de producción diaria por subproceso	60
III. Asignación de recursos en crimpado	73
IV. Reasignación de recursos en crimpado	87
V. Especificaciones técnicas de máquina Unistrip 2600	96
VI. Especificaciones técnicas de máquina Delta 60.....	98
VII. Tipos de cortes y desforres requeridos en el proceso	98
VIII. Resumen de la propuesta.....	104

GLOSARIO

Arnés	El conjunto de cables, alambres, terminales y conectores que transportan la energía eléctrica hacia los distintos dispositivos eléctricos de los equipos de refrigeración.
Automatización	Es un sistema en donde se transfieren tareas de producción, habitualmente, realizadas con recurso humano a un conjunto de elementos tecnológicos.
Conectores <i>Housing</i> 	Dispositivos plásticos utilizados para el ensamble de los arneses. Incluye espacios llamados circuitos, en los cuales se incrustan los cables.
Clorofluorocarbonos (CFC's)	Son muy utilizados como refrigerantes, pero se ha demostrado que al ser liberados a la atmósfera deterioran la capa de ozono que protege la tierra de los rayos ultravioleta.
Disponibilidad	Tiempo real de la jornada aprovechable para las actividades de producción.

Insumos del sistema eléctrico Incluye todas las piezas eléctricas necesarias para el funcionamiento de los de los equipos de refrigeración, tales como: ventiladores, resistencias de drenaje, resistencias perimetrales, cordones tomacorrientes, bases de lámpara, balastos y filtros supresores de voltaje.

Juego de arneses El conjunto de los cinco distintos arneses necesarios para la distribución de energía eléctrica dentro de los equipos de refrigeración comercial.

Nivel de ocupación Llamado también tasa de utilización de la capacidad, e indica el nivel aprovechado de la capacidad, para la cual se ha diseñado el proceso. Se expresa en las mismas unidades, tanto en el numerador como en el denominador y en periodos de tiempo.

Poliol y ciclopentano El poliol es un polímero que al reaccionar con el ciclopentano, un combustible derivado del petróleo, producen una espuma termoaislante muy eficiente, no tóxica y no contaminante, ya que, causa un leve impacto a la capa de ozono en comparación con otros aislantes.

Pull down	Tiempo en el que se alcanza la temperatura especificada dependiendo del modelo del equipo.
Refrigerante R 134-a	Se está utilizando como reemplazo de los CFC's, no contiene cloro por lo que es menos tóxico. Es un reemplazo seguro, muy eficiente y no daña la capa de ozono.
Requerimiento	Tiempo necesario para satisfacer la demanda de producción.
Terminales	Pines fabricados de materiales conductores que se colocan en los extremos de los cables para la correcta sujeción de estos dentro de los conectores plásticos.
Tiempo de ciclo	Tiempo obtenido mediante el estudio de tiempos, este indica cuántos minutos se tarda un producto en procesarse o fabricarse.
Tiempo takt	Tiempo máximo teórico que debe durar una operación según el tiempo disponible de la jornada de trabajo.
Proceso	Conjunto de actividades relacionadas, las cuales transforman elementos de entrada o insumos en resultados.

RESUMEN

La empresa en estudio ocupa una posición de liderazgo a nivel regional, sin embargo, en un entorno globalizado cada día más competitivo, el mantener tal posición es un reto que requiere esfuerzos continuos. Por lo tanto, la mejora de los procesos existentes resulta vital, para lograr los objetivos organizacionales.

El proceso de fabricación de arneses y preparación de insumos del sistema eléctrico, por constituir un factor limitante en la expansión de la empresa. Un análisis inicial del departamento, permitió mediante el uso de herramientas de Ingeniería Industrial, identificar las principales oportunidades de mejora, necesidades, fortalezas y debilidades del proceso.

El proceso consta de cinco subprocesos: Corte 1 y 2, Crimpado 1 y 2 y por último Ensamble. Todos los subprocesos con excepción de Crimpado 1 poseen, en la actualidad, la capacidad de satisfacer una demanda diaria de producción de 180 equipos de refrigeración comercial. Sin embargo, factores como el flujo inadecuado, espacio restringido, mala distribución del departamento, mal aprovechamiento de la maquinaria y herramienta, iluminación deficiente, carencia de un sistema eficiente de ventilación y condiciones inseguras para los operarios, afectan la productividad del mismo.

La propuesta desarrollada se compone de: Actividades encaminadas, directamente, a la optimización del flujo como la ampliación del espacio, la redistribución del área y la creación de una nueva estación de trabajo. Mejoras

a las condiciones de trabajo que abarcan la instalación de iluminación adecuada, dotación de alfombras antifatiga a las estaciones de trabajo y otras. La creación y modificación de dispositivos que facilitan el trabajo como carretillas, herramientas y mesas especiales. Finalmente, la automatización del subproceso de Corte 2 mediante la adquisición de una máquina desforradota de cables.

La implantación de la propuesta se realizó siguiendo un criterio de priorización, según el impacto-costo de los componentes de la misma, asegurando que cumpla sus objetivos al incluirlos en el Sistema de Gestión de Calidad existente en la empresa.

OBJETIVOS

- **General**

Aumentar la productividad del proceso de fabricación de arneses y preparación de insumos del sistema eléctrico de los equipos de refrigeración comercial, a través de la incorporación de mejoras al proceso.

- **Específicos**

1. Definir la situación actual del proceso de fabricación de arneses y preparación de insumos del sistema eléctrico, dando detalle de las actividades realizadas y los recursos que se emplean.
2. Determinar las herramientas de Ingeniería y de calidad adecuadas para convertir los datos recopilados en información útil al análisis del proceso.
3. Identificar las oportunidades de mejoras en cada una de las actividades del proceso de producción de arneses y preparación de insumos del sistema eléctrico.
4. Medir los beneficios esperados de la implantación de las mejoras al proceso en estudio.

5. Implantar las mejoras al proceso en estudio, tomando en cuenta los recursos necesarios así como los responsables.
6. Establecer un procedimiento de producción de arneses y preparación de insumos del sistema eléctrico documentado para medir los resultados del proceso productivo.
7. Diseñar un mecanismo que facilite la captación de información para la retroalimentación y realización de ajustes a las mejoras implantadas.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, ante los nuevos desafíos de la globalización se exige que las organizaciones sean, verdaderamente, competitivas, es decir, que generen valor, reflejado en aumentos de productividad. Esto es un reto para las organizaciones, ya que, el ser competitivas significa tener características especiales que les permitan ser escogidas dentro de un grupo de organizaciones. Las características que las hacen sobresalir con sus bienes y servicios son: su calidad, sus habilidades, su capacidad de cautivar, de atender y asombrar a sus clientes, sean internos o externos; estas juntas se transforman en un generador de rentabilidad.

Para que la empresa en estudio aumente su competitividad y logre permanecer en el liderazgo en exportaciones, en Guatemala, y es más para que pueda participar en nuevos mercados, es muy importante que la productividad de cada una de sus actividades aumente constantemente.

El sistema de producción de esta empresa es bastante complejo y reúne la totalidad de actividades necesarias para realizar el diseño y fabricación de equipos de refrigeración comercial. En este sistema de producción se transforman materias primas simples como: lámina, tubería de cobre, cables y otros, en un producto de alto valor agregado, equipos de refrigeración comercial.

Se ha observado el proceso de fabricación de arneses y preparación de insumos del sistema eléctrico, siendo los arneses el conjunto de cables, alambres y conectores que transportan la energía eléctrica hacia los componentes de los equipos, los insumos son piezas como los balastos, bases de lámparas, etc.

Resulta, entonces, de vital importancia aumentar la productividad del proceso de fabricación de arneses y preparación de insumos del sistema eléctrico de equipos de refrigeración comercial, de una manera sistemática mediante el uso de herramientas de ingeniería y de calidad. El aumento en la productividad se verá reflejado en aumentos de producción por unidad de tiempo, reducción de costos de operación y mejora en la calidad de los productos, gracias a la implantación de mejoras al flujo del proceso, al mejor aprovechamiento de los recursos disponibles, mejoras a las condiciones de trabajo, automatización de procesos y facilitación de las operaciones.

1. ANTECEDENTES

1.1. Información general de la empresa

La empresa en estudio inició operaciones en Guatemala en el año de 1981 y desde entonces ha tenido liderazgo en el mercado de la refrigeración comercial y grandes tasas de crecimiento debido a la preferencia de los principales productores de bebidas gaseosas, cervezas, jugos y refrescos naturales, lácteos, avícolas, empacadoras de embutidos, hielo y otros productos alimenticios.

Actualmente su clientela se extiende a Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Estados Unidos, México, Puerto Rico, República Dominicana, Cuba, Bahamas, Curacao, Jamaica, Martinica, Saint Marteen, Surinam, Trinidad y Tobago, Ecuador, Venezuela y Perú.

Los equipos que se fabrican en esta empresa están certificados por *Underwriters Laboratories* de los Estados Unidos (UL), que certifica la calidad y diseño de los componentes eléctricos de acuerdo a los estándares de Norteamérica y Canadá; también se cuenta con la aprobación del estándar de salud, seguridad y protección ambiental N.S.F (*Nacional Sanitation Foundation*) requerido en Estados Unidos.

Esta empresa posee también certificados de Coca-Cola Company Co. y PepsiCo que le permiten evaluar equipos con sus nombres y bajo sus

estándares. En 1996 el programa de Naciones Unidas para el desarrollo le otorgó un reconocimiento por ser la primera industria en América Latina y la segunda a nivel mundial, en haber completado el programa de reconversión industrial en protección a la capa de ozono eliminando el uso de clorofluorocarbonos (CFC's) en la producción de equipos de refrigeración comercial.

En 1998 ganó el premio Carlos José Castillo por ser el mejor exportador del año y el premio a mejor exportador de manufacturas otorgado por la AGEXPRONT, y en el 2005 nuevamente ha sido galardonada con ambos reconocimientos por el gran impacto que ha tenido en las exportaciones guatemaltecas.

1.1.1. Descripción general del producto

En un inicio, alrededor del año de 1899 los refrigeradores eran simplemente cajones de madera aislados para preservar alimentos a los que se les colocaba hielo en la sección trasera.

Estos equipos de refrigeración tenían la ventaja de ser muy económicos, pero tenían la gran desventaja de que enfriaban muy poco, eran de madera y su aislamiento era muy deficiente ya que era de papel, de aserrín o de corcho.

Con el avance de la tecnología de los compresores, de los gases refrigerantes y sistemas de aislamiento térmico, se fueron innovando los equipos de refrigeración hasta ser lo que hoy son.

En esta fábrica se producen más de 105 modelos de equipos de refrigeración comercial, con más de 250 variedades por modelo con el fin de satisfacer las necesidades particulares de los clientes, ver figura 1.

La gama de los equipos de refrigeración comercial que se produce es muy amplia, esta incluye:

- Vitrinas refrigeradoras y congeladoras de una, dos y tres puertas con bisagras o puertas corredizas
- Enfriadores y congeladores horizontales de placas y aire forzado
- Hieleras
- Congeladores para helados
- Refrigeradores con acabados de acero inoxidable
- Línea Froster vertical y horizontal para almacenamiento de cervezas a una temperatura inferior a 0°C.
- Mostradores refrigerados
- Conservadores de hielo

Figura 1. Gama de productos



Todos estos productos ofrecen frío, buena presentación y accesibilidad al consumidor.

Los equipos poseen estructuras sólidas y robustas, fabricadas con materiales resistentes a la oxidación.

Los sistemas de refrigeración están diseñados para enfriar eficientemente en ambientes tropicales de 40.5 °C y 75% de humedad relativa, además poseen un rápido “*pull-down*” para enfriar más rápido la carga de productos y aumentar la rotación del volumen de ventas frías.

Todos los refrigeradores utilizan el gas R-134a libre de CFC's para la protección de la capa de ozono.

El diseño ha sido desarrollado para facilitar y hacer eficiente el servicio técnico de mantenimiento.

Para conocer más a fondo las piezas que forman los equipos producidos en ésta fábrica se recomienda consultar el anexo 1 explosión de partes de equipos de refrigeración.

1.1.2. Descripción general del proceso de fabricación de equipos de refrigeración comercial

El tipo de proceso que se lleva a cabo en ésta planta es de fabricación ya que todos los componentes y materias primas se convierten en un equipo de refrigeración comercial. La estructura del flujo del proceso, es decir, la forma en que se organiza el flujo del material, se puede decir que es una línea de producción ya que las partes separadas se mueven de una estación a otra a un ritmo controlado, siguiendo la secuencia necesaria para fabricar los equipos.

El proceso de fabricación de equipos de refrigeración comercial es bastante complejo es por esto que nos valemos de un diagrama de procesos para comprenderlo de mejor manera (ver figura 2, página 6).

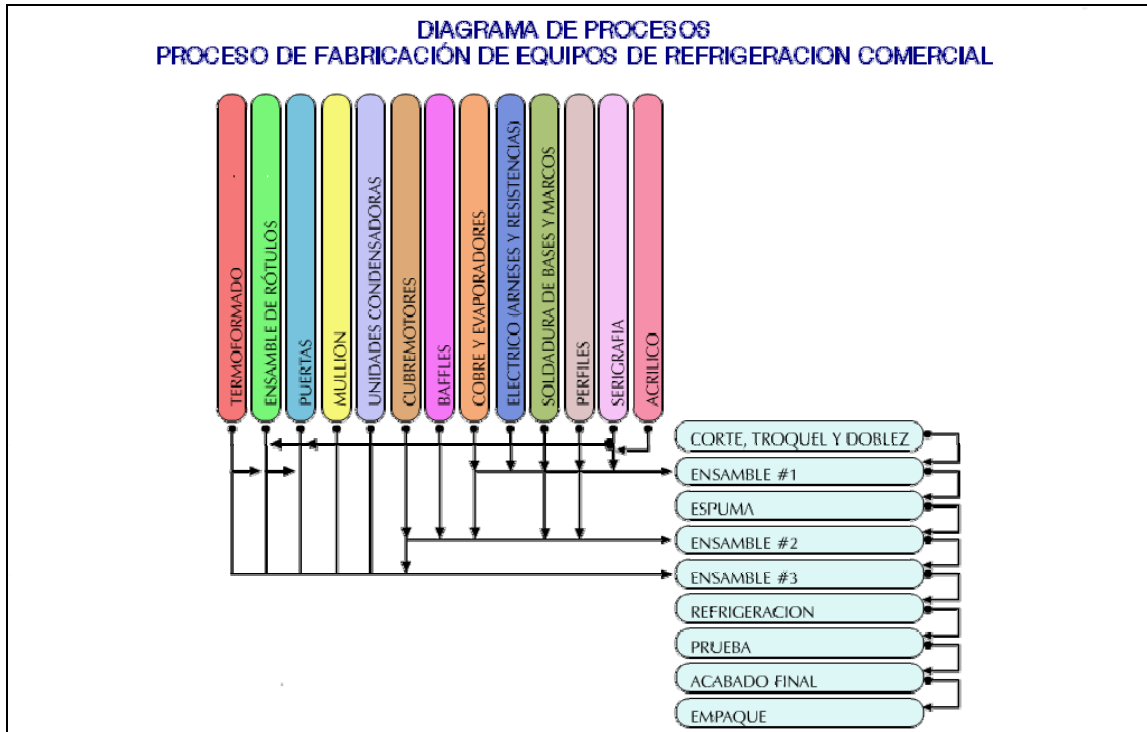
La primera parte del proceso de producción se realiza en el departamento de metales donde por medio del corte, troquel y dobléz de los rollos de lámina se fabrican las piezas metálicas que forman los distintos equipos, cada una de las piezas que se fabrican aquí son trasladadas al ensamble 1 y a los subensambles dónde se trabajan otros componentes de los equipos de refrigeración.

En el ensamble 1, se fabrican los gabinetes de los refrigeradores con piezas provenientes de los departamentos de metales, termoformado, rótulos, cobre y evaporadores, eléctricos, soldadura de bases, perfiles y serigrafía.

Después de ser ensamblados, los gabinetes son trasladados al departamento de espuma en donde se inyecta dentro de las paredes del

gabinete una mezcla de polioli y ciclopentano y estos al reaccionar forman una espuma termo aislante.

Figura 2. Diagrama de procesos



Fuente: Manual de calidad Fogel.

Los gabinetes ya espumados son trasladados al departamento de ensamble 2, en donde se les coloca el baffle, el evaporador, las bases sobre las cuales descansan los equipos, marcos de aluminio y perfiles, luego pasan al ensamble 3 en donde a los equipos se les coloca piezas plásticas provenientes de termoformado, de rótulos, puertas, mullion, unidades condensadoras y cubremotores.

Posteriormente se practica una prueba de funcionamiento al 100% de los equipos, luego de esto se envían al departamento de acabado final en donde se limpian totalmente y se reparan las imperfecciones físicas que puedan tener los equipos; a aquellos que por la magnitud de los daños necesiten pasar por la cabina de pintura se les aplica una película de pintura a base de poliuretano.

A cada equipo se le coloca las calcomanías decorativas y de identificación, sus accesorios, parrillas y demás complementos, para después empacarlos debidamente y así darles una buena presentación.

1.1.3. Principales insumos para la fabricación de equipos de refrigeración comercial

Los insumos utilizados para la fabricación de equipos son de calidad mundial lo que contribuye a que los equipos de refrigeración sobrepasen las expectativas y los requerimientos aún de los clientes más exigentes.

Los principales materiales utilizados para la fabricación de los equipos son los siguientes:

- **Lámina:** Los equipos de refrigeración utilizan distintos tipos de lámina dependiendo de los modelos, entre estos se encuentra la lámina galvanizada calibre 16, 18 y 22, además lámina prepintada negra o blanca en calibre 25 y 22 y lámina de acero inoxidable. Este material se encuentra en presentación de rollos de hasta 12500 libras.

- **Poliol:** Este polímero es uno de los dos materiales para la fabricación de la espuma termo aislante que se inyecta en el gabinete del equipo, debe ser protegido del sol y altas temperaturas ya que pueden alterar su composición química. Su presentación es el tonel.
- **Ciclopentano:** Es el agente espumante con el cual el Polioliol reacciona formando la espuma aislante térmica de los equipos. Es altamente inflamable por lo que debe ser tratado con especial cuidado y almacenado en un lugar especial donde no exista tránsito de personas ni riesgo de emisiones de fuego.
- **Tubería de cobre:** Este material es utilizado para la fabricación de componentes del sistema de refrigeración como lo son evaporadores, placas, y unidades condensadoras.
- **Perfiles y molduras de aluminio y PVC:** estos son utilizados básicamente en los sistemas de puertas.
- **Compresores:** Estos son utilizados para la fabricación de las unidades condensadoras con distintas potencias dependiendo del modelo del equipo, por ejemplo una vitrina refrigeradora pequeña utiliza un compresor de 1/5 Hp. mientras que un congelador horizontal grande llega a utilizar un compresor con capacidad hasta de $\frac{3}{4}$ Hp.
- **Serpentines para condensador y evaporador:** Estos serpentines son utilizados en la fabricación de componentes del sistema de refrigeración de los equipos, aunque tienen distintas funciones su estructura física es muy similar. El condensador desplaza calor del vapor de alta presión que se desprende del compresor y lo condensa en líquido a alta presión, mientras

que el evaporador según pasa vapor a baja presión absorbe el calor del gabinete del equipo.

- **Vidrios:** Son utilizados en las puertas y poseen la característica de que en la parte interna circula gas refrigerante que forma un aislamiento térmico que contribuye a que el gabinete se mantenga a la temperatura requerida.
- **Empaques magnéticos:** Se utilizan para el sistema de puertas, estos permiten un sello hermético que impide la transferencia de calor no deseada del gabinete del equipo con el exterior.
- **Insumos eléctricos:** esto se detallará más adelante en este trabajo, pero básicamente incluye balastos, sujetadores de lámparas, terminales para cables, filtros supresores de voltaje, etc.
- **Calcomanías y acrílicos:** Las calcomanías se utilizan para la decoración de los equipos y los acrílicos se utilizan para la fabricación de los rótulos según el diseño que el cliente prefiera.
- **Parrillas:** Para facilitar el acomodo y buena presentación de los productos que deben ser refrigerados se utilizan parrillas fabricadas con alambre galvanizado recubiertas con una capa de pintura anticorrosiva.

1.2. Proceso de fabricación de arneses y preparación de insumos del sistema eléctrico

Los arneses eléctricos son el sistema nervioso de los equipos de refrigeración comercial puesto que abastecen de energía los distintos

componentes eléctricos que tienen una función específica en el ciclo de refrigeración.

Estos elementos son de gran importancia dentro del proceso productivo ya que afectan directamente el funcionamiento de los refrigeradores y por ende puede afectar la calidad del producto y por ende la satisfacción de los clientes.

1.2.1. Surgimiento del proceso

En un inicio los arneses eléctricos eran comprados a una compañía externa y se adaptaban a los requerimientos propios de cada equipo, integrándolos a los insumos del sistema eléctrico de éstos. Este proceso de modificación y adaptación era muy lento ya que se hacía en forma 100% manual y por la complejidad de los arneses esta tarea se tornaba confusa.

Por otro lado existían muchos problemas con los clientes debido a que eventualmente se producían cortos circuitos en los equipos de refrigeración, esto se daba debido a que el proveedor no tenía un estricto control de calidad de sus productos.

De esta necesidad surgió el departamento de eléctricos, ahora el diseño de los arneses eléctricos se adapta a las necesidades del producto, se tiene un control más eficiente del proceso, se detectan con mayor facilidad las fallas y no es necesario tener un gran stock de arneses terminados.

1.2.2. Descripción del producto del proceso de fabricación de arneses y preparación de insumos del sistema eléctrico

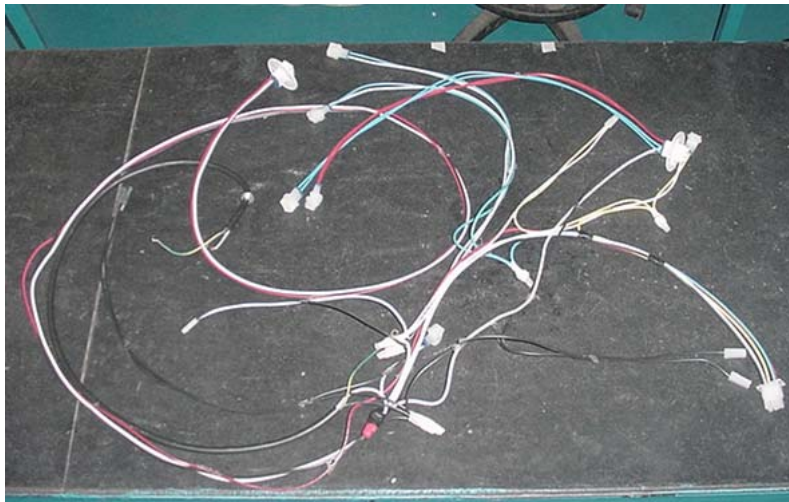
Los arneses (ver figura 3, página 12) son el conjunto de cables, alambres, terminales y conectores que transportan la energía eléctrica hacia los distintos dispositivos eléctricos necesarios para el funcionamiento de los equipos de refrigeración. Los arneses alimentan las resistencias perimetrales, los distintos componentes de la unidad condensadora, termostatos, *timers* y el sistema de iluminación.

Todos los equipos incluyen cinco arneses distintos cuya estructura varia dependiendo del modelo que se esté fabricando, y son los siguientes:

- **Arnés de unidad condensadora:** Es el que recibe la energía eléctrica del cordón tomacorriente, y alimenta el arnés de tina.
- **Arnés de tina:** Es la red principal del sistema eléctrico del equipo y se utiliza para distribuir la energía eléctrica a los arneses que alimentan los distintos elementos eléctricos de los equipos de refrigeración. Se encuentra ubicado entre la tina y el gabinete exterior dentro del espumado.
- **Arnés de potencia:** Recibe energía del arnés de tina y la lleva al controlador de temperatura del termostato, este dispositivo tiene la capacidad de activar los relees el compresor, el ventilador de condensador, la resistencia de deshielo y la resistencia de drenaje.

- **Arnés de baffle:** Distribuye la corriente que recibe del arnés de potencia hacia los la resistencia de drenaje, de deshielo y al bombillo o lámpara de iluminación.
- **Arnés de tierra:** Si existiera una descarga en cualquier componente del sistema eléctrico ubicado dentro de la tina (que esta aislada del exterior por medio de la espuma termo aislante), el arnés de tierra liberaría la energía hacia el cordón tomacorriente protegiendo al equipo y al usuario.

Figura 3. Arneses eléctricos

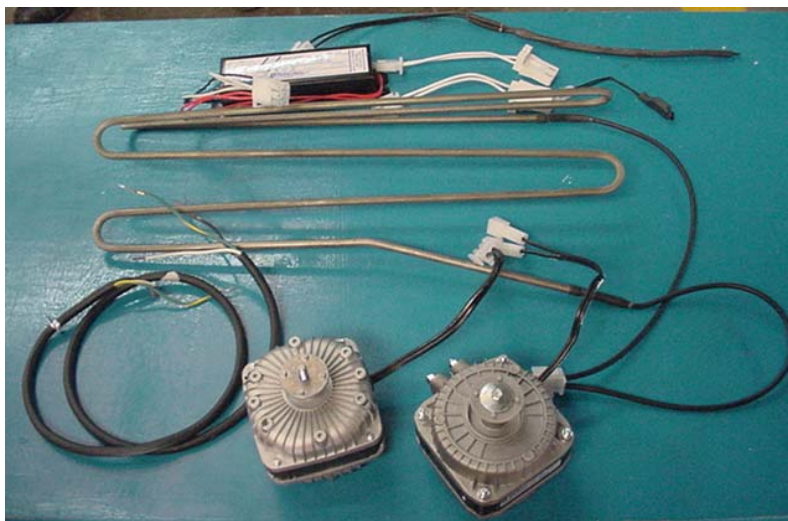


Los **insumos del sistema eléctrico** (ver figura 4, página 14) incluyen todas las piezas eléctricas necesarias para el correcto funcionamiento de los equipos y son los siguientes:

- **Filtro supresor de voltaje:** Este tipo de filtro absorben picos de voltaje protegiendo los componentes eléctricos como motores y compresores, estos dispositivos se colocan en paralelo al dispositivo eléctrico o carga.
- **Resistencia de deshielo:** Eleva la temperatura del gas para evitar su bloqueo en el evaporador ayudando a que circule hacia el compresor.
- **Resistencia de drenaje:** Se encarga de descongelar el agua del drenaje que elimina el agua del evaporador al ocurrir el deshielo. Cuando no existe el deshielo si hubiera acumulación de agua puede ocurrir que todo el líquido se solidifique y obstruya el evaporador lo que provocaría un mal funcionamiento del equipo, es decir que ya no enfriara el gabinete.
- **Ventiladores:** Son los encargados de provocar el flujo de aire dentro del equipo, que permite obtener una temperatura uniforme dentro del gabinete, a este proceso se le conoce como convección forzada. El ciclo de transferencia de calor es el siguiente: el ventilador absorbe el aire del gabinete, el aire al pasar por el condensador y al encontrarse a mayor temperatura transfiere su energía a éste; el aire al regresar al gabinete que ya se encuentra a menor temperatura absorbe la energía del producto que se encuentra dentro del gabinete, y así se repite el ciclo.

- **Cordones tomacorrientes:** Son los que alimentan de energía eléctrica a todo el equipo. En la mayoría de los modelos de equipos de refrigeración se conecta en la caja eléctrica del compresor.
- **Bases de lámpara (*Lamp Holders*):** Son los dispositivos que sostienen las lámparas fluorescentes del sistema de iluminación de los equipos:
- **Balastos:** Son dispositivos que pertenecen al sistema de iluminación y se utilizan para lograr las condiciones necesarias en el circuito eléctrico (voltaje, corriente y forma de onda) para el encendido y buen funcionamiento de las lámparas.
- **Cordón de válvula:** Es un cable multiconductor que se utiliza para llevar energía eléctrica del arnés de tina a la válvula de descompresión. Esta válvula se encuentra ubicada en la espalda del equipo y su función es mantener la presión constante dentro del gabinete aunque la puerta se abra con frecuencia.

Figura 4. Insumos del sistema eléctrico



Todos los insumos del sistema eléctrico son preparados debidamente para su correcta integración a los equipos de refrigeración. Aunque no sufren un proceso de transformación, si son adaptados según las especificaciones y requerimientos de cada modelo, las principales modificaciones que se les realizan son: el ajuste de la longitud y desforre de los cables, la colocación de terminales e instalación de conectores.

1.2.3. Proceso de fabricación de arneses y preparación de insumos del sistema eléctrico

Como se definió en el punto anterior, los productos del departamento de eléctricos se agrupan en dos categorías:

- Arnese

Su proceso de fabricación requiere la siguiente ruta de subprocesos: corte1, crimpado1 y ensamble.

- Insumos del sistema eléctrico debidamente adaptados a los equipos

Su proceso de fabricación esta compuesto por los siguientes subprocesos: corte2 y crimpado2.

- **Corte 1:**

En base a un plano por arnés y lista de corte por juego de arneses proporcionados por ingeniería del producto se procede al corte de los cables.

En la lista de corte está definido el código de corte, el numero de plano, el color de cable, largo, largo de los desforres en los extremos, y el arnés al que pertenece el cable.

La estación de trabajo consta de una máquina cortadora y desforradora de cables automática, y un operario para manejarla. La máquina desforradora tiene la capacidad de cortar y desforrar cables de calibre 12 a 22 AWG.

La operario procede a cortar lotes de 50 juegos de arneses aunque la orden de trabajo sea mayor, todo con el fin de satisfacer la demanda de las distintas líneas de producción simultáneamente. Si la orden de trabajo fuera menor a 50 equipos se hace el corte de cables para completar la orden a cabalidad.

Luego los distintos cables se separan en manojos, se atan con cinta adhesiva en la que se anotan el largo y medida de los desforres y se colocan en las cercanías de la estación de trabajo para que los operarios de crimpado los tomen y continúen con el proceso.

- **Corte 2:**

En base al plano proporcionado por ingeniería del producto, se procede al corte del cable de los insumos del sistema eléctricos según lo indicado. En esta estación de trabajo también se cortan y desforran algunos cables que no pueden trabajarse en la máquina desforradora, realizándolo con herramientas manuales adecuadas para la operación.

- **Crimpado 1:**

Este subproceso se lleva a cabo en dos estaciones de trabajo en las que se crimpa (remacha) la terminal a todos los cables de los arneses antes mencionados, según el plano proporcionado por ingeniería del producto.

En cada estación de trabajo labora un operario que realiza las actividades mediante una máquina crimpadora con sus respectivos aplicadores o herramientas para el crimpado de cada tipo de terminal.

- **Crimpado 2:**

El subproceso de crimpado 2 se realiza en una estación de trabajo similar a las de crimpado 1, en la que se colocan las terminales a los cables de los insumos eléctricos.

- **Ensamble:**

Este subproceso consiste en incrustar los cables con su respectiva terminal dentro de los circuitos de los housings o conectores, dando forma al arnés.

El ensamble se hace en base al plano proporcionado por ingeniería del producto, en el que se indica detalladamente la conexión de los cables para la fabricación del arnés.

Para las actividades de ensamble se posee una mesa de trabajo en la que 4 operarios ensamblan los distintos arneses, por lo general se trabajan los lotes de cada tipo de arnés en parejas, por ejemplo dos operarios están trabajando el arnés de tina mientras que los otros dos trabajan el arnés de unidad, y al terminarse uno continuar con el siguiente.

Ensamble sin tablero:

Este subproceso se realiza de manera manual, las herramientas utilizadas son: prensa terminales y extractores de terminales, estas últimas se utilizan para extraer un cable con terminal cuando ya ha sido instalada en el circuito de un housing o conector en caso de error.

Ensamble con tablero:

El tablero es un instrumento facilitador del ensamble del arnés de tina, que es el más complejo de todos. Su objetivo principal es permitir al operario introducir los cables en los housings con ambas manos, proporcionando a la

vez una guía visual para el ensamble de los arneses. Esto se logra mediante cabezales que sujetan los distintos housings en posición sobre un diagrama o plano del arnés.

Figura 5. Herramientas manuales del proceso



De izquierda a derecha: Extractor de terminales, alicate, desferrador manual, crimpadora manual y vise grip

Figura 6. Pistola de calor



1.2.4. Insumos del proceso de fabricación de arneses y preparación de insumos del sistema eléctrico

Los insumos utilizados en el proceso en estudio son los siguientes:

Cable **calibre 14,16 y 18 AWG** (ver figura 7) en los colores negro, verde, rojo, negro y amarillo, el cable es utilizado para la fabricación de los arneses y la presentación que se utiliza es la de tonel, aunque en ocasiones el cable calibre 14 se compra en cajas de 100 metros.

Figura 7. Carretes de cables en distintos calibres y colores



Diferentes tipos de terminales (ver figura 8, página 21), estas son utilizadas para unir las fibras de los cables y ensamblarse en los conectores o housing, que son los que se utilizan para ensamblar los arneses.

Figura 8. Carretes de terminales



Conectores o housings (ver figura 9), dispositivos plásticos utilizados para el ensamble de los arneses. Estos componentes están formados por espacios llamados circuitos en los cuales se incrustan los cables.

Figura 9. Distintos tipos de housings



Aislante termo encogible, cinta de aislar y cinta adhesiva, para asegurar los componentes y evitar cortos circuitos por mal contacto entre estos.

Figura 10. Aislante termoencogible, cinta de aislar y cinta adhesiva



2. METODOLOGÍA

2.1. Importancia de la productividad

Actualmente para que una empresa pueda ser verdaderamente competitiva, es necesario que sus productos incluyan un valor agregado que satisfaga las necesidades de sus clientes. Este valor agregado se genera mediante el uso inteligente de los recursos disponibles, a este uso inteligente se le conoce como productividad.

2.1.1. Definición

La productividad es una medida de qué tan bien una empresa está utilizando sus recursos o factores de producción. Y en un sentido general se define como:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}}$$

Para aumentar la productividad se debe aumentar la relación entre producción e insumos en la medida de lo posible.

La productividad es una medida relativa, es decir que para que sea significativa se debe ser comparable. La comparación de la productividad se puede hacer básicamente de dos maneras. La primera es que, una empresa puede compararse a sí misma con empresas similares en el mercado, y la segunda, consiste en que la empresa debe medir su productividad a lo largo del

tiempo en una misma operación.

La productividad puede medirse parcialmente o totalmente. La productividad parcial se aplica si a la empresa le interesa medir la relación entre la producción y un solo insumo o un grupo de insumos (no todos). La productividad total se emplea cuando se desea medir la relación entre la producción y todos los insumos necesarios para producir.

$$\text{Medición parcial} = \frac{\text{Producción}}{\text{Mano de obra}} \text{ o } \frac{\text{Producción}}{\text{Materiales}} \text{ o } \frac{\text{Producción}}{\text{Mano de obra} + \text{Materiales}}$$

$$\text{Medición total} = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}}$$

2.1.2. Importancia

Por qué tanto afán de las empresas en medir la productividad, por qué países enteros han cambiado su cultura para hacerse más productivos, es que la productividad no es una simple medida. En la actualidad en este mundo cada vez más competitivo, las empresas para poder crecer y ser rentables deben saber utilizar sus recursos de tal manera que puedan producir más y con mayor calidad.

2.1.3. Relación con el enfoque a procesos

Considerando a un proceso como el medio por el cual una organización convierte los recursos disponibles en bienes con valor, se debe distinguir que posee tres elementos.

- Entradas o insumos, incluyen la maquinaria, las instalaciones, la materia prima, la energía y el recurso humano.
- Salidas o resultados, consisten en los productos y servicios que se ofrecen a los clientes.
- Procesador, es el medio mediante el cual los insumos interactúan y se transforman en resultados.

Se puede notar que la productividad definida anteriormente se ve afectada por el uso que una empresa hace de sus insumos. Los japoneses están convencidos que la eliminación de desperdicio es una gran oportunidad para ser más productivos. El desperdicio según el japonés Fujio Cho de Toyota, es “todo lo que sobrepasa la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas y trabajadores (tiempo de trabajo) que sean absolutamente esenciales para la producción”. Según Cho existen siete tipos de desperdicios que deben eliminarse y son los siguientes:

- 1- Desperdicio de la sobreproducción
- 2- Desperdicio de tiempo de espera
- 3- Desperdicio de transporte
- 4- Desperdicio de inventario
- 5- Desperdicio de procesamiento
- 6- Desperdicio de movimiento
- 7- Desperdicio proveniente de los defectos del producto

Por tanto es claro que el procesador será el que determine que tan productivo es el sistema, deseándose que el proceso tenga las mayores salidas utilizando la menor cantidad de entradas.

2.2. Herramientas para el registro y análisis de datos.

Al estudiar un proceso industrial, es necesario ir recopilando información sobre el mismo. Esta información incluye por ejemplo las etapas que conforman el proceso, quienes realizan las diversas tareas, que materiales y herramientas se utilizan y los tiempos que toman en realizarse las distintas tareas del proceso.

Puede suceder entonces que al estudiar un proceso industrial, se acumulen una gran cantidad de datos. Por esta razón surge la necesidad de herramientas que permitan registrar estos datos de una manera clara, que facilite su posterior análisis.

2.2.1. Diagramas de proceso

Los diagramas de proceso son herramientas de uso muy generalizado para el estudio de procesos industriales. Estos permiten describir gráficamente, mediante diversos símbolos, un proceso industrial. Esto se logra ordenando cronológicamente las distintas etapas que conforman un proceso, representadas por símbolos, interconectados.



Adicionalmente los diagramas de proceso presentan informan sobre el tiempo de duración de cada una de las etapas y los principales insumos utilizados en cada una de ellas.

Otro componente importante de los diagramas de proceso lo constituyen el encabezado y resumen. El encabezado aporta información adicional como: el nombre del realizador del diagrama, la fecha de realización del mismo, el nombre del proceso y el producto que resulta del mismo. Por su parte el

resumen realiza un recuento final de las etapas del proceso y sus respectivos tiempos.

Los símbolos (ver figura 11) utilizados para la realización de los diagramas de proceso se han adoptado como estándares que permiten que los diagramas sean ampliamente comprendidos.

Figura 11. Símbolos utilizados en diagramas de proceso

Operación Un círculo grande indica una operación, como	 Martillar	 Mezclar	 Taladrar o barrenar
Transporte Una flecha indica un transporte, como	 Mover material en vehículo	 Mover material por banda transportadora	 Mover material cargado (empaquetado)
Almacenamiento Un triángulo indica un almacenamiento, como	 Materia prima almacenada a granel	 Producto terminado apilado en tarimas	 Archivos de documentos
Demora Una letra D mayúscula indica una demora, como	 Esperar el elevador	 Material en espera de ser procesado	 Documentos en espera para ser procesados
Inspección Un cuadrado indica una inspección, como	 Examinar calidad y cantidad	 Lectura de niveles en caldera	 Examinar información en forma impresa

Fuente: NIEBEL Benjamín, FREIVALDS Andris, "Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo", página 35.

Existen dos tipos principales de diagramas de proceso: Los diagramas de operaciones de proceso y los diagramas de flujo de proceso. Estos son similares pero presentan diferencias que los hacen más adecuados dependiendo el tipo de datos que se desee recabar y analizar, así como de el uso que se les dará.

- Diagrama de operaciones de proceso

Este tipo de diagrama describe solamente las etapas del proceso que correspondan a operaciones e inspecciones por lo que utiliza solamente como símbolos círculos y cuadrados. Así pues todas las operaciones e inspecciones identificadas en un proceso deberán representarse por símbolos que serán ordenados y numerados en orden cronológico y luego interconectados entre si. Cada uno de estos símbolos de ir acompañado de la descripción de la operación o inspección y del tiempo que esta dura.

El diagrama de operaciones de proceso resulta útil para describir la parte esencial de procesos, así pues puede ser utilizado para realizar un estudio inicial de los mismos, para diseñar nuevos procesos o para explicar un proceso a personas que no se encuentran familiarizadas con el mismo.

- Diagrama de flujo de proceso

Su estructura básica es la misma que la del diagrama de operaciones de proceso. Pero por su parte el diagrama de flujo de proceso, añade al contenido del diagrama de operación, la representación grafica de las etapas del proceso que corresponden a transportes, almacenamientos y demoras. Por tanto, además de círculos y cuadrados, se utilizará en su elaboración triángulos y flechas.

El diagrama de flujo de proceso resulta entonces de utilidad para estudios y análisis de proceso más profundos, dado que al contener más información permite llevar a cabo tareas de optimización de procesos.

2.2.2. Diagramas hombre máquina

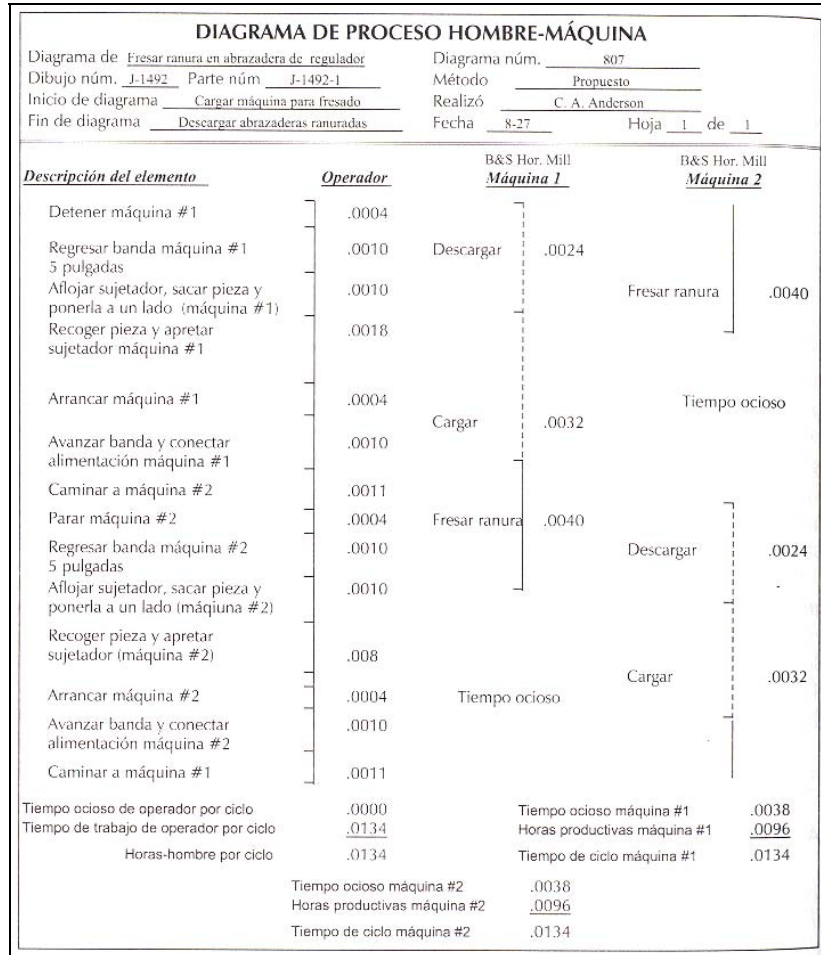
Hoy en día las tareas de un proceso industrial suelen ser más y más automatizadas, esto ha tenido como consecuencia que un operario no pase la totalidad de su tiempo ocupado en realizar tareas directamente. Apareciendo así lapsos de tiempo en que el trabajador se dedica a esperar que la maquina que opera realice una u otra tarea.

Surge entonces la idea, de que un solo trabajador opere más de una máquina. Lo anterior puede lograrse si se organiza el tiempo del operario de modo realice las actividades necesarias, como carga o descarga de maquinas, durante el tiempo de operación automático de otra máquina. Esto tendría como resultado minimizar el tiempo ocioso del operario haciéndolo más productivo, lo cual permitiría a la empresa proporcionar al trabajador mejores condiciones salariales.

Sin embargo, la organización del tiempo del operario debe ser sumamente minuciosa ya que si no se realiza correctamente pueden aparecer tiempos muertos en el uso de las máquinas. Ahora bien, considerando que muy a menudo el tiempo muerto de maquina tiene un costo mucho más elevado que el tiempo ocioso de operario, esto nunca debería de suceder.

Con este fin aparece el diagrama hombre máquina (ver figura 12, página 30), el cual permite representar y organizar gráficamente los tiempos de actividad de las maquinas y operario. Al igual que los diagramas de operaciones este debe comportar un encabezado que lo identifique correctamente y un resumen que contenga un recuento de los diferentes tiempos.

Figura 12. Diagrama hombre-máquina



Fuente: NIEBEL Benjamín, FREIVALDS Andris, “Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo”, página 42.

Este diagrama consta de una primera columna de lado izquierdo en la que se describe cada una de las tareas que debe realizar el operario. A continuación una segunda columna esta constituida por una escala de tiempo en la que una unidad de longitud representa cierta cantidad de tiempo, en esta se marcará la duración de cada una de las tareas de la primera columna. Finalmente debe aparecer una escala de tiempo para cada una de las máquinas que se consideren, en esta se debe marcar el tiempo de carga, descarga y operación de la maquina, así como sus tiempos muertos si existieran.

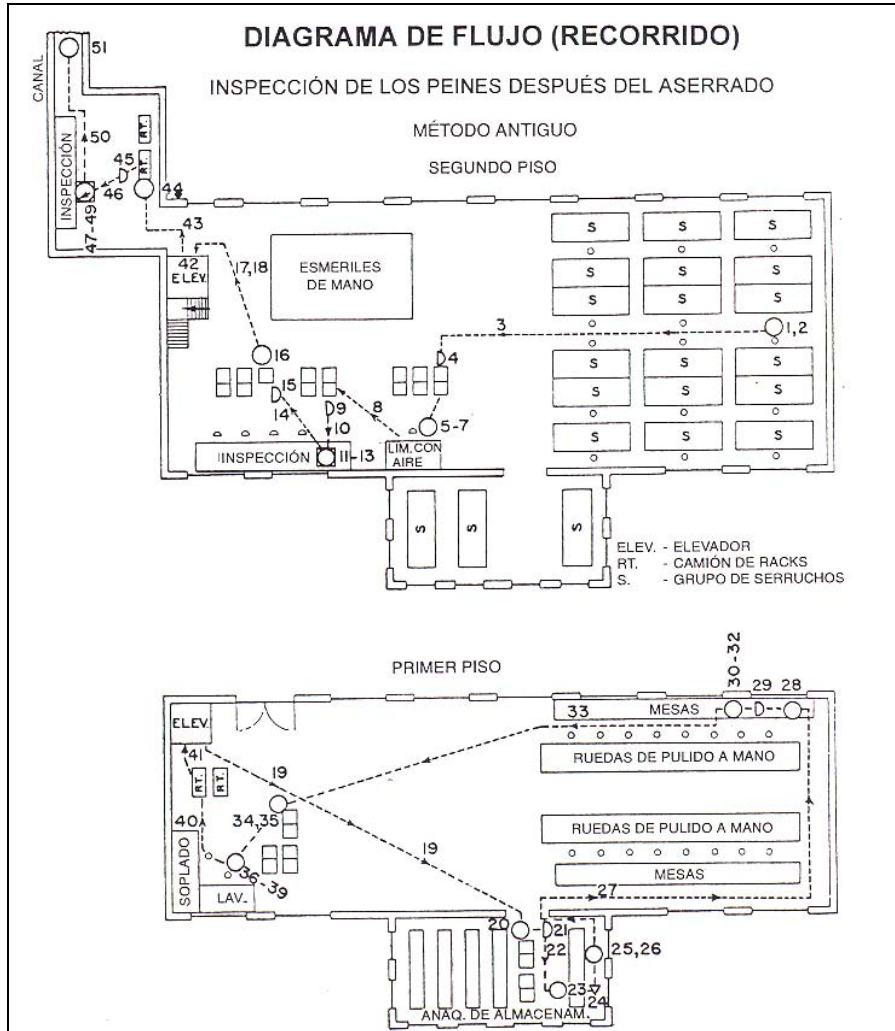
2.2.3. Diagramas de recorrido

En esencia los diagramas de recorrido están constituidos por un plano a escala del área de trabajo en que se lleva a cabo el proceso estudiado. Al igual que en los diagramas de proceso este debe de llevar algún tipo de encabezado que lo identifique claramente.

Para la realización del diagrama de recorrido (ver figura 13, página 32) se procederá entonces a identificar claramente sobre el plano, cada una de las estaciones de trabajo en que se llevan a cabo las tareas que conforman el proceso estudiado. A continuación se procederá a ir marcando mediante flechas los flujos de materiales e insumos a través del proceso. Adicionalmente si resulta de utilidad pueden añadirse información en el diagrama como la longitud, duración y frecuencia de los flujos, aunque en algunos casos esto puede hacer el diagrama consumos y difícil de leer.

El diagrama de recorrido resulta muy valioso, para el análisis de procesos en los cuales el congestionamiento y desorden son causas importantes de baja productividad. De este modo el diagrama de flujo permite rediseñar distribuciones de las áreas de trabajo optimizando los transportes de productos e insumos y desplazamientos de personal.

Figura 13. Diagrama de recorrido



Fuente: MAYNARD, "Manual del Ingeniero Industrial", página 3.10

2.3. Herramientas para el aumento de la productividad

Con el fin de buscar soluciones a los problemas de baja productividad en los procesos industriales, existe una variedad de herramientas que se enfocan en diferentes aspectos de los mismos, atacando así debilidades específicas. De este modo se presenta entre la gama de herramientas para el aumento de la productividad, herramientas enfocadas a la administración de la calidad, herramientas de análisis, medición y diseño de ingeniería, y herramientas de evaluación financiera.

2.3.1. Herramientas de calidad

Más que una herramienta de calidad, el Ciclo Deming, es una metodología de mejora, basada en cuatro etapas subsecuentes que tienen como finalidad la satisfacción del cliente. Estas cuatro etapas son: Planear, Hacer, Verificar y Actuar. Las primeras dos buscan la eficacia en un proceso productivo, es decir que tiene como fin primordial que el proceso logre el producto esperado. Así pues luego de una etapa de planificación se busca la implantación y funcionamiento de un proceso.

Ahora bien, ya cuando el proceso se encuentra en marcha, dan inicio las etapas de verificar y actuar, estas por su parte buscan más allá de la eficacia, la eficiencia en el proceso. Por lo cual la verificación debe incluir la recopilación y análisis de datos que permita tomar decisiones para corregir aspectos deficientes del proceso, es decir actuar.

Por tanto, de la correcta recopilación y análisis de datos dependerá que el proceso logre el aumento en eficiencia deseado. Con tal finalidad, existe una amplia variedad de herramientas estadísticas de calidad.

- Gráficos de control

Son herramientas estadísticas de calidad cuyo objetivo principal es buscar la estabilidad en los procesos. Básicamente están constituidos por dos ejes, el eje vertical designa la unidad del proceso que se va a medir, por ejemplo peso en kilogramos por paquete y el eje horizontal va en función del tiempo. Sobre estos ejes se irán colocando entonces los distintos puntos que designan mediciones realizadas. Finalmente se procederá a trazar líneas horizontales que designan los límites de control, esto se realizará por distintos métodos estadísticos, que dependen de la naturaleza de los datos recabados. En todo caso el gráfico de control permitirá determinar el comportamiento en cuanto a estabilidad del proceso.

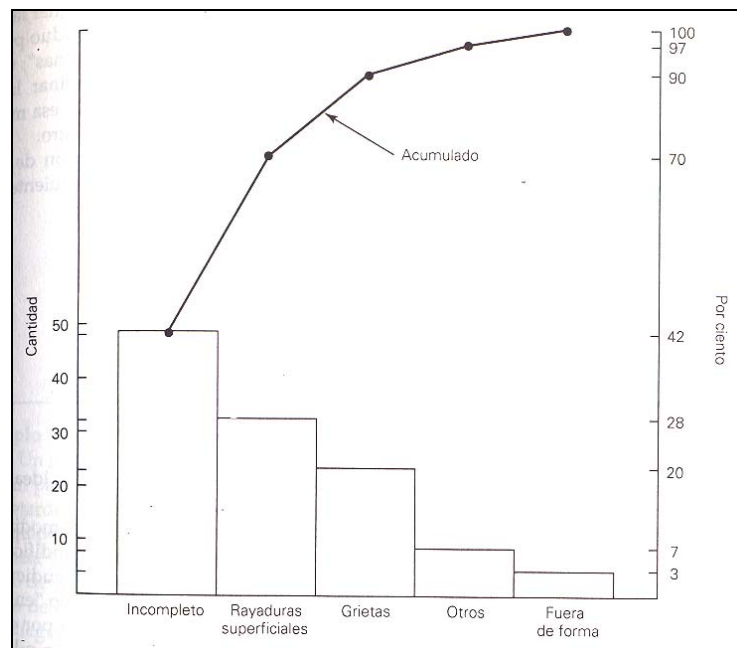
- Histograma

Los histogramas son gráficos bastante sencillos, compuestos por dos ejes: el eje vertical corresponde por lo general a la unidad del fenómeno que se está midiendo. Por ejemplo puede ser el número de defectos en una producción. El eje horizontal correspondería entonces al agrupamiento por el cual se está estudiando el fenómeno, por ejemplo en el caso de los defectos, se podrían agrupar, por tipo de defecto, por mes del año en que sucedieron o por operario. En seguida se procederá a dibujar una barra correspondiendo a cada grupo de datos, dándole así un gráfico que permita comparar fácilmente las cantidades medidas, en una agrupación respecto a otra.

- Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto (ver figura 14) está constituido por un histograma que muestra los problemas en un proceso productivo, agrupados por tipo de problema, en orden decreciente. El porcentaje de cada tipo de problema respecto al total de los problemas se irá sumando en un grafico de línea superpuesto. Este diagrama tiene como base para su aplicación, el hecho de que por lo general alrededor de un 80% de los problemas en un proceso pertenecen a solamente 20% de los tipos de problemas existentes. La realización de este diagrama permite entonces ver claramente cuales son los tipos de problemas que deben ser resueltos con mayor prontitud. De modo que el uso de la menor cantidad de recurso obtenga el mayor beneficio posible.

Figura 14. Diagrama de Pareto

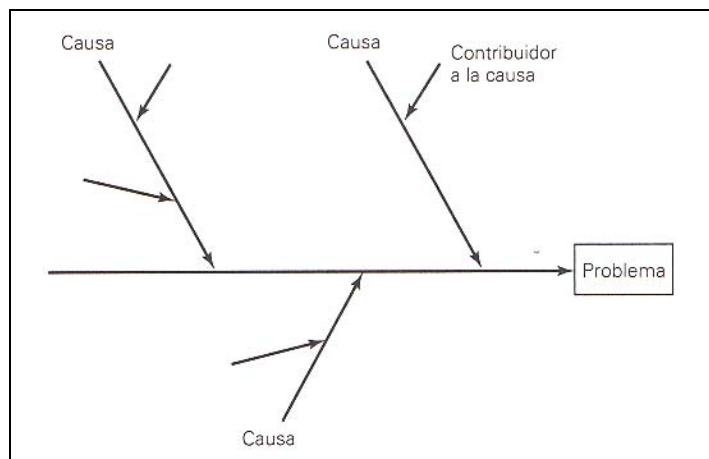


Fuente: EVANS, J.R. y W. Lindsay, Administración y Control de la Calidad, página 441.

- Diagrama de Ishikawa o causa y efecto.

Lo que busca esta herramienta de calidad es determinar con el mayor grado de precisión posible cuales son las causas reales de los problemas en un proceso productivo, para atacarlos de raíz. Un diagrama de Ishikawa (ver figura 15) esta formado por una serie de flechas agrupadas hacia una flecha central, que señala el problema estudiado. Cada una de estas flechas designará una causa del problema, y a su vez tendrá flechas que identifican los factores de la causa del problema.

Figura 15. Diagrama de Ishikawa



Fuente: EVANS, J.R. y W. Lindsay, Administración y Control de la Calidad, página 443.

2.3.2. Herramientas de ingeniería

Las herramientas fundamentales de la ingeniería industrial cuyo uso da como resultado incrementos de productividad son: análisis de operaciones, medición y diseño del trabajo.

El procedimiento más genérico para la aplicación de estas herramientas es el siguiente:

- 1- Definición del problema
- 2- División del trabajo en operaciones
- 3- Análisis de cada operación para determinar los procedimientos más adecuados de manufactura
- 4- Implantación de la propuesta y aplicación de valores de tiempo adecuados, y
- 5- Seguimiento para verificar si los métodos propuestos son utilizados de la manera correcta

2.3.2.1. Análisis de la operación

Es una herramienta sumamente útil para estudiar todos los elementos tanto productivos como improductivos de una operación, con el fin de incrementar la productividad y a la vez mejorar la calidad.

Para poder aplicar la herramienta el primer paso es reunir información relacionada con el volumen previsto de trabajo, con esto se podrá fijar el tiempo y esfuerzo que debe dedicarse al mejoramiento del método actual.

Luego se debe reunir toda la información concerniente a la manufactura. Esta información incluye todas las operaciones, las instalaciones, los tiempos, los movimientos y transportes, las distancias, las inspecciones, los almacenes, especificaciones de calidad y diseño. Toda esta información debe presentarse de manera adecuada para su estudio haciendo uso de las herramientas de registro y análisis de datos.

Cada operación debe ser evaluada de tal manera que se pueda definir: si es necesaria, de qué manera se realiza, con que materiales y quien la lleva a cabo. Una clave para el éxito de esta técnica es el cuestionamiento de cada detalle que pueda afectar la operación en estudio. Luego de cuestionar la situación actual se podrán realizar preguntas relativas a la mejora de la operación.

Este método sistemático define nueve enfoques primarios para análisis y son los siguientes:

- 1- Propósito de la operación. La idea es simplificar la operación con el fin obtener los mismos o mejores resultados a un menor costo.
- 2- Diseño de partes. Se deben revisar los diseños de los productos en busca de mejoras.
- 3- Tolerancias y especificaciones. Esto se relaciona con la calidad de los productos.
- 4- Material. Se refiere a la elección de un material fácil de procesar y de bajo costo, también se refiere a la reducción de desechos, etc.
- 5- Secuencia y procesos de manufactura: Incluye la reorganización de las operaciones, mecanización y automatización de operaciones, etc.
- 6- Herramientas. Consiste en determinar la cantidad de herramental necesario acorde a las necesidades específicas de las operaciones.
- 7- Manejo de materiales. Incluye el movimiento, lugar, cantidad y espacio necesarios para que las operaciones no se detengan por la falta de materiales.
- 8- Distribución de planta. Es muy importante para reducir costos ocultos por transportes innecesarios y retrocesos tanto de productos como de personas.

- 9- Diseño del trabajo. Necesario para mejorar la economía de movimientos y la salud de los trabajadores.

2.3.2.2. Medición del trabajo

Para realizar la medición de trabajo se utiliza la técnica de estudios de tiempos, que ayuda a determinar un tiempo estándar permitido para realizar una tarea específica. La técnica de estudios de tiempos consiste en la medición del trabajo con el método utilizado, con los debidos suplementos por fatiga y retrasos personales.

Para asegurar el éxito del estudio de tiempos el analista debe inspirar confianza, tener un criterio definido y poseer un enfoque humano.

Los elementos que incluye un estudio de tiempos incluyen: seleccionar al operario, analizar y desglosar el trabajo en elementos, registrar los tiempos transcurridos por cada elemento, calcular la calificación del operario y asignar los suplementos adecuados.

2.3.2.3. Diseño del trabajo

El diseño del trabajo consiste en diseñar el lugar de trabajo, las herramientas, el equipo y el entorno de manera que se ajusten al operario y a la operación.

Existen tres enfoques para el diseño del lugar de trabajo y equipo:

- 1- Diseño para extremos. Implica que una característica específica es un factor limitante al determinar el valor máximo o mínimo de una variable del diseño.
- 2- Diseño ajustable. Este enfoque se utiliza para el diseño de equipo o instalaciones que deben ajustarse a una amplia variedad de individuos.
- 3- Diseño para el promedio. Existen algunas situaciones en que sería demasiado costoso hacer un diseño para cada individuo, por lo tanto se opta por diseñar para un individuo promedio.

Se deben proporcionar condiciones de trabajo cómodas y seguras para el operario, para lograr esto se debe diseñar el entorno de trabajo acorde a las necesidades de los operarios y a la operación. Para el diseño del entorno de trabajo se debe prestar especial atención a los siguientes factores:

- 1- Iluminación
- 2- Ruido
- 3- Temperatura
- 4- Ventilación
- 5- Radiación
- 6- Horarios de trabajo, y
- 7- Seguridad

Un entorno de trabajo adecuado es importante no solo para el incremento de la productividad y la salud de los trabajadores, sino para mejorar la motivación de los empleados.

2.3.3. Herramientas de evaluación financiera

Normalmente la evaluación financiera de proyectos se realiza analizando los ingresos y gastos relacionados con el proyecto, en un periodo de tiempo determinado.

Para evaluar la viabilidad de un proyecto de inversión las herramientas más utilizadas son: Valor Presente Neto, Tasa Interna de Retorno, coeficiente Beneficio Costo, y Periodo de Recuperación.

Estas herramientas de evaluación permiten dar una medida aproximada de la rentabilidad que se puede obtener con el proyecto, antes de ponerlo en marcha. También permiten compararlo con otros proyectos parecidos, y además realizar los cambios en el proyecto que se consideren oportunos para hacerlo más rentable.

- Valor Presente Neto (VPN)

Consiste en actualizar a valor presente los flujos de caja futuros que va a generar el proyecto, descontados a una tasa de interés, y compararlos con el valor inicial de la inversión. La tasa de interés utilizada comúnmente es la tasa pasiva del sistema bancario.

El Valor Presente Neto se define de la siguiente manera:

$$VPN = - A + [FC1 / (1+r)^1] + [FC2 / (1+r)^2] + \dots + [FCn / (1+r)^n]$$

Siendo:

- A: Inversión inicial

- FC: Flujos de caja
- n: Años (1,2,...,n)
- r: Tasa de interés
- $1/(1+r)^n$: Factor de descuento para la tasa de interés y número de años

Si $VPN > 0$: El proyecto es rentable.

Si $VPN = 0$: El proyecto se pospone.

Si $VPN < 0$: El proyecto no es rentable.

Al momento de elegir el proyecto más rentable se debe elegir el que tenga mayor VPN.

- Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es la tasa de interés que iguala el VPN a cero. Para determinar la TIR se realiza el cálculo con diferentes tasas de interés hasta que el VPN sea cercano o igual a cero y obtengamos un VPN positivo y uno negativo.

Si $TIR > \text{tasa de interés } r$: El proyecto es aceptable.

Si $TIR = r$: El proyecto se pospone.

Si $TIR < \text{tasa de interés } r$: El proyecto no es aceptable.

Éste método se utiliza normalmente como complemento del análisis del VPN.

- Periodo de Recuperación (PR)

Es el periodo de tiempo que tarda en recuperarse la inversión inicial a través de los flujos de caja generados por el proyecto. La inversión se recupera en el año en el cual los flujos de caja acumulados superan a la inversión inicial.

Este valor se obtiene utilizando los valores del VPN hasta obtener un valor negativo y uno positivo.

Este método puede ser utilizado complementariamente con el VPN.

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El propósito del presente trabajo de graduación es aumentar la productividad del proceso en estudio y una manera eficiente de hacerlo es mediante el análisis de la operación.

Se ha comprobado que al utilizar este enfoque sistemático se puede aumentar la productividad por unidad de tiempo, reducir costos de operación y mejorar la calidad de los productos mediante el planteamiento de una serie de preguntas en relación a todas las operaciones realizadas en cada estación de trabajo dentro del departamento, las herramientas que se utilizan, el diseño del producto y manejo de materiales.

El primer paso para realizar el análisis de la situación actual del departamento es centrarse en el propósito de la operación de éste. Abastecer de arneses e insumos eléctricos acorde a las especificaciones de cada modelo, a los distintos ensambles (clientes del proceso) de las líneas de producción, en el tiempo estipulado en la secuencia de producción.

Luego de conocer la razón de ser del departamento es importante enfocarse en el diseño del producto y los materiales con los que se elabora para poder satisfacer las especificaciones primarias que los productos deben cumplir, estas especificaciones son las siguientes:

- Los materiales deben ser los apropiados y deben estar en excelentes condiciones para poder ser utilizados en la fabricación del producto.

- Los arneses deben ser fabricados según las dimensiones de los equipos de refrigeración cumpliendo con las tolerancias establecidas en el diseño (la tolerancia máxima admisible es 1/32”).
- Los arneses deben pasar satisfactoriamente la prueba de continuidad eléctrica.
- Los insumos eléctricos deben ser preparados según los requerimientos del sistema eléctrico de cada modelo.

Partiendo de esto es importante fijar la atención en el flujo del producto y materiales a través de los distintos centros de trabajo (esto se ampliará más adelante) ubicados en el departamento tratando de optimizar el espacio para lograr una distribución del departamento adecuada para las operaciones.

Para hacer que el análisis general del departamento de eléctricos dé excelentes resultados, es necesario tomar cada centro de trabajo como un elemento de estudio individual. Es decir, se debe mantener el mismo enfoque de análisis de la operación del departamento entero, pero procurando elevar la productividad de cada elemento de manera individual. Para la optimización de estos procesos se debe considerar la reorganización de las operaciones, mecanización de las operaciones manuales, instalación de maquinaria más eficiente, etc.

Tampoco se debe dejar por un lado la importancia del operador, el aporte que éste brinda al proceso, sus necesidades e inquietudes. El operador posee ideas muy valiosas para el estudio por lo tanto es imprescindible que haya una buena comunicación con éste y aprovechar al máximo su potencial.

El rendimiento del operador es afectado directamente por el diseño de las estaciones de trabajo, es por esto que siempre se debe cuestionar el diseño de

éstas viendo las posibles mejoras que puedan realizarse para elevar el desempeño de los trabajadores.

Para finalizar es necesario recalcar la importancia de tener siempre la iniciativa de simplificar las actividades eliminando, combinando y arreglando las operaciones y así lograr un buen resultado.

3.1. Distribución actual del Departamento de Eléctricos

Como bien se mencionó en el punto anterior la distribución del departamento es un punto de especial importancia para hacer un análisis de la situación ya que comprende instrucciones de operación, control de inventarios, manejo de materiales, programación y determinación de rutas de los productos; y todas estas afectan directamente la productividad del proceso.

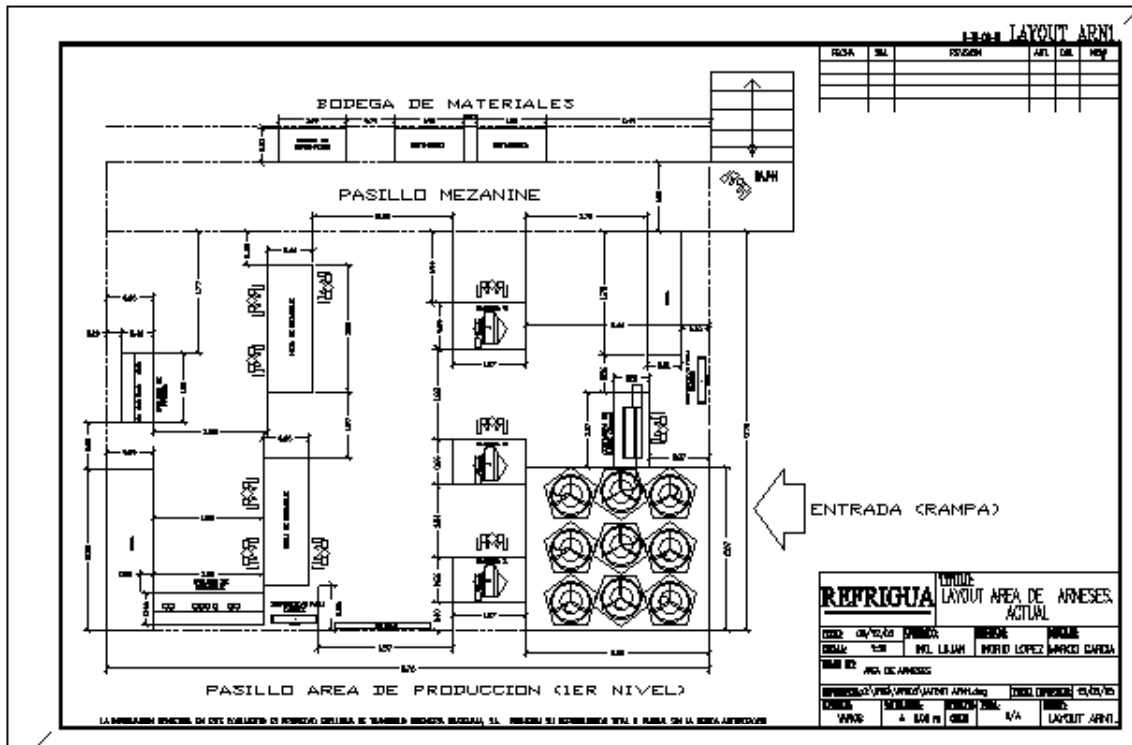
El tipo de distribución que actualmente se tiene en el departamento de eléctricos es por proceso; las estaciones de trabajo están agrupadas por su similitud (corte, crimpado, ensamble y prueba), esto tiene una desventaja y es la posibilidad de transportes largos y regresos constantes de los productos que requieren una serie de operaciones en varias estaciones de trabajo. Estos retrocesos generan costos ocultos, como ejemplo tenemos el costo de tener una máquina crimpadora inactiva y el costo de mano de obra por traslados largos y constantes de los materiales, etc.

3.1.1. Layout del Departamento de Eléctricos

Para facilitar el análisis de la distribución del departamento es necesario recurrir a herramientas gráficas que permitan la visualización de los elementos

que integran el departamento, por esta razón se levantó un layout. Ver figura 16.

Figura 16. Layout actual del departamento



Actualmente el departamento cuenta con un área de 50.5 metros cuadrados para realizar sus actividades. Este departamento está ubicado en un mezanine, al subir las gradas la primera estación de trabajo que se encuentra es la de corte de cables, seguida de esta se encuentran las mesas de crimpado en las que se colocan las terminales a los cables de los distintos productos, después de esto están las mesas de ensamble y por ultimo se puede distinguir la estación de prueba. También se cuenta con una bodega de materiales y dos estanterías para colocar materiales, producto terminado y herramientas.

Se cuenta con un pasillo de tránsito que atraviesa todo el departamento, y es más, el mezanine completo, conectando distintos departamentos de la planta de producción.

3.2. Estudio de Tiempos

Un estudio de tiempos es una técnica para establecer un tiempo estándar para realizar una tarea dada. Este estudio se basa en la medición del contenido del trabajo con el método actual, con los debidos suplementos por fatiga y por retrasos personales e inevitables.

En este trabajo de graduación se utilizó esta técnica como medio comparativo de la capacidad de producción del departamento de eléctricos con el método actual y con el método propuesto luego del análisis de la operación.

Para poder realizar este estudio con éxito fue fundamental cumplir con los siguientes requerimientos:

- **Capacitación por parte del analista**, con esto se logró un entendimiento del supervisor y los empleados respecto al estudio de tiempos.
- **Verificación por parte del supervisor**, el supervisor se encargó de velar por que al momento del estudio de tiempos se utilizara el método establecido y que el operario seleccionado fuera competente y tuviera la experiencia requerida en el trabajo.

- **Apoyo por parte el operario,** la colaboración de estos fue imprescindible para la división de la tarea en sus elementos. Los operarios trabajaron a un paso normal mientras se realizaba el estudio, y siguieron el método de trabajo especificado tal como se había definido.

El equipo utilizado durante el estudio fue un cronómetro, una tabla, formatos para el estudio y una calculadora, luego de la recopilación de los datos se utilizó una computadora con el paquete de Microsoft Office para la depuración y presentación de la información.

Previo a llevar a cabo el estudio se tuvieron que definir los siguientes aspectos:

- **Elección del operario:** Debido a que solamente existe una estación de corte, el operario que allí laboraba fue el escogido, lo mismo sucedió con el subproceso de prueba de continuidad de arneses. Con la ayuda del supervisor se seleccionaron los operarios apropiados para los procesos de corte 2, crimpado, y ensamble, estos eran trabajadores promedio, es decir que desempeñaban su trabajo con consistencia y según la manera sistemática establecida por el método de trabajo.
- **Registro de información:** se definió qué se registraría información acerca de la maquinaria, herramientas manuales, condiciones de trabajo, materiales, operaciones, nombre del operario y fecha del estudio. Se diseñó un formato adecuado para el registro de esta información.
- **Selección del producto:** Como se ha mencionado antes la empresa tiene la capacidad de producir mas de doscientos modelos diferentes de equipos de refrigeración que pueden ser adaptados a los requerimientos

del cliente. A consecuencia de esto los arneses e insumos eléctricos tienen muchas variedades.

Sería una tarea muy extensa realizar un estudio de tiempos para cada uno de los posibles diseños del sistema eléctrico de los equipos, por tanto, se seleccionó un modelo representativo, que tuviera un sistema eléctrico suficientemente complejo y con alta demanda en el mercado. Con el apoyo del Gerente de Producción y el Gerente de Ingeniería del Producto se determinó el modelo que cumplía con estas características, y fue seleccionado para el estudio.

Figura 17. Equipo seleccionado



- **Determinación de los componentes eléctricos del producto seleccionado:** Para poder realizar el estudio de tiempos fue imprescindible conocer cada uno de los componentes eléctricos que incluyen los equipos de refrigeración, estos componentes son los siguientes:
 - Arnés de unidad
 - Arnés de baffle
 - Arnés de tina

- Arnés de tierra
- Arnés de potencia
- Balastro
- Cable de lámpara
- Filtro supresor de voltaje
- Resistencia de drenaje,
- Resistencia de deshielo y
- Cordón de válvula

Estos componentes no necesariamente requieren las mismas operaciones para su proceso, aunque por lo menos los arneses poseen la misma ruta de proceso dentro del departamento como ya se mencionó en el capítulo 1.

- **División de la operación en elementos:** Antes de tomar tiempos se le solicitó al operario que realizara su trabajo tal y como siempre lo había venido haciendo, con el fin de tomar nota de los elementos que conforman la operación. Luego se anotaron uno a uno en el formato para estudio de tiempos dando el mayor detalle posible y así facilitar la medición.
- **Determinación del número de observaciones:** Para determinar el número de observaciones se tomó el tiempo de 10 ciclos para cada elemento que fueron graficados del más pequeño al más grande, por lo general se obtuvieron alrededor de seis a siete observaciones agrupadas en un rango de más menos cinco por ciento. Quedando solamente uno o dos datos abajo del -5% y uno o dos datos sobre el 5% lo cual indica que el conjunto de mediciones tiene una distribución normal por lo que se puede decir que el número de observaciones es el adecuado.

- **Determinación del tamaño del lote:** La fábrica tiene una capacidad de producción de 180 equipos diarios utilizando dos líneas de producción, por lo tanto se considero un buen tamaño de lote 50 equipos que representa algo más de medio día de trabajo por línea de producción.
- **Determinación del tiempo disponible:** La jornada laboral en la planta de producción es de 9 horas (7:30 AM – 16:30 PM), a este tiempo se le sustrae 30 minutos de almuerzo, 10 minutos de refacción y 20 minutos de suplemento, lo que da como resultado 8 horas ó 480 minutos disponibles.
- **Elección del método de cronometraje:** Los elementos de las operaciones en el departamento de eléctricos para lotes de 50 equipos son moderadamente prolongados por lo tanto se seleccionó el método de cronometraje de regreso a cero que permite registrar los elementos que el operario pueda ejecutar fuera de la secuencia establecida en el método.

A continuación (ver tabla I, página 54) se muestra el resumen de los resultados obtenidos para cada uno de los subprocesos del departamento de eléctricos, para consultar el detalle de los mismos revisar el apéndice 2.

$$\text{Requerimiento} = \text{Producción}_\text{diaria} \times \text{Tiempo}_\text{de}_\text{ciclo}$$

$$\text{Disponibilidad} = \text{Número}_\text{de}_\text{operarios} \times \text{tiempo}_\text{disponible}$$

$$\text{Nivel}_\text{de}_\text{ocupación} = \frac{\text{Requerimiento}}{\text{Disponibilidad}}$$

$$\text{Tiempo}_\text{Takt} = \frac{\text{Disponibilidad}}{\text{Producción}_\text{diaria}}$$

$$\text{Requerimiento}_\text{de}_\text{operarios} = \frac{\text{Tiempo}_\text{de}_\text{ciclo}}{\text{Tiempo}_\text{Takt}}$$

Tabla I. Resumen de estudio de tiempos

Estación	Pieza	Tiempo por 50 juegos minutos	Tiempo por un juego minutos	Requerimiento minutos/día	Operarios actuales	Disponibilidad minutos/día	Nivel de ocupación	Horas-hombre diarias	Tiempo Takt minutos/juego	Requerimiento de operarios
CORTE 1	Arnés de unidad	20.28	0.41							
	Arnés de baffle	26.49	0.53							
	Arnés de tina	53.55	1.07							
	Arnés de tierra	3.35	0.07							
	Arnés de potencia	14.29	0.29							
	TOTAL	117.95	2.37	426.6	1	480	88.88%	7.11	2.67	1
CORTE 2	Arnés de baffle	25.76	0.52							
	Arnés de potencia	31.41	0.63							
	Balastro	105.36	2.11							
	Cable de lámpara	22.09	0.44							
	Filtro supresor	34.95	0.70							
	Resistencia de drenaje	20.85	0.42							
Cordón de válvula	24.48	0.49								
TOTAL	264.88	5.31	955.8	2	960	99.56%	7.97	2.67	2	
CRIMPADO 1	Arnés de unidad	39.7	0.79							
	Arnés de baffle	59.91	1.20							
	Arnés de tina	62.39	1.25							
	Arnés de potencia	66.31	1.33							
TOTAL	228.31	4.57	822.6	2	960	85.69%	6.86	2.67	2	
CRIMPADO 2	Balastro	34.82	0.70							
	Cable de lámpara	30.03	0.60							
	Filtro supresor	46.38	0.93							
	Resistencia de deshielo	29.52	0.59							
	Resistencia de drenaje	17.63	0.35							
	Arnés de tierra	6.58	0.13							
	Cordón de válvula	18.3	0.37							
TOTAL	183.26	3.54	637.2	1	480	132.75%	10.62	2.67	2	
ENSAMBLE SIN TABLERO	Arnés de unidad	41.2	0.82							
	Arnés de baffle	87.04	1.74							
	Arnés de tina	292.24	5.84							
	Arnés de potencia	87.73	1.75							
	TOTAL	508.2	10.15	1827	4	1920	95.16%	7.61	2.67	4
ENSAMBLE CON TABLERO	Arnés de unidad	41.2	0.82							
	Arnés de baffle	87.04	1.74							
	Arnés de tina	330.53	6.61							
	Arnés de potencia	87.73	1.75							
TOTAL	546.49	10.93	1965.6	4	1920	102.38%	8.19	2.67	5	

3.2.1. Subproceso de Corte 1

Como se puede notar el tiempo de ciclo es de 2.37 minutos por juego de arneses para 1 equipo, para completar los arneses de 50 equipos el operario tomaría 117.95 minutos. Al realizar el cálculo del nivel de ocupación se puede observar que es del 88.88%, es decir que en realidad la estación de trabajo podría producir juegos de arneses hasta para 202 equipos al día, esto es más de lo requerido. Además existe la posibilidad de mejorar el proceso, lo que elevaría la capacidad de producción del mismo.

Ya habiendo calculado el tiempo de ciclo de la fabricación de 1 juego de arneses, que es 2.37 minutos se puede calcular el tiempo Takt y el número de operarios necesarios para la estación de trabajo.

El tiempo takt de la operación es 2.67 minutos, que es el tiempo máximo en que debe ser fabricado un juego de arneses en el tiempo disponible de la jornada de trabajo, además este dato es muy cercano al tiempo de ciclo lo que respalda los resultados obtenidos.

El cálculo del número de operarios es una operación muy sencilla y es tan solo dividir el tiempo de ciclo de trabajo dentro del tiempo takt, en este caso el resultado es 1; y es lógico si se analiza desde el punto de vista del nivel de ocupación de la estación de trabajo que es tan solo del 88.88% como se mencionó anteriormente y actualmente la estación posee solamente un operario para cumplir con la demanda de las líneas de producción.

3.2.2. Subproceso de Corte 2

El tiempo de ciclo es de 5.31 minutos por juego de componentes para un equipo, es decir que para completar los 50 juegos los operarios tomarían 264.88 minutos. Al realizar el cálculo del nivel de ocupación se puede observar que es del 99.56%, esta estación de trabajo está muy cargada si la comparamos con la de Corte 1. La capacidad de producción diaria de esta estación de trabajo es de 180 juegos de piezas preparadas y listas para el ensamble.

El tiempo takt de la operación es 2.67 minutos, tiempo máximo en que debe ser preparado un lote de 50 juegos de piezas en la jornada de trabajo. Es imprescindible que se mejoren los métodos de esta estación de trabajo para poder aumentar la capacidad de producción y el tiempo de ciclo.

El número de operarios resultante es 2, y se analiza desde el punto de vista del nivel de ocupación esta muy cercano al 100%, esto no es recomendable si en algún momento existiera un pico en la demanda del mercado ya que sería un cuello de botella para todo el proceso y se podría incumplir con el cliente, en este caso los ensambles de las líneas de producción.

3.2.3. Subproceso de Crimpado 1

La capacidad de producción del subproceso de crimpado en condiciones normales es de 210 juegos de arneses al día, esta cantidad supera la demanda de las líneas de producción. En general se puede decir que este subproceso posee un buen nivel de ocupación, pero no está de más el análisis de la

operación para elevar la productividad del mismo. El nivel de ocupación hasta el momento ha sido el mas bajo, sin embargo podría disminuirse aún mas para estar preparados para eventuales picos de demanda.

El tiempo de ciclo resultado del estudio de tiempos es 4.57 minutos, lo que indica que cada 4.57 minutos estará listo un juego de piezas eléctricas o arneses para ser ensamblado al equipo de refrigeración.

El tiempo takt nos dice que cada 2.67 minutos debe salir de crimpado 1 un juego de arneses, por tanto se necesitan dos estaciones de trabajo con su respectivo operario. El departamento como ya se mencionó en el capítulo 1, ya cuenta con dos operarios para realizar este subproceso.

3.2.4. Subproceso de Crimpado 2

La capacidad máxima diaria de la estación de crimpado 2 es de 135 juegos. Esto es preocupante ya que la demanda de las líneas de producción es de 180 juegos diarios, por esta razón se ha tenido que recurrir al pago de horas extras.

Considerando que las dos estaciones de crimpado 1 se encuentran holgadas es razonable pensar en un balance de trabajo en las tres estaciones aprovechando la holgura que las primeras poseen actualmente.

Para lograr un balance en la asignación de trabajo, es imprescindible dividir las tareas por proceso, contrario a la asignación por producto que se ha venido practicando, en la que las estaciones de crimpado 1 se dedican a crimpar los cables de arneses y la estación de crimpado 2 se dedica

exclusivamente al crimpado de las terminales en insumos del sistema eléctrico.

El tiempo de ciclo para este subproceso es 3.54 minutos. Esto se traduce en 637.20 minutos por día considerando una producción diaria de 180 equipo y solamente se cuenta con un operario para realizarlo con un tiempo disponible de 480 minutos, se debe pagar diariamente 3 horas extras.

Obviamente el pago de horas extras significa que el subproceso no cuenta con la capacidad instalada para satisfacer la demanda de las líneas, pero no esta de más mencionar que el nivel de ocupación es del 133%, es un indicador alarmante ya que este subproceso resulta ser un cuello de botella del proceso del departamento de eléctricos.

El tiempo takt obtenido es 2.67 minutos por juego y para poder cumplir la demanda diaria de producción en la jornada diurna de trabajo se necesitaría un operario adicional. Debe hacerse un análisis detallado respecto a este subproceso debido a que si se lograran balancear las tareas en los tres centros de trabajo de crimpado, puede no ser necesaria la contratación.

3.2.5. Subproceso de Ensamble

Ensamble sin tablero

El ensamble sin tablero tiene la capacidad de producir diariamente 189 juegos de arneses, solamente 9 juegos más que la demanda de producción, esto quiere decir que este subproceso esta muy limitado y en las ocasiones en que se presenten imprevistos tendrá problemas para cumplir con sus compromisos.

Un 95% de nivel de ocupación no es un indicador satisfactorio, sin embargo las operaciones de este subproceso son 100% manuales lo que permite que en momentos de dificultad se recurra a solicitar personal de apoyo proveniente de otros departamentos.

Solamente serian necesarios 40 minutos para que el nuevo operario aprenda a ensamblar el arnés del equipo que está corriendo en las líneas, pero no se debe dejar a un lado el riesgo de que por la falta de experiencia pueda cometer errores e inclusive dañar completamente un equipo de refrigeración.

El tiempo de ciclo de este subproceso es de 10.15 minutos, esto quiere decir que un operario tiene la capacidad de ensamblar un juego de arneses de un equipo cada 10 minutos aproximadamente. Cabe resaltar que el arnés de tina toma 5.84 minutos para su elaboración debido a su complejidad.

El tiempo takt de este subproceso es de 2.67 minutos por juego de arnés, pero como se mencionó anteriormente el tiempo de ciclo es de 10.15 minutos, lo que hace pensar que un solo operario no seria capaz de satisfacer la demanda. Para cumplir con el tiempo takt establecido se necesitan 4 operarios ensamblando y con un nivel de ocupación del 95%.

Ensamble con tablero

Este es un método distinto al descrito anteriormente en el cual se ensamblan los mismos cuatro arneses, pero como bien se mencionó en el capítulo 1, el ensamble del arnés de tina se realiza mediante el uso de un tablero de ensamble, los otros tres arneses se realizan de la manera tradicional ya que no se han hecho los ajustes necesarios en el tablero para su elaboración.

El subproceso de ensamble tiene la capacidad de producción 175 juegos de arneses diarios, que es menor a lo requerido, con el método anterior el arnés de tina toma 5.84 minutos, mientras que con el tablero 6.61 minutos, parece no ser mucho pero si se visualiza una producción de 180 equipos diarios significa dos horas y media extras.

Para cumplir la demanda se necesitarían 5 operarios, uno adicional a los cuatro disponibles para el ensamble de arneses.

3.2.6. Resumen

Tabla II. Capacidad máxima de producción diaria por subproceso

Subproceso	Corte 1	Corte 2	Crimpado 1	Crimpado 2	Ensamble sin tablero	Ensamble con tablero
Tiempo de ciclo (min.)	2.37	5.31	4.57	3.54	10.15	10.92
Nivel de ocupación	88.88 %	99.56 %	85.69 %	132.75 %	95.16 %	102.38 %
Capacidad de producción diaria	202	180	210	135	189	175

Figura 18. Capacidad de producción por subproceso

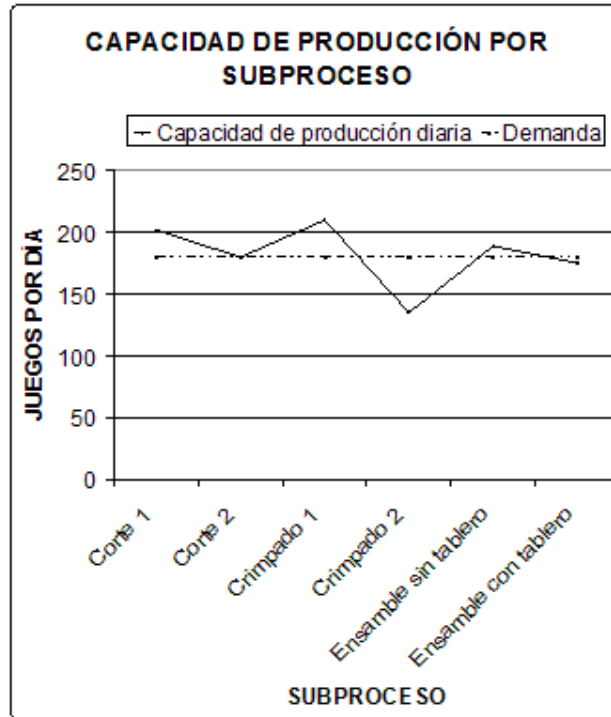
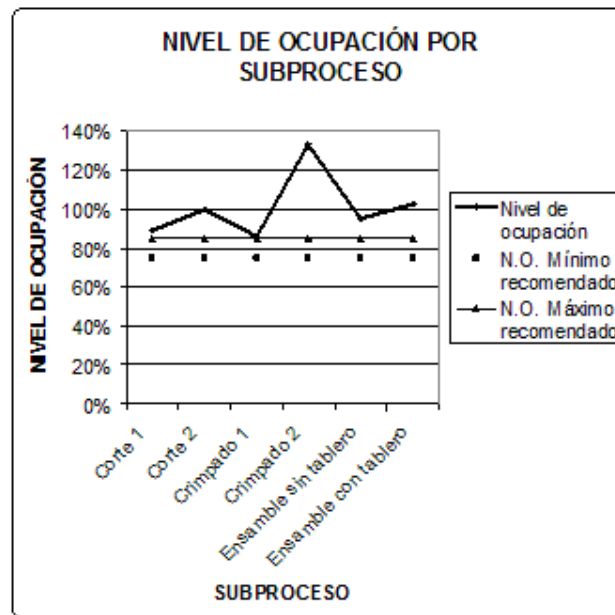


Figura 19. Nivel de ocupación por subproceso



Partiendo de la tabla II y las figuras 18 y 19 se encontraron como principales hallazgos que:

- La estación de crimpado 2 y la de ensamble haciendo uso del tablero no tienen la capacidad de satisfacer la demanda de las líneas de producción en un tiempo disponible de ocho horas diarias sin tiempo extra, de allí la necesidad de establecer los mecanismos para aumentar la productividad de estos subprocesos.
- Considerando que un nivel de ocupación que se encuentre dentro del rango de 75% a 85% permite protegerse de un aumento inesperado en la demanda de equipos de refrigeración, conservando siempre un rendimiento aceptable en los procesos. El nivel de ocupación de todas las estaciones de trabajo se encuentra fuera del rango máximo aceptable. Esto tiene por consecuencia el trabajo en horas extras y posibles atrasos en el despacho a los procesos clientes.
- En particular, el subproceso de crimpado 2 tiene un nivel de ocupación del 132.75%, lo que es alarmante porque para cumplir con la producción se necesitan 3 horas extras diarias. Por tanto se genera una demora en el tiempo de entrega de los juegos de arneses e insumos del sistema eléctrico a los procesos clientes que necesitan del juego completo para iniciarse.
- Comparando los distintos métodos de ensamble de arneses, es notorio que el uso del tablero hace más lento el subproceso, por lo que su uso no será considerado de aquí en adelante.

3.3. Identificación de las deficiencias del proceso

El estudio de tiempos brinda un panorama general de la situación actual del proceso del departamento de eléctricos, resta ahora buscar las causas de la baja productividad en cada uno de los subprocesos.

3.3.1. Departamento en general

Como causas del bajo rendimiento del departamento de eléctricos en general (ver figura 20, página 64) tenemos:

- La incomodidad del personal que causa fatiga y adormecimiento provocada por el calor resultante de la ventilación deficiente del área, a lo que se le añade la cercanía del techo de lámina.
- La inseguridad provocada por la carencia de barreras que impidan la caída de objetos, considerando que el departamento se encuentra ubicado en un mezanine.

Figura 20. Departamento de eléctricos



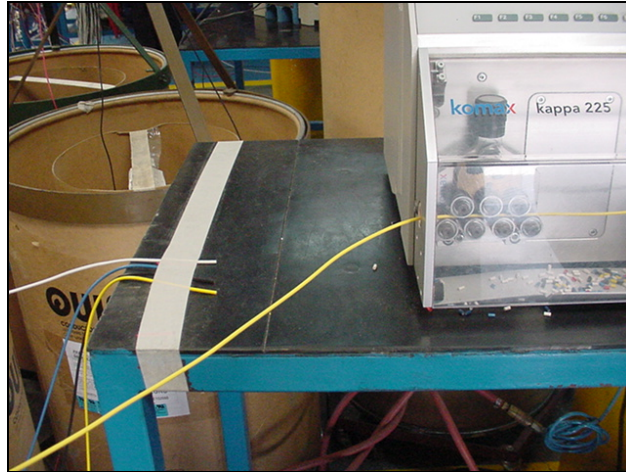
3.3.2. Subproceso de Corte 1

En este subproceso se identificaron las siguientes deficiencias:

- Los extremos de los cables que vienen de los toneles de almacenamiento son sujetos con cinta adhesiva (ver figura 21, página 65). Dado que la cinta adhesiva no es una buena herramienta para sujeción de cables, no puede evitar que éstos se suelten constantemente, obligando al operario a ir en busca del extremo del cable entre los toneles que contienen el material.

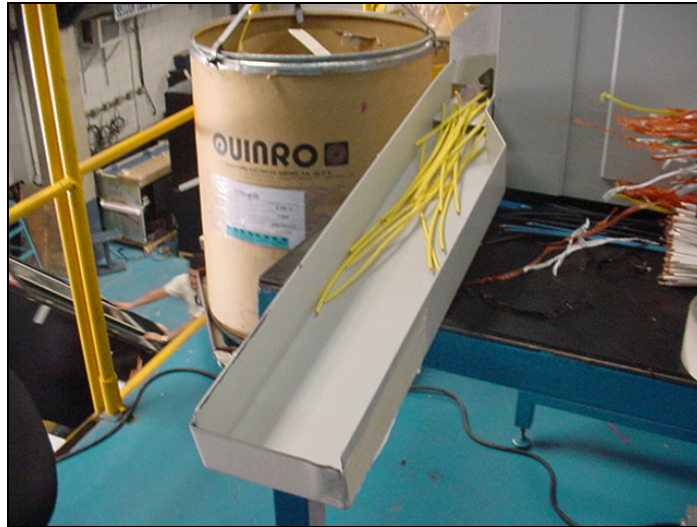
Esta deficiencia provoca demoras cada vez que se desea cambiar el tipo de cable restándole productividad al subproceso.

Figura 21. Cinta adhesiva sujetando extremos de los cables



- La bandeja de salida de la maquina cortadora y desferradora (ver figura 22, página 66) no permite que se puedan integrar los tiempos del operario a los tiempos de máquina. Es decir que cada vez que se cambia el corte el operario para descargar la bandeja debe detener la máquina y luego hacer el atado para que no se mezclen los distintos cables. Esto hace que no se aproveche al 100 % la capacidad que la máquina tiene para cortar y desferrar los cables.

Figura 22. Bandeja de salida de cables



- No existe un dispositivo adecuado para la clasificación de los cables que salen cortados del subproceso. Por el contrario los cables se colocan de manera aleatoria en la cercanía de la estación de trabajo (ver figura 23). Esto provoca desorden y demoras en el flujo hacia la estación de crimpado 1.

Figura 23. Carencia de dispositivo para clasificación de cables



- Para la identificación y sujeción de los distintos cables, se utiliza cinta adhesiva sobre la cual el operario escribe la longitud de los cables y la medida de los desforres de los extremos (ver figura 24). Esta actividad vuelve más lento el proceso.

Figura 24. Ineficiencia en identificación de cables



- Tres toneles carecen de cono de metal para facilitar la alimentación de cable a la máquina de corte (ver figura 25), lo que provoca que el cable se enrede constantemente.

Figura 25. Conos de metal en toneles de cables



- Actualmente los cables en calibre 14 se compran en presentación de caja de 100 metros, lo que dificulta su manejo ya que se enreda y atasca la máquina de corte, además de hacer los tiempos de carga de la máquina más largos por no encontrarse al alcance.
- El operario dispone de una silla ajustable, pero la mayoría del tiempo realiza su trabajo de pie (ver figura 26), esto provoca fatiga afectando su ritmo de trabajo.

Figura 26. Trabajo de pie en corte 1



- El operario lleva el control del corte y desforre de los cables gracias a una lista de corte proporcionada por ingeniería del producto, sin embargo no existe un lugar adecuado en la estación de trabajo para ubicarla por lo que su uso resulta incómodo (ver figura 27, página 69).

Figura 27. Ubicación de lista de corte en estación de trabajo



3.3.3. Subproceso de Corte 2

Los hallazgos del análisis de la operación de éste subproceso son los siguientes:

- El operario debe transportar materiales con diversas características físicas: pesados, pequeños o largos, pero no cuenta con un dispositivo adecuado para realizar esta actividad. En su defecto el operario utiliza cajas de cartón y plástico (ver figura 28, página 70) que carga una a una desde la bodega a su estación de trabajo poniendo en riesgo su salud física y la integridad del producto.

Figura 28. Manejo de materiales en corte 2



- Este subproceso se realiza en su totalidad con herramientas manuales (corta alambre, prensa terminales, extractor de terminales y cuchilla) lo que tiene como consecuencia que sea la segunda estación mas lenta del departamento y exija mayor esfuerzo por parte del operario (ver figura 29).

Figura 29. Tareas totalmente manuales en corte 2



- La mesa de corte no posee una guía para el corte adecuada (ver figura 30, página 71), en su lugar se mide con una cinta métrica y se coloca un pedazo de cinta adhesiva con una marca. Esto provoca inexactitud y variabilidad en el corte además de hacer lenta la tarea.

Figura 30. Guía de corte de cables



3.3.4. Subproceso de Crimpado

- En general ambos subprocesos de crimpado se ven afectados por la distancia que separa las estaciones de trabajo de la estantería en donde se almacenan los materiales y herramientas para el crimpado (ver figura 31, página 72). Esto provoca que cuándo se necesita un cambio de terminal, aplicador o ambos el operario debe desplazarse de un lugar a otro, elevando el nivel de tráfico en el área e incrementando los tiempos muertos de las máquinas crimpadoras.

Figura 31. Distancia de las mesas de trabajo hacia almacenamiento de materiales y herramientas



- Se pudo evidenciar que en las estaciones de crimpado suele suceder que los operarios se vean forzados a interrumpir sus actividades debido a que en otra máquina se encuentra la herramienta o carrete con terminales que necesitan para realizar su trabajo. Esto sucede porque no existe una asignación óptima de herramental para las tareas. La tabla III refleja la situación actual de la asignación de recursos en crimpado.

Tabla III. Asignación de recursos en crimpado

Máquina	Operario	Aplicador	Terminal	Arnés o Pieza	# Crimpados para 1 juego de arnés.	# Crimpados para 50 juegos de arneses	Tiempo para colocar aplicador y terminal (min)	Tiempo estándar de crimpado (min)	Tiempo de crimpado por máquina (min)	% Utilización de aplicador	% Utilización de terminal	
1	René Ayala	687763*	EL 1012	Arnés de Tina	26	1300	1.04	50.26	100.84	80	100	
				Arnés de Potencia	5	250		13.56				
				Arnés de Baffle	2	100		4.72				
			EL 1020*	Arnés de Potencia	7	350	1.04	14.67				
				Arnés de Unidad	1	50		15.54				
				TOTAL	41	2050					98.76	
2	Bartolomé Coché	687763*	EL 1020*	Balastro	6	300	1.68	32.89	109.89	20	50	
				Cable de Lámpara	4	200		11.11				
		687839	EL 1014	Resistencia de Deshielo	2	100	1.68	10.86			100	100
				Resistencia de Drenaje	2	100		9.66				
		156145	EL 1035	Válvula de descompresión	1	50	1.68	15.94			100	100
				Arnés de Tierra	2	100		4.64				
		687996	EL 1017	Filtro Supresor	6	300	1.68	18.07			43	100
TOTAL				23	1150		103.17					
3	Ever Arias	687996	EL 1029	Arnés de Baffle	2	100	1.68	4.19	71.02	57	100	
				Arnés de Potencia	2	100		5.58				
				Arnés de Unidad	2	100		3.62				
				Arnés de Potencia	2	100		4.28				
		466649	EL 1010	Arnés de Baffle	4	200	1.68	5.96			100	100
				Arnés de Unidad	4	200		5.69				
				Arnés de Baffle	4	200		15.30				
		680051	EL 1024	Arnés de Baffle	4	200	1.68	2.08			100	100
				Arnés de Unidad	4	200		4.54				
		687926	EL 1022	Arnés de Baffle	2	100	1.68	13.06			100	100
				Arnés de Potencia	2	100		64.30				
TOTAL				28	1400		64.30	281.74				

92

Tiempo de ciclo 5.63

*Se tiene disponible dos aplicadores 687763 y dos rollos de terminales EL 1020

Se ve claramente que el aplicador con código 687996 es utilizado tanto en la máquina dos como en la tres y es aquí donde se presenta el problema antes mencionado. La columna de tiempo de crimpado por máquina muestra que la máquina 3 está muy holgada comparándola con la 1 y la 2. Además en las columnas % de utilización del aplicador y % de utilización de terminales se echa de ver que existen recursos que no son bien aprovechados en el proceso.

- Dos de las tres máquinas crimpadoras no cuentan con el kit de iluminación del fabricante (ver figura 32, página 74). La iluminación inadecuada causa fatiga y además provoca un deterioro en la visión del operador como también disminución de la productividad de los subprocesos.

Figura 32. Iluminación en crimpado



- Los operarios de crimpado deben agacharse o estirarse demasiado para alcanzar las piezas que debe crimpar (ver figura 33), además no está definido un lugar para almacenar las piezas que ya han sido crimpadas (ver figura 34, página 75). Esto sucede debido a que la mesa de trabajo no tiene el espacio suficiente para la colocación de los materiales de manera organizada y al alcance del personal.

Figura 33. Manejo de material en crimpado



Figura 34. Piezas crimpadas



3.3.5. Subproceso de Ensamble

- Se carece una mesa para colocar los arneses de corta longitud que se deben probar y los que ya han sido probados en el tablero (ver figura 35).

Figura 35. Ubicación de arneses por probar y probados



- Los arneses que fallan la prueba de continuidad no se identifican adecuadamente (ver figura 36), esto crea el riesgo de que puedan confundirse con aquellos que sí han pasado dicha prueba.

Figura 36. Incorrecta identificación de arneses no conformes



3.4. Consecuencias para el proceso

Habiendo realizado el análisis de las operaciones, es posible clasificar los hallazgos en tres categorías principales. Estas serán los ejes que guiarán la búsqueda de mejoras al proceso

3.4.1. Baja productividad

Resulta muy notoria la disparidad de la productividad de un subproceso con respecto a otro. Por ejemplo crimpado 2 tiene capacidad para preparar juegos de piezas eléctricas para 135 equipos solamente, mientras que crimpado 1 tiene capacidad para producir juegos de arneses para 210 equipos. Esto tiene por consecuencia directa que la producción diaria de equipos se

limite a un 64% de su capacidad máxima. Restará por tanto en el capítulo posterior la tarea de buscar la forma de equilibrar la productividad de los diferentes subproceso a un nivel óptimo.

3.4.2. Proceso desordenado

Desde el inicio del estudio, el desorden en el proceso salto a la vista, este se manifiesta de diversas formas que van desde el manejo de materiales, producto en proceso y terminado hasta la confusión al realizar las tareas de rutina. Es importante mencionar que aunque el desorden es un problema muy obvio, suele ser difícil encontrar una solución que permita eliminarlo y establecer un orden que se mantenga.

3.4.3. Poca flexibilidad del proceso

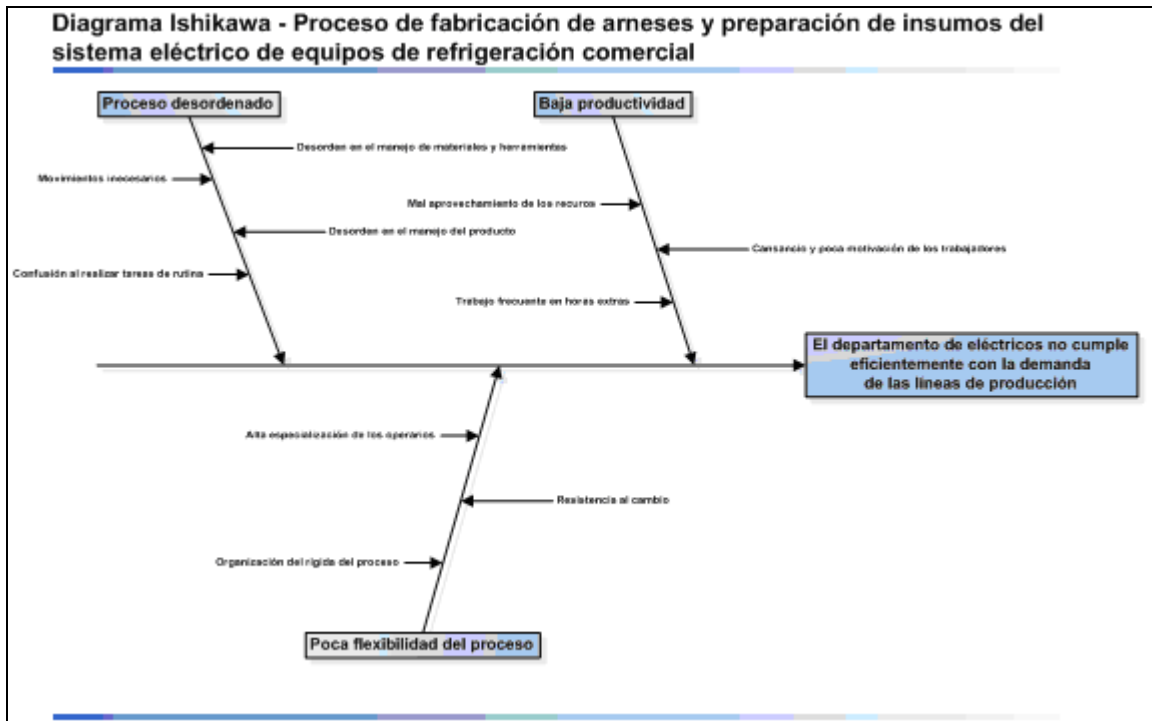
El proceso tal y como se concibe actualmente carece de flexibilidad, y le resulta sumamente difícil responder a cambios en los niveles de producción y diseño del producto. En tales casos suele darse que la solución sea trabajar gran cantidad de horas extras en algunas estaciones mientras que otras permanecen sumamente holgadas durante la jornada ordinaria. Factores como la especialización muy alta de los operarios y la organización del departamento son directamente causales de la situación.

3.4.4. Diagrama de Ishikawa (causa-efecto)

Los diversos factores que conllevan a cada una de las limitaciones del proceso antes expuestas, se clasificarán mediante un diagrama de Ishikawa. La

visión gráfica que este dará de los diferentes problemas del proceso será de gran ayuda en la búsqueda de soluciones.

Figura 37. Diagrama de Ishikawa del proceso

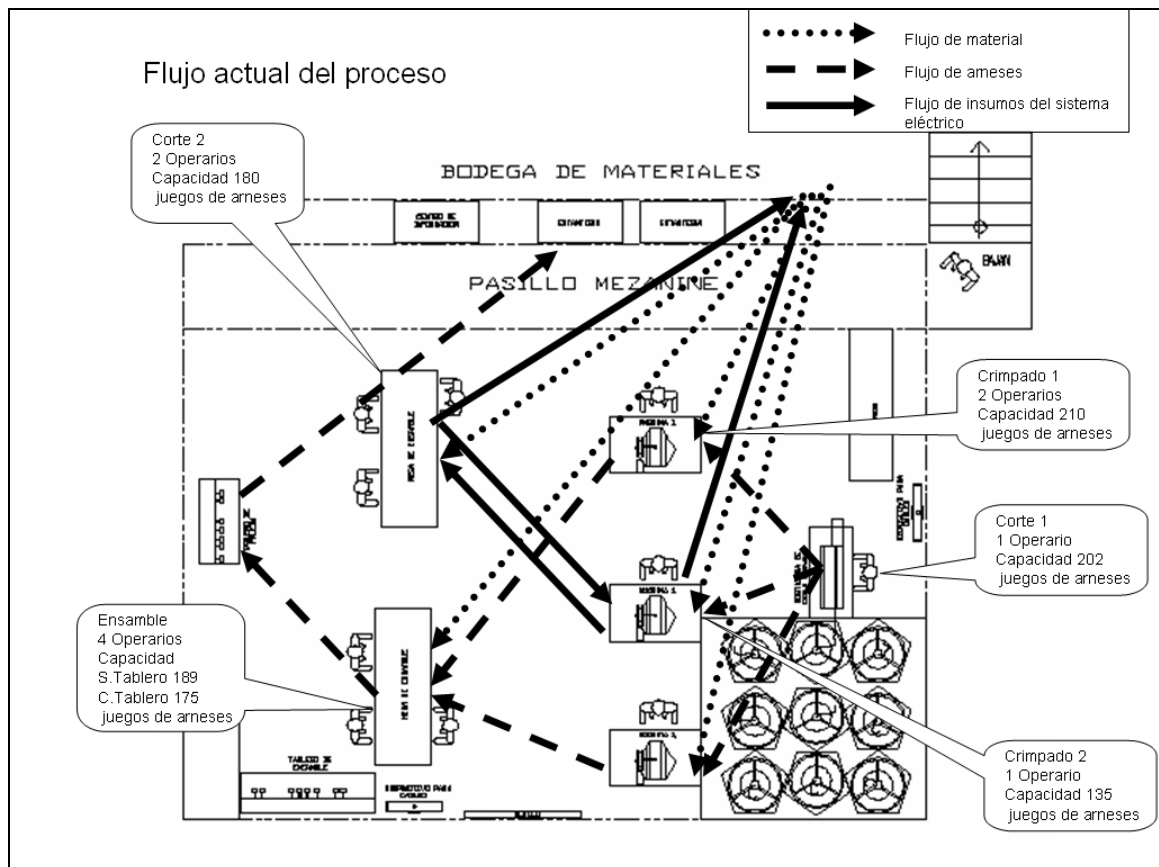


3.5. Flujo del proceso Actual

La figura 38 en la página 79, describe gráficamente el recorrido de los materiales y productos del proceso que son los arneses eléctricos e insumos del sistema eléctrico. Es evidente el congestionamiento del flujo a lo cual se le añaden retrocesos de los productos dentro del departamento creando una situación confusa que repercute directamente en la productividad del proceso.

Una de las principales causas que entorpecen el flujo es que la mesa de corte 2 se encuentra ubicada a la par de la mesa de ensamble de arneses, por lo que los insumos eléctricos tiene ruta contraria a la establecida para los arneses. Además se puede apreciar que la máquina 2 es la que se dedica a crimpar terminales a los insumos eléctricos, esto provoca cruces en los flujos de los arneses y los insumos eléctricos, provocando desorden y confusión en las tareas.

Figura 38. Flujo actual del proceso



4. MEJORAS PROPUESTAS AL PROCESO DE FABRICACIÓN

Luego de la recopilación de información, estudio de tiempos y análisis de cada una de las operaciones del proceso de fabricación de arneses y preparación de insumos del sistema eléctrico de equipos de refrigeración comercial, se puede desarrollar una propuesta que permita elevar la productividad de las operaciones. Es importante mantener el enfoque en el que al mejorar cada actividad de manera independiente se puede elevar la productividad del proceso completo.

4.1. Propuesta de mejoras al proceso

La propuesta incluye mejoras en el flujo del proceso, además promueve el mejor aprovechamiento de los recursos tales como mano de obra, tiempo, materiales, herramienta, equipo y espacio.

Además se le da una gran importancia a la mejora de las condiciones de trabajo debido a que es uno de los principales motivadores para el personal, el recurso más valioso de la empresa. No se debe pensar solamente en el aumento de producción dejando a un lado la mejora en las condiciones de vida de los trabajadores.

Otro aspecto de suma importancia es la introducción de nuevas tecnologías. Esta propuesta contempla el cambio de métodos de trabajo mediante la utilización de equipo moderno y computarizado para facilitar las tareas y mejorar la calidad de los productos.

4.2. Mejoramiento del flujo del proceso

Como principales problemas concernientes al flujo del proceso se tiene el desorden y congestionamiento así como los retrocesos de producto en proceso. Las causas principales de dichos problemas son la aparente falta de espacio en el departamento y una distribución inapropiada de los subprocesos provocando costos ocultos por transportes innecesarios.

4.2.1. Ampliación del espacio del departamento.

Se hace notar que uno de los factores que afectan el flujo del proceso es la falta del espacio. Por esta razón que se propone incrementar la longitud del área en 1.25 metros como mínimo lo que resultaría un aumento de 7.17 metros cuadrados, correspondiendo a una nueva área total de 57.8 metros cuadrados.

Con esta iniciativa se mejoraría considerablemente los flujos tanto de materiales, productos en proceso y terminados como el de personas. Siendo éste último de suma importancia ya que repercute en las condiciones de trabajo y está demostrado que un flujo adecuado de personal conduce a mejoras en motivación, disminución de tiempos perdidos y reducción de fatiga produciéndose una mejora en la ejecución de tareas.

4.2.2. Redistribución del área

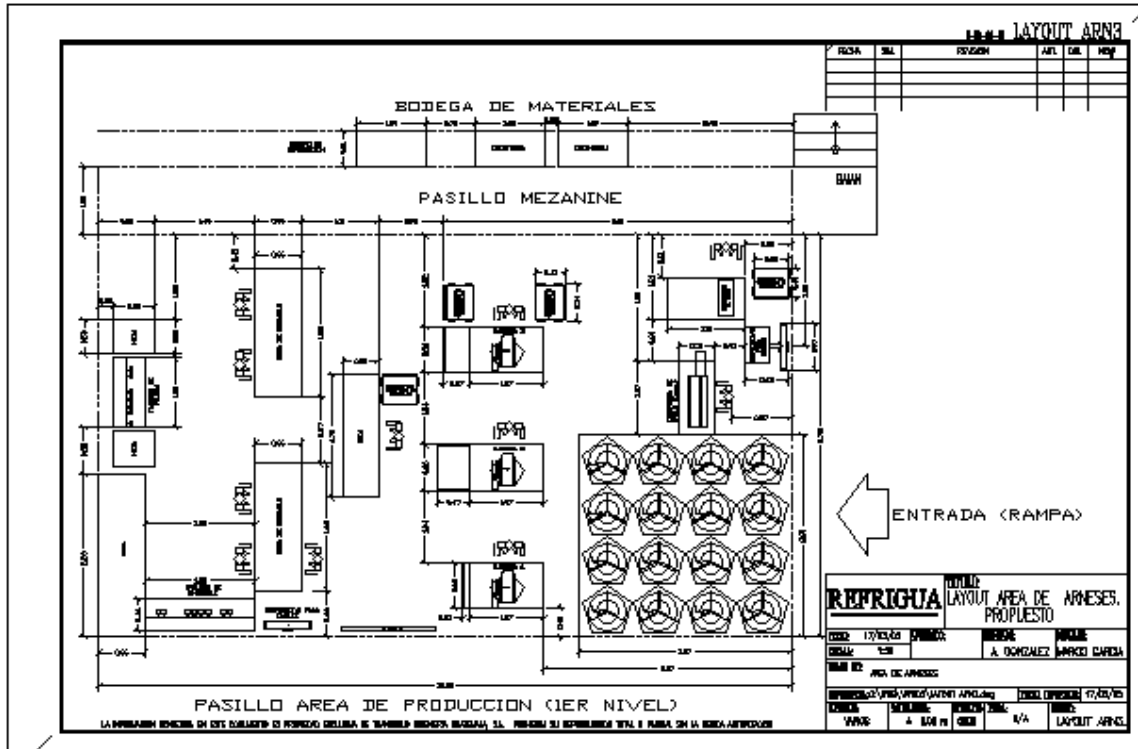
Es importante la ampliación del área de trabajo, pero no acarrearía ningún beneficio sin una correcta distribución de los centros de trabajo. Esta debe permitir el desarrollo de un sistema de producción para un deseado número de arneses e insumos del sistema eléctrico de equipos de refrigeración comercial, con la calidad deseada y al menor costo.

Los cambios en la nueva distribución son los siguientes:

- En la estación de corte 1, se define un área específica para el almacenaje ordenado de los rollos de cable, en todos los calibres y colores.
- La estación de corte 2, se reubica de modo que quede situada a un costado de corte 1. Esto permite optimizar el flujo y mejorar el control de materiales en el área.
- Las tareas que se realizaban en la maquina de crimpado 2 se realizaran en la maquina de crimpado 3, con el fin de evitar cruces entre los flujos de arneses y de insumos del sistema eléctrico.
- Se crea una nueva estación de colocación de housing la cual debe ser ubicada entre las estaciones de crimpado y las de ensamble.

A continuación se presenta la distribución de planta propuesta por medio de un layout. (Ver figura 39, página 84)

Figura 39. Distribución del departamento propuesta



4.2.3. Creación de una nueva estación de trabajo

En el punto anterior se hace notar una mesa de trabajo adicional ubicada entre las mesas de crimpado y las de ensamble. Esta nueva estación de trabajo se dedicará exclusivamente a la colocación de housing tanto de arneses como de insumos del sistema eléctrico de los equipos de refrigeración, para eliminar dicha tarea de las estaciones de crimpado permitiendo aprovechar al máximo el tiempo de máquina y además facilitar el flujo todos los productos en proceso desde crimpado a ensamble. De este modo todos los productos tendrán una sola ruta facilitando el control de los mismos dentro del área.

La creación de esta estación de trabajo esta sustentada en el estudio de tiempos que indica que esta única estación de housing será suficiente para colocar los mismos a todos los productos del proceso. Por tanto será necesaria la contratación de un operario adicional para realizar ésta actividad.

4.3. Aprovechamiento de los recursos disponibles

La definición más difundida de productividad es la de mayor producción con los mismos recursos o igual producción con menos recursos, de aquí salta la importancia de la optimización de recursos por unidad producida.

Parte importante de la propuesta es éste punto, debido a que la optimización de recursos es indispensable ya que se desea elevar la capacidad de producción del proceso.

4.3.1. Integración de tiempos de operario a tiempos de máquina

Una oportunidad de mejora considerable se encuentra en la estación de corte de cables. Con el fin de aprovechar al máximo la capacidad de la maquina, se debe fabricar una bandeja de salida de cables cortados con doble canal (ver figura 40, página 86) para que el manejo de cables se realice de la siguiente manera:

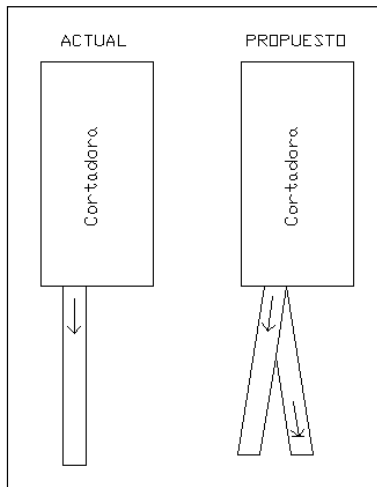


Figura 40. Croquis de bandeja de salida para máquina cortadora de cables

El operario programa el corte de un lote de 50 cables a una medida y desforre. Cuando la maquina termina de cortar los cables, el operario cambia la ruta de salida y programa de nuevo la máquina para un nuevo corte. De manera simultanea al corte de cables, el operario puede hacer los atados e identificar el lote anterior y así facilitar los siguientes procesos.

Si la integración de tiempos se realizara conforme a la propuesta, el tiempo de corte dependerá solamente de la velocidad de corte de la máquina, es decir se aprovecharía al 100% la capacidad de la máquina. Al eliminar los tiempos de atado e identificación de cables se aumentaría la capacidad de producción a 229 juegos de arneses diarios que representa un crecimiento en 13.36%.

4.3.2. Reasignación de recursos en las estaciones de trabajo

Con el fin de resolver la asignación no óptima de recursos y tareas en crimpado se propone una asignación nueva en la que los tiempos de maquina se optimicen y además el porcentaje de utilización tanto de aplicadores como terminales sea el 100% (ver tabla IV).

Tabla IV. Reasignación de recursos en crimpado

Máquina	Operario	Aplicador	Terminal	Arnés o Pieza	# Crimpados para 1 juego de arnés.	# Crimpados para 50 juegos de arneses	Tiempo para colocar aplicador y terminal (min)	Tiempo estandar de crimpado (min)	Tiempo de crimpado por máquina (min)	% Utilización de aplicador	% Utilización de terminal
1	René Ayala	687763*	EL 1012	Arnés de Tina	26	1300	1.04	50.26	100.84	100	100
				Arnés de Potencia	5	250		13.56			
				Arnés de Baffle	2	100		4.72			
			EL 1020*	Arnés de Potencia	7	350	1.04	14.67			
				Arnés de Unidad	1	50		15.54			
TOTAL					41	2050		98.76			
2	Bartolomé Coché	687763*	EL 1020*	Balastro	6	300	1.68	32.89	90.14	100	50
				Cable de Lámpara	4	200		11.11			
		687839	EL 1014	Resistencia de Deshielo	2	100	1.68	10.86			
				Resistencia de Drenaje	2	100		9.66			
		156145	EL 1035	Válvula de descompresión	1	50	1.68	15.94			
Arnés de Tierra	2	100	4.64								
TOTAL					17	850		85.10			
3	Ever Arias	687996	EL 1017	Filtro Supresor	6	300	1.68	18.07	90.77	100	100
				Arnés de Baffle	2	100		4.19			
			EL 1029	Arnés de Potencia	2	100	1.68	5.58			
				Arnés de Unidad	2	100		3.62			
		466649	EL 1010	Arnés de Potencia	2	100	1.68	4.28			
				Arnés de Baffle	4	200		5.96			
				Arnés de Unidad	4	200		5.69			
		680051	EL 1024	Arnés de Baffle	4	200	1.68	15.30			
				Arnés de Unidad	4	200		2.08			
		687926	EL 1022	Arnés de Baffle	2	100	1.68	4.54			
				Arnés de Potencia	2	100		13.06			
TOTAL					34	1700		82.37	281.74		
					92						
								Tiempo de ciclo	5.63		

*Se tiene disponible dos aplicadores 687763 y dos rollos de terminales EL 1020

Esto se logra mediante la reasignación de la tarea de crimpado del filtro supresor, de modo que se realice en su totalidad en la maquina de crimpado 3. Lo que conlleva que el aplicador código 687996 y el carrete con termina EL1017 se utilicen exclusivamente en la máquina 3. Permitiendo que se eliminen en su totalidad los tiempos de espera por el herramental.

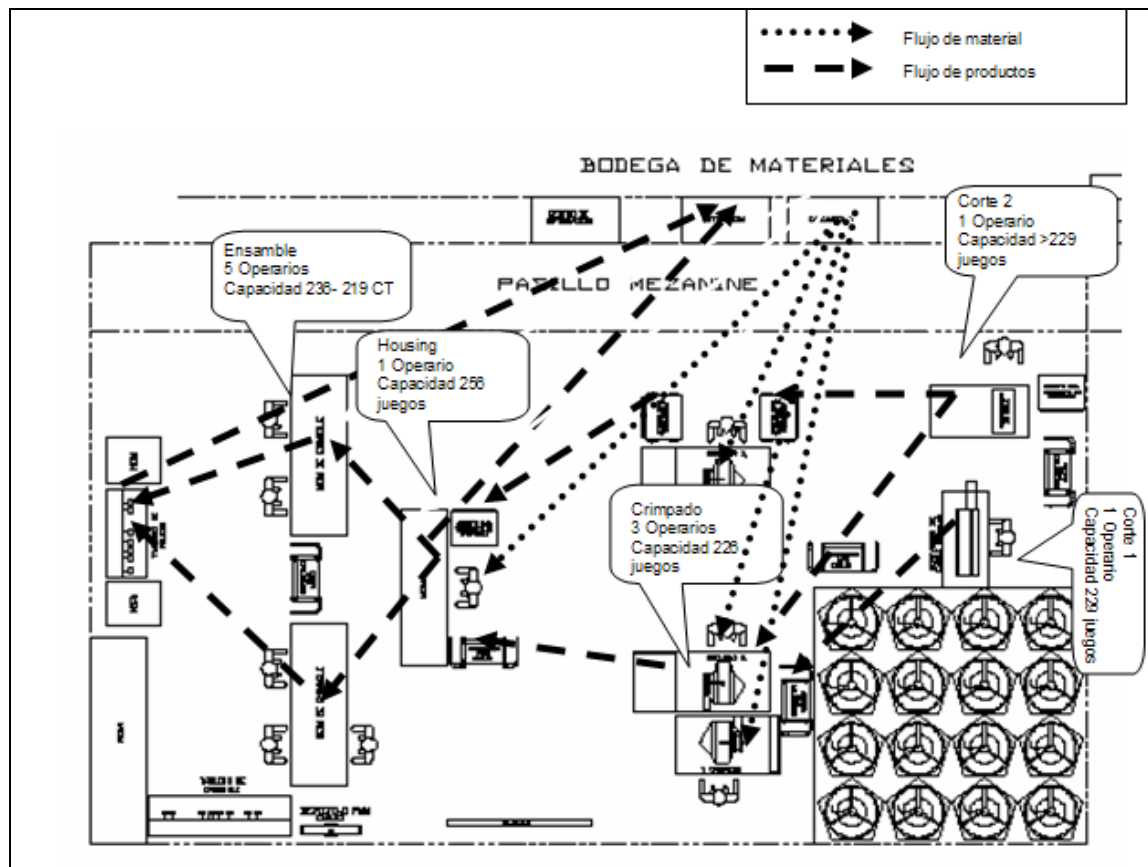
Adicionalmente es notorio que esta modificación en la asignación de tareas propicia el balance en el trabajo de las tres maquinas. Se liberará cierta carga de trabajo en la máquina 2 anteriormente sobre ocupada a la maquina 3 que se encontraba sub ocupada.

4.4. Flujo del proceso propuesto

La figura 41 muestra gráficamente el recorrido de los materiales y productos del proceso propuesto. Esta propuesta elimina los retrocesos innecesarios de producto y reduce el congestionamiento provocado por estos retrocesos minimizando los costos de transporte.

Es muy importante resaltar que para lograr este resultado fue necesaria la redistribución de las estaciones de trabajo de tal manera que el flujo tanto de materiales y productos fuera ininterrumpido.

Figura 41. Flujo del proceso propuesto



4.5. Mejora de las condiciones de trabajo

La mejora en las condiciones de trabajo busca propiciar un aumento en la productividad del personal. Mayor comodidad en el trabajo y un ambiente de trabajo agradable motivan al personal mejorando su rendimiento.

4.5.1. Departamento en general

Los siguientes puntos de mejora, son propuestas beneficiosas para el departamento en general:

- La instalación de una barrera de seguridad (ver imagen 42) en la baranda que circula el mezanine evitará la caída accidental de objetos a la planta baja.

Figura 42. Barrera de seguridad en mezanine



- Siendo la deficiente ventilación un factor altamente fatigante, y considerando que no es un problema que se pueda tratar aisladamente en el departamento en estudio. Se propone la creación de un proyecto de ventilación y renovación de aire de la nave industrial completa.
- El trabajo en las distintas estaciones estudiadas se lleva a cabo de pie y se extiende a la jornada diurna completa. La colocación de alfombras antifatiga en todos los puestos aportaría cierto grado de confort a los operarios, permitiéndoles retornar a sus hogares menos agotados.
- La disponibilidad de una escalera para alcanzar objetos colocados en las estanterías, reduce el riesgo de accidentes y disminuye el tiempo necesario para alcanzar los materiales colocados en altura.

4.5.2. Subproceso de Corte 1

Con el fin de aumentar la productividad del subproceso de corte 1 se proponen las siguientes mejoras:

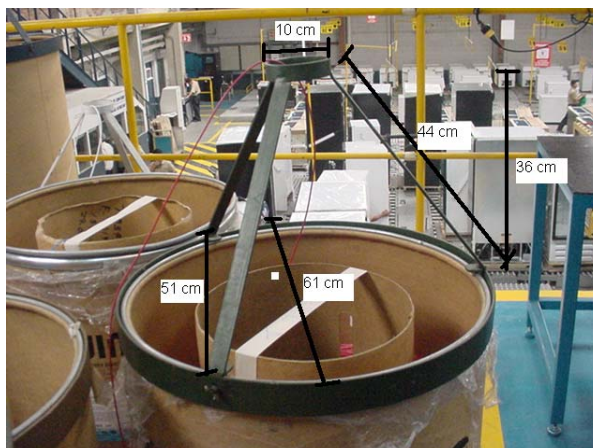
- Un atril para colocar la lista de corte proporcionada por Ingeniería del Producto (Ver figura 43, página 91). Con este dispositivo se le proporcionará al operario un lugar adecuado para manejo de su documentación contribuyendo al orden de la estación de trabajo y además le ahorrará la molestia de utilizar una mano para sostenerla mientras lee las indicaciones del corte.

Figura 43. Atril para lista de corte



- Un sujetador para los extremos de los cables de los carretes. Este sujetador eliminará la tarea de tener que buscar los extremos de los cables y además evitará que los distintos cables se enreden unos con otros, lo que provoca atrasos y pérdida de tiempo productivo de máquina.
- Conos metálicos para toneles de almacenamiento de cable (Figura 44). Estos permitirán que los cables no se enreden por lo que eliminarán atascos de cable en la máquina de corte.

Figura 44. Conos metálicos para toneles de cable



- Bases metálicas con rodos para toneles de cables. Estas bases metálicas facilitarán el cambio de toneles con cable, minimizando el tiempo de transporte de los toneles vacíos y llenos hacia sus respectivos destinos
- Cintas métricas. Deben instalarse cintas métricas metálicas debidamente calibradas tanto en la mesa de corte 1 como la mesa de corte 2. Esto evitará fallas de calidad en los productos por causa de malas mediciones.

4.5.3. Subproceso de Crimpado

La principal fuente de fatiga de los operarios de las estaciones de trabajo de crimpado es la deficiente iluminación en las mesas de trabajo. La iluminación de la planta de producción en general es muy buena, pero la tarea de colocar terminales a los extremos de los cables requiere mucha precisión ya que la variación en el crimpado puede provocar graves problemas de funcionamiento en los refrigeradores.

Se debe evitar la colocación de más lámparas de las que ya existen en el departamento porque emanan mucho calor, además la iluminación existente es adecuada para las otras actividades.

La solución para éste problema es la compra de dos kits originales de iluminación complementaria (ver anexo 2). Cada paquete consiste en una bombilla tipo led que emana luz blanca directamente sobre el punto de crimpado, facilitando así, la visibilidad del operario. Además tiene un interruptor que debe ser presionado para encender la luz y al terminar el trabajo nuevamente debe ser presionado para que la luz se apague.

4.5.4. Subproceso de colocación de Housing

La nueva estación de trabajo debe incluir aparte de la mesa y silla ergonómica para el trabajador, un mueble adecuado con compartimentos para cada tipo de housing, Este mueble debe estar a la vista del operario y al alcance de su mano para facilitar la selección y ensamble de los distintos housings.

4.6. Automatización de Procesos

La mayoría de los subprocesos del proceso en estudio ya se encuentran automatizados o mecanizados, con la excepción de ensamble y corte 2.

En el capítulo 3, se analizó la situación del ensamble de arneses haciendo uso del tablero de ensamble como “facilitador” y por medio del estudio de tiempos se llegó a la conclusión que el realizar la tarea de este modo disminuye la capacidad de producción del subproceso. Por tanto resulta más conveniente realizar la tarea de manera manual.

Por otro lado se tiene la situación de corte 2, todas las tareas de este subproceso se realizan con herramientas manuales como cortacables, pelacables y prensaterminales, dando como resultado mucha variabilidad en la longitud de cortes y desforres de los cables, así también en los anchos de las terminales crimpadas manualmente, generando problemas de calidad y baja productividad.

Para corregir los problemas en corte 2 antes mencionados, se llevo a cabo la tarea de investigación, y se presentó una alternativa que sería de gran beneficio al proceso, la adquisición de una máquina cortadora y desforradora de cables semiautomática. Se encontraron en el mercado dos opciones ofrecidas por compañías rivales, y son las siguientes:

- **Unistrip 2600 de Scheleuniger** (ver figura 45), es una máquina electrónica (no neumática) completamente programable. Puede procesar muchas aplicaciones en cable calibre 6-32 AWG, cable de poder, cable multiconductor, cable plano y de sensores. Es muy rápida y silenciosa.

Figura 45. Máquina Unistrip 2600



Dentro de las funciones sobresalientes de esta versátil máquina tenemos:

- Un amplio rango de corte y desforre
- Funciones de desforre únicas para aplicaciones especiales
- Posibilidad de montar varios tipos de navaja
- Cambio de navajas sin necesidad de usar herramienta
- Disparador automático por sensor detector de cable
- Mecanismos de calidad y control por microprocesador garantizan gran precisión y repetibilidad
- Cambios rápidos de programa sin ajustes mecánicos
- Programación conducida por menú
- Pantalla gráfica, amigable que minimiza los errores de operación
- Programación de secuencias de corte

Los parámetros de proceso que se pueden programar con ésta máquina son los siguientes:

- Diámetro y velocidad de corte
- Longitud de desforre, desforre parcial o total y velocidad del desforre
- Tipo de navaja
- Retroceso de navaja antes de jalar
- Pasos y desforres múltiples, orden de pasos de desforre
- Función de recorte para garantizar longitud de desforre
- Función de limpieza de navaja
- Fuerza de sujeción de cable

Las especificaciones técnicas se muestran en la tabla V:

Tabla V. Especificaciones técnicas de máquina Unistrip 2600

Rango de calibres	AWG 32-6 (0.03 mm ² - 16 mm ²)
Diámetro Máximo del Cable	0.35" (9 mm)
Ancho Máximo para Cable Plano	0.43" (11 mm)
Incrementos de Diámetro	0.001" (0.01 mm)
Longitud Máxima de Desforre	3.15" (80 mm)
Longitud Máxima de separación	1.58" (40 mm)
Incrementos de Longitud	0.01" (0.1 mm)
Duración de Ciclo	~ 0.6 s (20 mm de desforre)
Activación de Ciclo	Sensor de cable o pedal opcional
Navajas Disponibles	Navajas-V, navajas de radio, navajas a la medida en distintos materiales
Fuerza de Sujeción	Motorizada, fuerza de sujeción de cable programable
Memoria de programa	1000 cables / 100 listados de cables
Interfases	Sensor; pedal, interfase robótica (opcional)
Nivel de Ruido	59 db
Fuente de Poder	100/115 VAC: fusible 2.0A/T, 230/240 VAC: fusible 1.0A/T, 50-60Hz, 60 VA
Dimensiones (L x W x H)	19.7 x 5.5 x 9.3" (500 x 140 x 235 mm)
Peso	26.7 lbs. (12 kg)

- **Delta 60 de Tyco** (ver figura 46), es una máquina electrónica desforradora de cables con dimensiones externas hasta de 11 mm. La configuración de los parámetros de desforres es fácil y no requiere cambios de cuchillas, es silenciosa, rápida (3 segundos por desforre) y no requiere de aire para su funcionamiento.

Figura 46. Máquina Delta 60



Dentro de sus funciones sobresalientes tenemos:

- Excelente procesamiento gracias a la cuchilla giratoria
- No se requiere uso de herramienta para cambio de cortes y desforres de los distintos cables
- Procesamiento de cables de uno y múltiples conductores








Las especificaciones técnicas se muestran en la tabla VI:

Tabla VI. Especificaciones técnicas de máquina Delta 60

Diámetro de corte	0.5mm ² -35mm ² 20 - 2 AWG
Longitud de desforre	96 mm.
Aislamiento de cables	PVC, Teflon, etc.
Tiempo de ciclo	3 segundos
Fuente de poder	115V/230V, 50/60 Hz
Peso	22 kg
Dimensiones (L x W x H)	610 x 240 x 210mm

Luego de conocer las dos diferentes alternativas se seleccionó la máquina que cumple con las especificaciones de los cortes y desforres de los insumos del sistema eléctrico y se muestran en la tabla VII.

Tabla VII. Tipos de cortes y desforres requeridos en el proceso

Desforre total	
Desforre total con recorte	
Desforre parcial	
Desforre parcial y recorte	
Desforres múltiples	
Cables eléctricos con diferentes longitudes y desforres	
Cables con doble aislamiento	

Al evaluar este aspecto la máquina que cumple con todos los requerimientos del proceso es la Unistrip 2600. La máquina desforadora Delta 60 no realiza desforre parcial, parcial con recorte, ni múltiple, no se pueden programar listados para cables con múltiples conductores a diferentes desforres y cortes, ni puede desforrar cables con doble aislamiento.

La única alternativa que cumple con todas las expectativas y es lo suficientemente versátil para el proceso en estudio es la máquina Unistrip 2600. Por otro lado la diferencia de precio entre una máquina y otra es muy baja al comparar las grandes ventajas que ofrece la Unistrip 2600. (Ver cotizaciones en el anexo 2).

Al cambiar el método de trabajo con la nueva máquina de corte y desforre Unistrip 2600, corte 2 será capaz de aumentar su capacidad de producción hasta más de 226 juegos de arneses e insumos eléctricos para los equipos de refrigeración, que es la capacidad de la restricción del proceso que es crimpado. Adicionalmente una sola persona puede realizar todas las tareas del subproceso de corte 2.

Esta propuesta es aun más beneficiosa ya que el segundo operario del subproceso de corte 2 puede ser trasladado a ensamble de arneses dado que allí también existe la necesidad del aumento en la capacidad de producción, maximizando así el uso del recurso humano.

4.7. Creación y modificación de dispositivos que faciliten las operaciones

Una parte no menos importante de la propuesta es la creación y modificación de dispositivos que faciliten las distintas operaciones del proceso en estudio. La ingeniería de métodos le da un enfoque prioritario a este aspecto ya que por ejemplo los tiempos perdidos por acomodo de material afectan considerablemente la productividad de un proceso.

Otro ejemplo es el trabajo adicional que debe ejecutar un operario en clasificar e identificar los productos terminados, este trabajo adicional puede causar más fatiga de la normal por unidad producida.

A continuación se presentan nuevos dispositivos facilitadores de trabajo y mejoras a los existentes para mejorar la productividad del proceso.

4.7.1. Dispositivos para transporte de productos en proceso

Es necesario que se fabriquen dos tipos de carritos para transporte de productos en proceso ya que los arneses y los insumos del sistema eléctrico poseen distintos atributos físicos que afectan directamente el diseño de los dispositivos. Por otro lado cada uno de estos dos productos posee una ruta distinta de proceso, por lo que sistemas de transporte diferentes pueden ser una guía visual para los operarios al ayudarlos a distinguir la ruta de cada producto y así evitar confusiones.

El dispositivo propuesto para la ruta de los arneses que es corte 1 – crimpado – housing – ensamble – bodega - corte 1 (ver figura 47) posee la ventaja de además de ser un facilitador para el transporte del producto en proceso también contribuye a la clasificación física y visual de los arneses para un modelo en especial. Posee cinco espacios separados para colocar de manera independiente los cables que conforman el arnés de tina, baffle, potencia, unidad condensadora y de tierra, y a medida que van siendo procesados esos cables van adquiriendo las características de un arnés terminado.

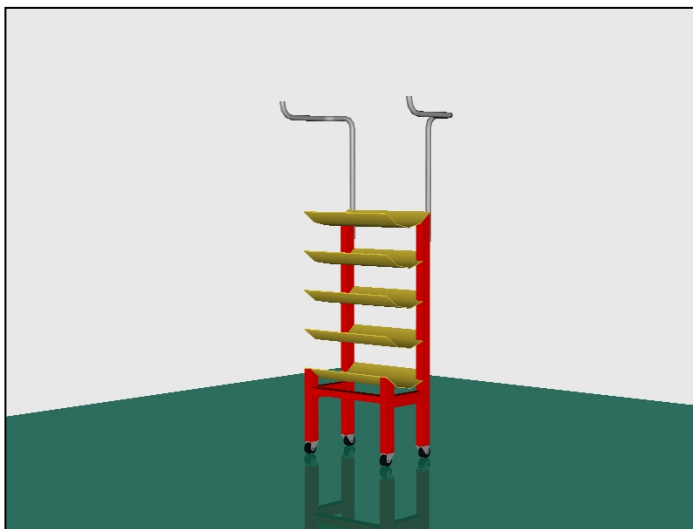


Figura 47. Carrito para transporte de arneses

Este dispositivo o carrito debe soportar una carga de 75 lb, por lo que su estructura debe ser fabricada en tubo cuadrado de 1 ¼” chapa 16.

Las bandejas contenedoras de cable deben ser curvas para evitar que por el movimiento del carrito provoque que los cables caigan al suelo. Estas bandejas deben ser de lámina galvanizada calibre 16.

Los mangos para maniobrar la carreta están diseñados para que un operario pueda mover el carrito sin ninguna dificultad. Además la altura de éste dispositivo está pensada para no afectar al operario que trabaje de pie (corte 1, ensamble) ni al que trabaje sentado (crimpado, housing).

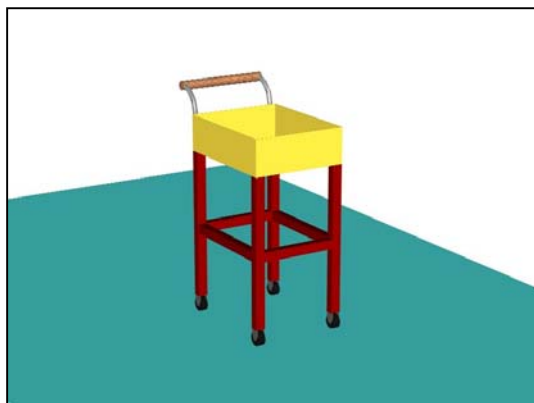


Figura 48. Carrito para transporte de insumos eléctricos

La carreta diseñada para el manejo de insumos eléctricos (ver figura 48) cuya ruta es corte 2 – crimpado – housing – bodega – corte 2 es más genérica, ya que debe transportar

materiales pesados o livianos, grandes o pequeños, por lo tanto se diseñó de tal manera que no afecte el transporte del producto que sea necesario transportar.

4.7.2. Herramientas para identificación de productos

Como bien se mencionó con anterioridad el tiempo que se toma el operario en identificar los productos puede reducir considerablemente la capacidad de producción de un proceso. Tal es el caso de corte 1 en el que la máquina de corte no trabaja mientras el operario realiza la tarea de identificar cada manajo de cables cortados.

Adicionalmente se puede incurrir en costos por causa de los errores humanos, ya que puede ser posible que el operario cometa algún error en el momento de escribir la información de los cables en la cinta adhesiva que utiliza para sujetarlos.

Luego de haber identificado y analizado la situación específica del subproceso de corte 1, se llegó a la propuesta que consiste en diseñar una etiqueta que contenga toda la información proporcionada por ingeniería del producto en la lista de corte.

El diseño de la etiqueta o calcomanía se muestra en la figura 49 y como se puede ver es pequeña y posee un tamaño estándar por lo que se puede imprimir en cualquier computadora.

Figura 49. Etiqueta para identificación de cables

CA026	Desforre A ↑ 0.18	Desforre B ↓ 0.18	Largo 52
AR-0037			
BLANCO 16	1 cable/equipo	W.O. 87	#
CC-7-BEV	ARNES TINA		

Para editar las etiquetas se creó una base de datos en Microsoft Excel que debe ser actualizada dependiendo del modelo, luego se debe abrir un documento plantilla de Microsoft Word y presionar el icono de combinación de correspondencia, para que los dos documentos se combinen y generen un nuevo documento con las etiquetas de identificación de cables listo para imprimirse.

4.7.3. Dispositivos para almacenamiento de herramientas

El personal de crimpado debe de movilizarse desde su mesa de trabajo hacia una estantería próxima a la bodega del departamento, cada vez que necesite cambiar el carrete de terminales o el aplicador ya que allí se almacenan. Para evitar dicho movimiento se propone que a un costado de la mesa de trabajo se instalen dispositivos de almacenaje de carretes de terminales y de aplicadores.

4.7.4. Mesas de trabajo

Con el fin de evitar confusiones y agilizar el proceso de prueba de continuidad de arneses eléctricos, se propone instalar dos mesas. La primera debe permitir el acceso adecuado a los arneses por probar, y la segunda ir clasificando los arneses probados. Adicionalmente se requiere otra mesa para la nueva estación de trabajo del subproceso de colocación de housing.

4.8. Resumen de la propuesta

La tabla VIII muestra un resumen de la propuesta de mejora para el proceso de fabricación de arneses y preparación de insumos del sistema eléctrico de equipos de refrigeración comercial.

Tabla VIII. Resumen de la propuesta

Estación	# Operarios	Capacidad de Producción (juegos de arneses)	Ritmo de Producción (min/unidad)	Tiempo en producir (hrs.)	Tiempo en Producir 229 juegos de arneses	Recursos
Corte 1	1	229	2.09	7.98	7.98	Atril para lista de corte y etiquetas Sujetador para cables Modificación bandeja de salida Conos metálicos Bases con rodos para los toneles Alfombra antifatiga Cinta métrica en la mesa de trabajo Dispositivos para transporte de cables Guías para Alimentación de máquina cortadora Toneles de Cables calibre 14 Impresora de matriz (opcional)
Corte 2	1	229 o más	-	-	-	Máquina desforradora Carritos para transportar piezas Mesa de trabajo Alfombra antifatiga Cinta métrica
Crimpado	3	226	6.37	8.00	8.10	Lamparas de iluminación complementaria Dispositivos para colocar terminales y aplicadores Carritos para transporte de material
Housing	1	259	1.85	7.99	7.06	Recipientes para colocar Housing Silla ajustable Carritos para transportar material Escalera para alcanzar objetos en estanteria
Ensamble 1sin tablero CPH	5	236	9.36	7.36	7.14	Mesas para colocar producto por probar y probado
Ensamble con Tablero CPH		219	10.13	7.97	7.73	Alfombras antifatiga
TOTAL OPERARIOS	11					

4.9. Evaluación financiera del proyecto

La implementación de las mejoras requiere como principal inversión la compra de la máquina desferradora. La maquina tiene un costo de \$8,500.00 equivalente a Q.65,025.00 con una tasa de cambio de 7.65 quetzales por dólar de los Estados Unidos incluyendo un fondo de imprevistos del 30% (COSTO REAL \$6,495.00).

Adicionalmente se requiere la contratación de un operario adicional, lo que representa aproximadamente un gasto de Q 31,696.63 anuales, incluyendo salario, más bonificaciones, cargas salariales y patronales, prestaciones, así como otros beneficios adicionales otorgados por la empresa para los operarios.

Por otra parte las demás mejoras no significan mayor inversión ni gasto, dado que serán realizadas con recursos disponibles en la empresa. Por ejemplo los dispositivos de transporte serán fabricados por el personal de mantenimiento que devenga un sueldo fijo en la empresa, utilizando materiales disponibles (posiblemente sobrantes de la producción como lámina).

Para evaluar la rentabilidad del proyecto se toma en cuenta entonces que la implementación de las mejoras tiene como consecuencia un ahorro anual de aproximado de Q. 38,194.88 en horas extras (basado en datos históricos de pago de planillas).

Considerando la inversión y gastos antes mencionados, y aplicando una tasa pasiva de interés del 4.54% anual. La inversión se recuperaría en aproximadamente 1 año con 9 meses. Sin embargo es importante mencionar que esto no considera la utilidad adicional producida por el incremento de la capacidad de producción del departamento y por ende de la fábrica. Este dato se desconoce dado que es información fuera del alcance del estudio, manejada por el departamento financiero y no por el departamento de producción.

4.10. Beneficios de la implantación de la propuesta

El objetivo primordial de una empresa es ganar dinero pero para poder lograrlo es necesario que se implementen proyectos con miras a la elevación de la productividad de sus procesos. A continuación se presentan cinco indicadores básicos que permiten medir objetivamente los beneficios que la empresa puede obtener de la implantación del proyecto.

4.10.1. Aumento de la capacidad de producción

La capacidad de producción del proceso antes de la implantación del proyecto es de 135 equipos por día, tasa determinada por el subproceso con menor capacidad que es crimpado 2 que tiene demasiada carga de trabajo respecto a crimpado 1.

Con la implementación del proyecto de mejora, el subproceso con menor capacidad continuaría siendo crimpado pero esta vez podrá llegar a producir juegos de arneses para 226 equipos.

La capacidad productiva del proceso crecería en un 67% al implantar el proyecto, por lo tanto toda la fábrica se vería beneficiada ya que se puede considerar el aumento de producción de equipos de refrigeración comercial y por ende la utilidad de la empresa aumentaría.

4.10.2. Reducción en costo de mano de obra

Debido a que al implementar el proyecto de mejoras, el departamento en estudio podrá cumplir con la demanda actual de las líneas de producción (180 equipos diarios) sin el uso de horas extras, por lo tanto el costo de mano de obra se reducirá en aproximadamente Q. 38,194.88 anualmente.

4.10.3. Personal más eficiente y motivado

Es difícil cuantificar la motivación del personal aún por medio de encuestas de clima organizacional, pero la iniciativa y participación del personal pueden ser evidencia de la motivación que tienen los trabajadores.

Un ambiente en el que se vela por la calidad de vida de los colaboradores y se presta atención a sus inquietudes y necesidades motiva a sus trabajadores, esta motivación promueve una cultura de excelencia y ayuda a crear conciencia tanto de la calidad del trabajo como en la eficiencia del mismo.

Este proyecto aunque no se enfoca en la medición de la motivación, si tiene como pilar la mejora de las condiciones de trabajo que es uno de los principales motivadores, ya que se le da la atención merecida a las necesidades específicas de cada persona que integra el grupo de trabajo instándolo a participar de la mejora continua de procesos y métodos de trabajo.

De este modo, aún cuando el proyecto contempla una considerable reducción en los salarios devengados por los operarios, al eliminar las horas extras. Se esperaría un aumento en la calidad de vida de los mismos basado en mejores condiciones de trabajo, y más tiempo libre para dedicar a sus familias y actividades de recreación.

4.10.4. Aumento en el índice de balance de los recursos

El índice de balance de recursos es una manera alternativa de medir que tan balanceadas están las estaciones de trabajo. En la actualidad se tiene un índice de 74.17% y con la implementación del proyecto de mejora, el índice aumentara a 95.84%. El detalle del cálculo de estos índices se muestra en la figura 50.

Figura 50. Cálculo del índice de balance de recursos

INDICE ACTUAL		
ESTACION	CAPACIDAD	CAPACIDAD MÍNIMA
Corte 1	202	135
Corte 2	180	135
Crimpado 1	204	135
Crimpado 2	135	135
Ensamble	189	135
SUMA	910	675
IBR=(675/910)*100 = 74.17%		
INDICE CON PROPUESTA		
ESTACION	CAPACIDAD	CAPACIDAD MÍNIMA
Corte 1	229	226
Corte 2	229	226
Crimpado	226	226
Housing	259	226
Ensamble	236	226
SUMA	1179	1130
IBR=(1130/1179)*100 = 95.84%		

Este índice también se puede interpretar como el grado o nivel de sincronización entre los distintos subprocesos e indica que habrá menos pérdidas de tiempo por el desbalance del flujo de los productos, es decir que una estación deberá esperar menos tiempo a que se desocupe la estación siguiente para continuar el proceso.

4.10.5. Aumento de la productividad (producción / horas de trabajo)

El índice de productividad parcial de tiempo disponible también se verá beneficiado con la implementación del proyecto de mejora. El índice actual es de 16 juegos de arneses por hora, mientras que con la implementación del proyecto aumentará a 28 juegos de arneses por hora.

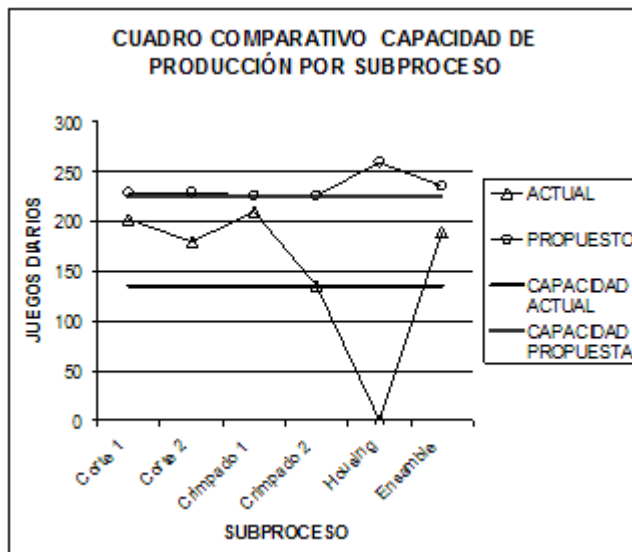
Este proyecto se enfocó en optimizar recursos y según se puede notar con éste indicador, realmente vale la pena que esta propuesta sea puesta en marcha ya que a un bajo costo se puede aumentar la producción en un 70%.

El costo parcial de mano de obra directa también reflejará una mejora considerable, ya que el costo actual por unidad producida es de Q.88.25 y al implementar el proyecto se reducirá a Q.57.29. Aunque se contratará una persona adicional para la estación de trabajo de housing la eliminación de horas extras y el aumento de capacidad de producción de cada una de las estaciones de trabajo permitirá un mejor aprovechamiento del recurso humano.

4.11. Gráfico comparativo

Para comparar visualmente la situación actual y la propuesta se preparó el gráfico 51.

Figura 51. Cuadro comparativo de capacidad de producción por subproceso



Como puede notarse la capacidad máxima actual del proceso es de 135 juegos de arneses diarios, mientras que la capacidad máxima propuesta es de 226 juegos de arneses diarios.

La capacidad de housing actual aparece como 0 dado que la estación de trabajo no existe. Sin embargo la creación de esta estación de trabajo es necesaria para que se pueda cumplir con la capacidad de producción propuesta.

En el gráfico también se puede apreciar que el subproceso con mayor crecimiento en capacidad de producción será crimpado 2, ya que se balancearán las tareas de esta estación y se integrarán a las de crimpado 1 creando un solo subproceso con capacidad de 226 juegos de arneses diarios.

La segunda estación con mayor crecimiento será ensamble, esto lo permitirá la asignación de un operario adicional a los cuatro existentes.

5. IMPLANTACIÓN

5.1. Listado de actividades en orden de prioridad

Para una exitosa implantación del proyecto es indispensable realizar un listado detallado de sus actividades con el fin de prever cualquier eventualidad, considerando que la relación de las actividades define el orden de prioridad en el que estas se deben ejecutar.

5.1.1. Presentación del proyecto

El proyecto de mejora debe ser presentado formalmente al Vicepresidente de Operaciones y al Gerente de Producción, estos deben dar su visto bueno y aprobarlo. Ellos serán los responsables de asignar los recursos necesarios para la exitosa implantación del proyecto. La presentación se realizará en la sala de reuniones ejecutiva y se expondrá de manera verbal con ayuda gráfica cada uno de los hallazgos obtenidos, de la misma manera se les dará a conocer las mejoras propuestas y los beneficios que se obtendrán de la implantación de las mismas.

5.1.2. Comunicación de proyecto al personal del departamento

Después de ser aprobado el proyecto por la alta gerencia, se debe comunicar al personal del piso de los cambios que se realizarán en el departamento y de que manera estos los involucran. Esta reunión se celebrará en la sala de capacitaciones del edificio de planta.

5.1.3. Mejoras para facilitar las operaciones

Deben fabricarse los dos tipos de carritos para facilitar transporte de los productos del proceso, arneses e insumos del sistema eléctrico de equipos de refrigeración comercial, luego de esto se debe capacitar a los operarios del departamento sobre el uso y la ruta que deben tener estos dispositivos a lo largo del proceso en estudio.

Por otro lado, para facilitar la identificación de cables se debe implementar el uso de las etiquetas propuestas para identificación de los cables, para esto se debe designar un responsable de imprimirlas y entregarlas al encargado de corte por cada orden de producción.

Además se deben fabricar los dispositivos para el almacenamiento de carretes de terminales y aplicadores en las estaciones de crimpado, esto según la asignación de tareas previa.

También se deben fabricar tres mesas, dos para colocar arneses probados y por probar y una última para la estación de housing.

5.1.4. Automatización de procesos

Se debe realizar el trámite de compra de la máquina desforadora de cables. Es imprescindible capacitar al personal de mantenimiento sobre el mantenimiento de la máquina, los cuales deben crear un programa de mantenimiento preventivo. Posterior a eso se debe capacitar al operario de producción sobre el uso y los ajustes necesarios para el correcto funcionamiento de la nueva máquina.

5.1.5. Mejoras al flujo del proceso

El primer paso para llevar a cabo las mejoras al flujo del proceso es ampliar el área asignada al departamento en estudio, ya que este espacio adicional es necesario para crear la nueva estación de housing y para realizar la redistribución de todas las estaciones de trabajo.

5.1.6. Mejoras para el aprovechamiento de los recursos disponibles

Para aprovechar los recursos disponibles se debe fabricar la bandeja para salida de cables de la máquina cortadora, instalarla en la máquina y por último capacitar al operario sobre el método de trabajo.

También se deben reasignar tareas y recursos en las estaciones de crimpado, para esto se reunirá al supervisor del área y a los operarios de dichas estaciones para explicarles el nuevo método de trabajo.

5.1.7. Mejoras a las condiciones trabajo

Se deben llevar a cabo las siguientes actividades para mejorar las condiciones de trabajo del personal:

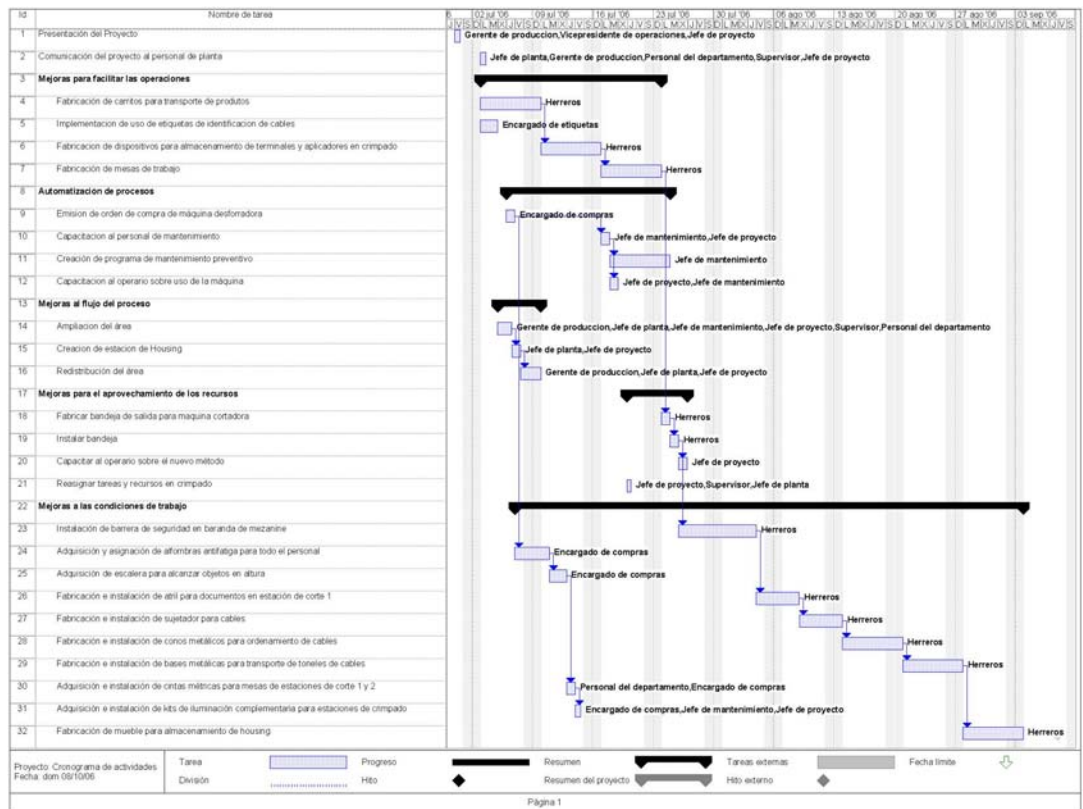
- Instalación de barrera de seguridad en baranda de mezanine
- Adquisición y asignación de alfombras antifatiga para todo el personal
- Adquisición de escalera para alcanzar objetos en altura
- Fabricación e instalación de atril para documentos en estación de corte 1
- Fabricación e instalación de sujetador para cables

- Fabricación e instalación de conos metálicos para ordenamiento de cables
- Fabricación e instalación de bases metálicas para transporte de toneles de cables
- Adquisición e instalación de cintas métricas para mesas de estaciones de corte 1 y 2
- Adquisición e instalación de kits de iluminación complementaria para estaciones de crimpado
- Fabricación de mueble para almacenamiento de housing

5.2. Asignación de responsabilidades y recursos.

En el gráfico 52 se presentan las actividades necesarias para la implantación del proyecto con sus respectivos responsables y recursos.

Figura 52. Gráfico de Gantt del proyecto



6. SEGUIMIENTO

Muchas veces se tiene la creencia falsa de que un proyecto se termina cuando las mejoras propuestas ya están implantadas. Sin embargo el seguimiento es necesario para asegurar que se siguen los métodos propuestos, que se logran los estándares establecidos y que están apoyados por los trabajadores, supervisores y la administración. En general, los resultados del seguimiento son beneficios adicionales que surgen de nuevas ideas y nuevos enfoques, que con el tiempo estimulan el deseo de mejorar el proceso existente.

Un seguimiento exhaustivo y periódico asegura obtener los beneficios esperados del proyecto de mejora. El seguimiento de los estándares permite mantener una estructura de costos satisfactoria, pero a la vez exige del compromiso de la alta gerencia, los mandos medios y el personal operativo para mantener un proceso de mejora continua haciendo uso de un análisis de métodos continuo.

Sin el seguimiento es muy probable que los métodos implantados dejen de aplicarse y se regrese a utilizar los procedimientos originales.

6.1. Verificación del cumplimiento de objetivos

Los resultados más significativos lograr que se mantenga: la capacidad de producción, el costo de mano de obra directa, el índice de balance de recursos y la producción/horas. Si estos parámetros no se pueden medir no es posible

que sean controlados y sin el control será inminente la pérdida de beneficios, que traerá consigo la pérdida de competitividad de la empresa.

El seguimiento de los objetivos debe integrarse al sistema de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001:2000 ya implementado en la empresa. De esta manera se realizará periódicamente evaluaciones de indicadores que tendrán como resultado no conformidades u opciones de mejora según sea necesario.

En cada seguimiento se deben revisar los resultados del método original y el desempeño del trabajador.

Para facilitar la verificación de los objetivos se creó una tabla de soporte (ver figura 53) que incluye la información básica para determinar si el proyecto de mejora está teniendo los resultados deseados. La cual constituirá un registro del sistema de gestión de calidad.

Figura 53. Hoja de soporte para seguimiento de los objetivos del proyecto

Departamento: Eléctricos								
Analista: _____								
Hora: _____								
Fecha: _____								
HOJA DE SEGUIMIENTO DE PROYECTO DE MEJORA								
	ESTANDAR	MEDICION	ESTANDAR	MEDICION	ESTANDAR	MEDICION	ESTANDAR	MEDICION
	Tiempo de ciclo (min/juego)	Evaluación (min/juego)	Producción juegos/día	Evaluación juegos/día	No. Operarios	Evaluación No. Operarios	Horas extras/mes	Evaluación HrsXtras/Mes
Corte 1	2.09		229		1		0	
Corte 2	2.09		229		1		0	
Crimpado	6.37		226		3		0	
Housing	1.85		259		1		0	
Ensamble	9.36		236		5		0	
	ESTANDAR	MEDICION						
Tiempo disponible	480 min/día							
Indice de balance de recursos	95.84%							
Producción/hora de trabajo	28 juegos							
Costo de MO/unidad	Q.57.29							

Firma de analista								

6.2. Análisis de riesgos de las mejoras implantadas

Al implantar las diversas mejoras propuestas el departamento debería orientarse a obtener los benéficos esperados. Sin embargo es importante monitorear aspectos ambientales u organizacionales que pudiesen poner en riesgo el desarrollo correcto del proyecto.

La resistencia al cambio es un factor de riesgo que debe ser siempre considerado. Por un lado la mayoría de los trabajadores tiende a acomodarse a la situación actual, puesto que aunque esta no sea tan buena, la conocen y esto les proporciona cierto grado de seguridad. Por otro lado existe el temor de la alta dirección de que un nuevo método resulte perjudicial para la empresa.

Considerando lo anterior, la mejoras implantadas pueden estar en riesgo, al ser abandonas por los trabajadores si no se le da el seguimiento adecuado, o por iniciativa de la alta dirección si a corto plazo no aportan los beneficios esperados.

6.3. Retroalimentación y ajustes para optimización de las mejoras implantadas

Habiendo traducido los objetivos del proyecto en indicadores que deben ser mejorados según los objetivos de calidad del departamento, el proyecto se ha integrado al sistema de gestión de calidad de la empresa. De este modo el desarrollo de las mejoras deberá seguir el ciclo Deming de “Planear, Hacer, Verificar y Actuar”. Al momento de la implantación el proyecto habrá cumplido las etapas de “Planear” y “Hacer”, quedando pendiente las de “Verificar” y “Actuar” que garantizan que se analicen los datos recabados para realizar los

ajustes necesarios al funcionamiento óptimo de las mejoras.

Adicionalmente es importante mencionar que la participación del personal es uno de los ocho principios de la gestión de la calidad según la norma ISO 9001:2000 que dice: “El personal de todos los niveles es la esencia de una organización y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización.”. Lo anterior indica que la opinión de cada uno de las partes interesadas en la implantación del proyecto debe ser tomada en cuenta. Para tal propósito se creó un formato de propuesta de mejora (ver figura 54, página 123) aplicable a cualquier proceso dentro de la empresa, que facilitará la recopilación de información para su posterior análisis y evaluación.

Figura 54. Reporte de mejora al área de trabajo

REPORTE DE MEJORA AL ÁREA DE TRABAJO

Departamento de Producción

1. DATOS GENERALES

FECHA: _____

DATOS DEL ANALISTA

NOMBRE: _____

PUESTO: _____

DEPARTAMENTO: _____

TITULO DEL PROYECTO

OBJETIVO

ALCANCE

2. PROBLEMÁTICA ACTUAL

DESCRIPCION DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL

EVIDENCIAS DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL
(FOTOGRAFÍAS, DIAGRAMAS DE PROCESO, BOSQUEJOS)

CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS

3. MEJORA PROPUESTA

DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

--

DIBUJOS Y ESPECIFICACIONES DE LOS DISPOSITIVOS PROPUESTOS

--

DISEÑO DE HERRAMIENTAS

--

DISEÑO DE MAQUINAS

--

DISEÑO DE ESTACIONES DE TRABAJO

--

OTROS

--

INVERSION

--

4. BENEFICIOS ESPERADOS CON LA IMPLANTACIÓN

AHORROS ESTIMADOS

--

BENEFICIOS A LA CALIDAD Y CONFIABILIDAD DEL PROCESO

--

MEJORAS EN SERVICIO A LOS CLIENTES DEL PROCESO

--

REDUCCIONES DE TIEMPOS

--

RECUPERACION ESTIMADA DE LA INVERSION

--

OTROS BENEFICIOS

--

ESTRATEGIA PARA IMPLANTAR LA MEJORA

--

6.4. Documentación del proceso

Tomando en cuenta todos los cambios que se realicen a los subprocesos durante la implantación del proyecto, se deberá ir modificando los instructivos y procedimientos documentados del sistema de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001:2000.

En la empresa existe personal dedicado al mantenimiento del sistema de gestión de calidad y su documentación, por tanto se deberá trabajar conjuntamente, promocionándoles toda la información que requieran y verificando que lo documentado corresponda a los cambios implantados.

CONCLUSIONES

1. El proceso de fabricación de arneses y preparación de insumos del sistema eléctrico de equipos de refrigeración comercial incluye cinco subprocesos. Corte 1: donde se cortan y desforran semi-automáticamente los cables de los arneses. Corte 2: subproceso en que manualmente se cortan y desforran a la medida los cables de los insumos del sistema eléctrico. Crimpado 1: subproceso en el que se colocan, mediante maquinaria, terminales a las puntas de los cables de los arneses. Crimpado 2: en el cual se colocan terminales a las puntas de los insumos del sistema eléctrico. Ensamble: último subproceso en el que se unen los cables con distintos tipos de conectores, para finalmente probar la continuidad eléctrica de los circuitos completos.
2. El estudio de tiempos resultó de gran utilidad para la recopilación de información objetiva y medible, facilitando el análisis posterior de las operaciones del proceso necesario en la tarea del rediseño del proceso productivo. El diagrama de Ishikawa se utilizó para el análisis de causas de la problemática existente en el departamento, con miras a erradicar las causas de problemas desde su raíz. El diagrama de recorrido del proceso facilitó la visualización del flujo del proceso en área de trabajo, poniendo en evidencia deficiencias como retrocesos y congestiónamiento. Las herramientas de análisis financiero valor presente neto y retorno de la inversión contribuyeron para determinar la rentabilidad del proyecto para la empresa. Por último, el diagrama de Gantt, fue de gran utilidad para la planificación de la implantación de las mejoras, programación y asignación de recursos.

3. Las oportunidades de mejora del proceso se pueden clasificar en cinco ejes principales. El mejoramiento del flujo del proceso aunque no requiere mayor inversión tiene el potencial de elevar la productividad del proceso, ya que reduce costos ocultos por transportes, retrocesos y movimientos innecesarios. El mejor aprovechamiento de recursos, va directamente relacionado con la optimización de tiempo de trabajo y economía de movimientos, este tipo de mejoras no requiere mayor inversión ya que consiste en mejoras de alto impacto y bajo costo para cada estación de trabajo. Las mejoras a las condiciones de trabajo se enfocan en el bienestar físico del personal de la empresa, que repercuten en su motivación y rendimiento. La automatización de procesos y la creación y modificación de dispositivos para facilitar las operaciones requiere mayor inversión económica, pero repercute principalmente en el aumento considerable de la capacidad de producción del proceso y en la mejora de calidad de los productos que acelera el retorno de la inversión.

4. La implantación de las mejoras permitirá un ahorro anual en el pago de horas extras con un valor aproximado de Q.38,194.88, que contribuirá a que la inversión (Q.65,025.00) se recupere en 1 año y 9 meses. Por otro lado la capacidad de producción se llegará a elevar en un 67%, que representará mayores utilidades y una mejor respuesta de la empresa para atender la demanda creciente del mercado. El proyecto a meses de ser implantado tiene una clara tendencia hacia el logro de los beneficios esperados.

5. Para una exitosa implantación del proyecto de mejora fue necesaria la elaboración de un gráfico de Gantt del proyecto con sus respectivos responsables y recursos necesarios. El cronograma de actividades se elaboró conjuntamente con la alta gerencia, que es la responsable de

asignar recursos, y también se aprovechó el aporte de las partes responsables de la implantación de las mejoras relacionadas a su campo de acción dentro de la organización. Cabe resaltar que la buena comunicación entre las partes involucradas permitió que el flujo de información fuera el adecuado facilitando las actividades realizadas.

6. El proyecto de mejora al departamento de Eléctricos, y las modificaciones al procedimiento y al instructivo de fabricación de arneses y preparación de insumos del sistema eléctrico han sido documentados dentro del Sistema de Gestión de Calidad existente en la organización bajo los lineamientos de la norma ISO 9001:2000. El seguimiento efectivo de las actividades dentro del departamento a través de objetivos de calidad (ISO 9001:2000) proporcionan oportunidades de mejora que evidencian la mejora continua dentro del área.

7. Se desarrolló un reporte de mejora al área de trabajo para facilitar la recolección de información valiosa que el personal de planta involucrado pueda proporcionar. Éste reporte ha sido diseñado de manera que el personal en un orden lógico logre definir la problemática actual, desarrolle una propuesta y resalte los beneficios esperados al implementar la mejora que considera necesaria en su área de trabajo.

RECOMENDACIONES

1. Para tener éxito en la implantación de la propuesta es indispensable el respaldo de la alta dirección al igual que la aceptación del personal de planta afectado con los cambios. De esto sobresale la importancia de la habilidad que se debe tener para convencer a las partes involucradas de las ventajas que cada uno obtendrá con la implantación de las mejoras.
2. Durante la etapa de implantación se debe participar, activamente, para asegurar que todos los trabajos se realizan de acuerdo con el plan propuesto. Esto debido a que, muchas veces, es necesario realizar ajustes sobre la marcha para que el desarrollo exitoso del proyecto no se interrumpa.
3. En la etapa de seguimiento del proyecto es vital aclarar cualquier inquietud que pueda surgir de parte de la dirección y del personal de planta, para reducir la resistencia al cambio. Además, es imprescindible la retroalimentación que las partes involucradas puedan ofrecer, ya que, permite ajustar el proyecto según se requiera para mantener un ciclo de mejora continua en los procesos.
4. Con el propósito de reducir la incertidumbre a la metodología establecida es importante capacitar al personal de planta, dado que un mayor grado de conocimiento de los nuevos métodos aumentará su competencia, lo que les permitirá visualizar las ventajas que este tiene para la organización y para ellos mismos.

5. Dentro de la estrategia para implantar el proyecto, debe considerarse que no se debe interrumpir el ritmo de producción, ya que, puede incurrirse en costos adicionales muy elevados por no producir.

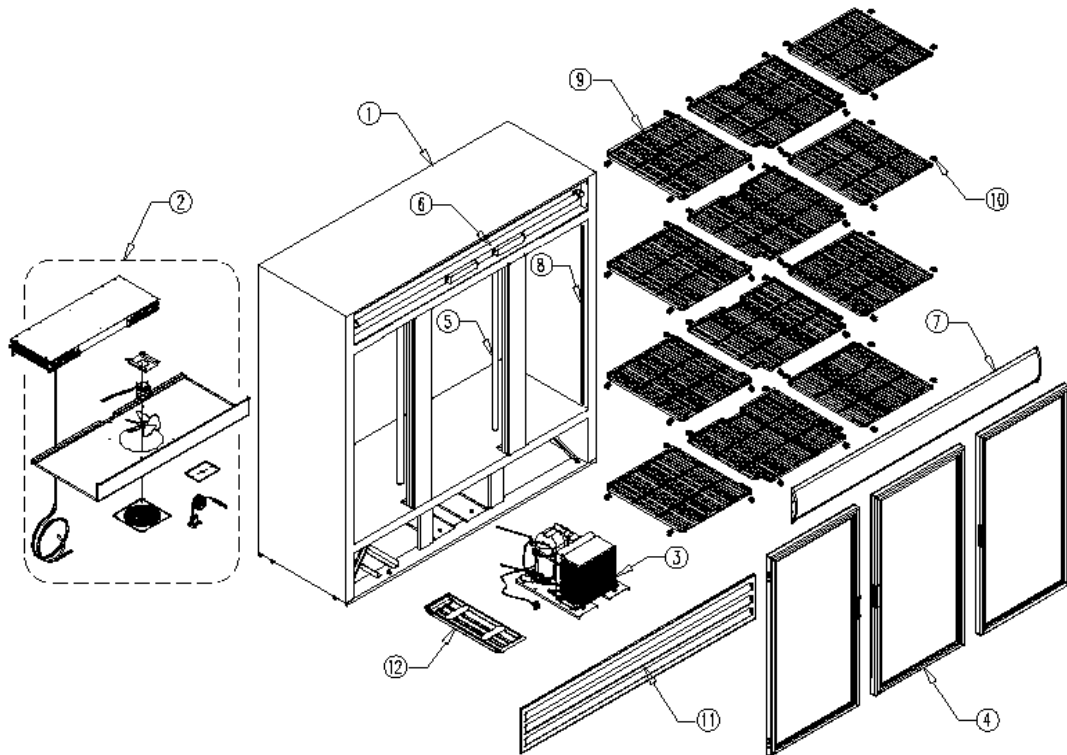
BIBLIOGRAFÍA

1. NIEBEL Benjamín, FREIVALDS Andris, **“Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo”** Décima edición, Editorial: Alfa omega Grupo Editor, S.A. de C.V, México D.F, 2001.
2. KONZ Stephan, **“Diseño de Instalaciones Industriales”**, Editorial: Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores, México, D.F. 1998.
3. KONZ Stephan, **“Diseño de Sistemas de Trabajo”**, Editorial: Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores, México, D.F. 2001.
4. SAPAG CHAIN Nassir, SAPAG CHAIN Reinaldo, **“Preparación y Evaluación de Proyectos”** Cuarta edición, Editorial: Mc Graw Hill, Chile, 2000.
5. AQUILANO, JACOBS, CHASE, **“Administración de Producción y Operaciones”** Octava edición, Editorial Mc Graw Hill, Colombia, 2000.
6. ROSALER Robert C., **“Manual del Ingeniero de Planta”** Tomo I-IV, Editorial: Mc Graw Hill, México, 1998.
7. MAYNARD, **“Manual del Ingeniero Industrial”**, Editorial: Mc Graw Hill, México, 2001.
8. EVANS, J.R. y W. Lindsay, **“Administración y Control de la Calidad”**, International Thompson Editores, México, 2000.
9. Norma ISO 9001:2000

ANEXO 1

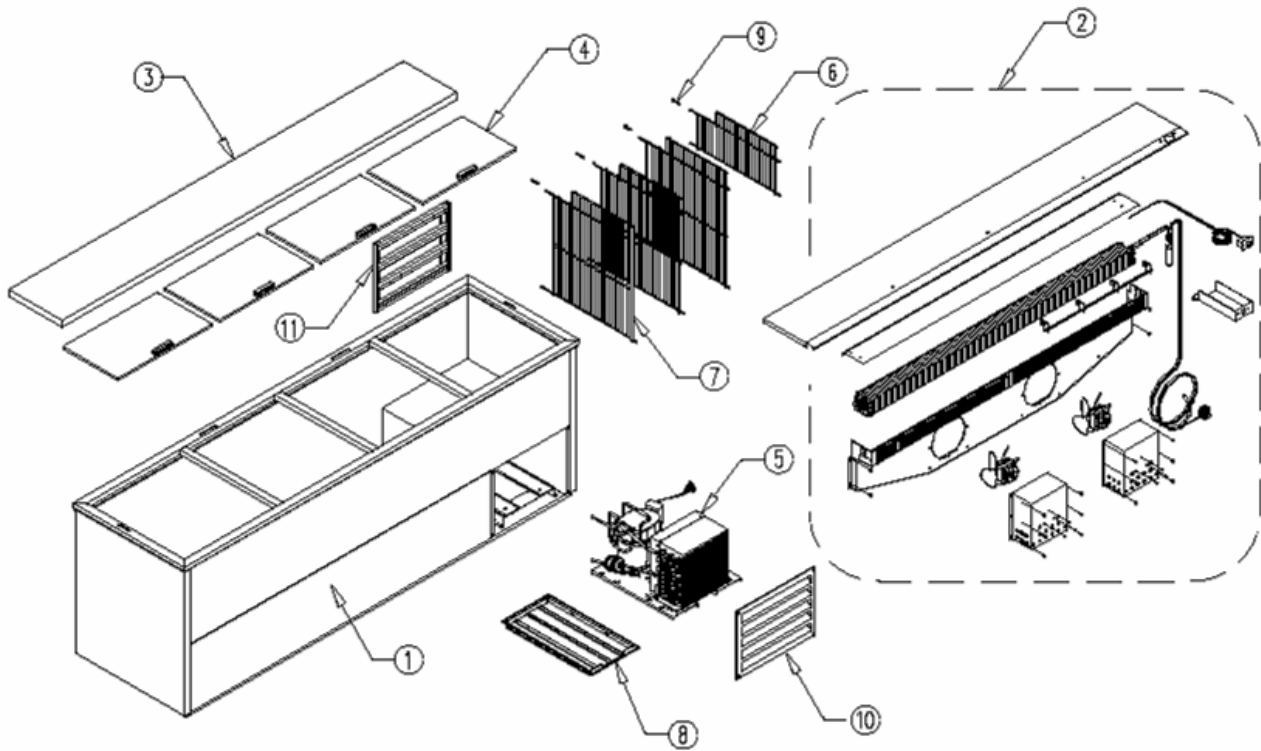
Explosión de partes de equipos de refrigeración

Equipos verticales



1. Gabinete
2. Sistema de refrigeración
3. Unidad condensadora
4. Sistema de puerta
5. Sistema de lámpara interior
6. Sistema de lámpara de rótulo
7. Rótulo exterior
8. Pilaster
9. Clips de parrilla
10. Parrilla plana izquierda, derecha y central
11. Cubremotor
12. Recipiente para agua

Equipos horizontales





1. Gabinete
2. Sistema de refrigeración
3. Top exterior
4. Puerta
5. Unidad condensadora
6. División de grada de tina
7. División de tina
8. Recipiente para agua
9. Resorte para división de tina
10. Parrilla frontal
11. Parrilla trasera

Fuente: Adaptación "Manual de equipos Froster-B-95"
Adaptación "Manual de equipos CR-65"

ANEXO 2

Cotizaciones

Cotización de máquina Unistrip 2600

<small>This quote is valid for 60 days</small>		<small>Page 1 of 3</small>
		<small>Schleuniger, Inc. North American Headquarters 87 Cain Drive Manchester, NH 03103 USA P (603) 668-8117 F (603) 668-8119 www.schleuniger-na.com</small>
<small>Quote #S10480M 3/18/05</small>		
<small>To: Mr. Arelis Gonzalez - Refrigua S.A., 48 Avenida y 3 Calle Zona 7 Colonia El Rosario, Guatemala, Guatemala Phone #: 01150224375145 Fax #: 01150224310133 or 01150224310133</small>		
<u>Quotation for UniStrip 2600</u>		
	<small>Machine includes: (1) Set of standard V blades, installed (1) Set of standard V grippers, installed (1) Safety shield installed (1) Slug container, installed (1) Blade box (1) Tool kit (1) Operator's manual (1) Power Cord</small>	
UniStrip 2600 Unit Price: \$6,495.00 (U.S. Dollars)		
<small>One Year Service Contract: \$650.00</small>		<small>Three Year Service Contract: \$1,300.00</small>
<small>Warranty: 12 Months (Includes parts and labor) Does not include consumables such as blades, belts, etc.</small>		
<small>Terms: Net 30 Days (Subject to Credit Approval) Please note that terms & conditions as per attachment and prices quoted do not include any applicable state and local taxes.</small>		
<small>FOB: Origin (Manchester, NH)</small>		<small>Machine Delivery: 2-3 Weeks ARO</small>
<small>Thank you for your interest in Schleuniger's wire processing solutions. Schleuniger is recognized for our unsurpassed machine quality and reliability. In addition to our standard machine warranty, and to support your ongoing production capacity, Schleuniger offers three levels of after-sale service and preventative maintenance. We also have leasing and rental options available, as well. If you would like more information on these programs, please contact us or your local representative listed below.</small>		
<small>Sincerely, Victor Pagoaga Inside Sales Coordinator Tel.: (656) 6250744 Fax: (656) 6250745</small>	<small>Cc: Arturo D' Anda Schleuniger, Inc. Blvd. Campos Eliseos #9050-1B Fracc. Campos Eliseos Cd. Juarez, Chih., Mexico C.P. 32470 Tel.: (656) 6250744 Fax: (656) 6250745</small>	
<small>All Purchase Orders <u>must</u> show terms as Net 30 days and FOB as Origin</small>		



Quote #010480M

**UniStrip 2800
Machine Options**

	Radius Blades (set 2); diameters ranging from 0.5 – 7.5 mm (In 0.5 mm increments)	195.00
BTH-99-402658	Die Blades (set 2), cable-specific (Minimum order - two sets per size)	225.00
BTH-99-402651	2-Conductor Radius Blades (set 2), cable-specific (Minimum order - two sets per size)	225.00
BTH-99-402652	3-Conductor Radius Blades (set 2), cable-specific (Minimum order - two sets per size)	225.00
BTH-99-402653	4-Conductor Radius Blades (set 2), cable-specific (Minimum order - two sets per size)	225.00
BTH-99-402654	5-Conductor Radius Blades (set 2), cable-specific (Minimum order - two sets per size)	225.00
BTH-99-402655	6-Conductor Radius Blades (set 2), cable-specific (Minimum order - two sets per size)	225.00
BTH-99-402656	7-Conductor Radius Blades (set 2), cable-specific (Minimum order - two sets per size)	225.00
BTH-99-402657	X-Conductor Radius Blades (set 2), cable-specific (Minimum order - two sets per size)	225.00
BTH-99-402661	Custom Blades (set 2) , cable-specific (Minimum order - two sets per size)	225.00
BTH-99-402664	2-Conductor Radius Blades with Offset (set 2), cable-specific (Minimum order - two sets per size)	225.00
BTH-99-402665	3-Conductor Radius Blades with Offset (set 2), cable-specific (Minimum order - two sets per size)	225.00
BTH-99-402659	U-Contour Blades (set 2) , cable-specific (Minimum order - two sets per size)	225.00
BTH-402663	Flat Blades (set 2)	195.00
BTH-400557	Flat Gripper Jaw (set 2)	190.00
BTH-402188	Safety Cover (for short breakouts)	980.00
BTH-99-402662	Mechanical Stopper, cable specific	430.00
BTH-401460	Air Blow-off kit	275.00
BTH-701.5501	Foot Pedal	295.00
BTH-404144	SmartStrip Control Kit	650.00

Spare Parts

BTH-402586	Standard V Blades (set 2)	175.00
------------	---------------------------	--------

**SCHLEUNIGER, INC.
TERMS AND CONDITIONS OF SALE**

All sales will be subject to the Terms and Conditions as summarized below. Special order merchandise may be subject to other conditions and/or charges. As Schleuniger Inc. maintains an on-going program of product improvement, specifications are subject to change without notice.

PRICE: All prices are quoted in U.S. Dollars, and are subject to change without notice. F.O.B. Manchester, NH. (unless otherwise specified by Schleuniger Inc.). Orders totaling less than \$50 will be subject to a \$10 small order surcharge.

PAYMENT: Unless otherwise quoted, payment terms are net 30 days from date of invoice, subject to credit approval. A service charge of 1.5% per month will be charged to past due accounts. Goods will not be dispatched to buyers whose accounts are overdue until such time that full payment has been received by us. **Please remit all payments to the following address:**

**Schleuniger, Inc.
87 Collin Drive
Manchester, NH 03103**

FREIGHT: Unless otherwise specified by the buyer, shipments are freight prepaid and invoiced. The purchaser shall be liable for any loss which occurs after the goods have left their F.O.B. point.

DAMAGE AND SHORT SHIPMENT: In the event goods are received damaged, keep all packaging material, and contact both the carrier and Schleuniger Inc. in writing within 5 working days. Insurance claims are made between the buyer and carrier. All claims for shortages or non-delivery of goods must be made in writing to Schleuniger Inc. within 10 days of shipping date.

RETURNS: A Returned Material Authorization number must be issued by Schleuniger Inc. prior to the return of any goods. Goods returned are to be referenced with this number, and must be returned within 30 days of the issuance of the RMA number, or they will not be accepted. All returns are to be sent to Schleuniger Inc. freight prepaid.

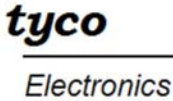
Goods incorrectly ordered will be accepted back for credit if returned within 30 days and are in original condition and packaging. A 20%, or \$25.00, restocking charge (whichever is the higher) will be levied to cover handling costs.

WARRANTY: Schleuniger Inc. warrants new product manufactured by Schleuniger Inc. to be free from defects in material and workmanship for a period of twelve months. Products not manufactured by Schleuniger Inc. are warranted by their manufacturer. Schleuniger Inc. at its option will repair or replace faulty goods and is not responsible for any consequential loss incurred due to faulty goods. This warranty does not cover normal wear, misuse or consumable items. The guarantee does not include modifications or damages due to abuse by the user.

NO WARRANTY AGAINST INFRINGEMENT: Schleuniger Inc. makes no warranty whatsoever that the goods are delivered free of any rightful claim of any third person for infringement of patent.

TITLE: Title to goods shipped by Schleuniger Inc. shall not pass to the purchaser until the goods have been paid for in full.

Cotización de máquina Delta 60

		COTIZACIÓN				EXTERNA			
		TYCO ELECTRONICS MÉXICO, S.A. Vía Dr. Gustavo Baz Prada 2160 Edificio 4, Planta Baja Col. La Loma Tlalapeñita Estado de México, C. P. 54060 RFC TEM-600403-SHO Tel. 1104 0800				No. Cotización	Fecha	Página	
Atención: Fax: 5-024-375-145		No. Contrato: Cliente 500736 REFRIGERADORES DE GUATEMALA S.A Regimen				Corresponsal de Servicio a Clientes: Maricruz Cama'o Collazo			
						Moneda: USD		Proyecto:	
		Vigencia: 45		Incoterm:		FOB CD HIDALGO			
		CDENT2							
Lin	No Parte Tyco No Parte Cliente	Descripción MOQ PPO T. Ent			Origen	U.M. L. Venta	Cantidad Transp.	Precio Final Tipo Producto	
	0-0051492-0	0	0	0			0	0.0000	
	No. Parte no existe								
	3-0456406-3	1	1	27	USA	USA	PC M 2	1	97.7500 M:ORDER
	0-0528367-3	1	1	43	Suiza	Canadá	PC M 2	1	2,294.2500 M:ORDER
	0-0528367-5	1	1	33	Alemania	Canadá	PC M 2	1	2,558.7500 M:ORDER
	1-0528367-0	1	1	123	Suiza	Canadá	PC M 2	1	5,735.6250 M:ORDER
	1-0528367-2	0	0	0			0	0.0000	
	No. Parte no existe								
Aclaraciones:									
1. MOQ (CANTIDAD MÍNIMA A ORDENAR) ES POR NÚMERO DE PARTE. 2. LA FECHA DE ENTREGA SERÁ PROPORCIONADA DESPUÉS DE RECIBIR EL PEDIDO. 3. AL RECIBIR EL PEDIDO POR ESTOS MATERIALES SE CONSIDERAN ACEPTADOS LOS PRECIOS. 4. PRECIOS CON 4 DECIMALES. 5. SI EL NÚMERO DE PARTE ES MAKE TO ORDER EL PEDIDO SE DEBERÁ DE SOLICITAR EN BASE AL MOQ (PRODUCTO INCANCELABLE). 6. PRECIOS SUJETOS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO.									
Transp. = Via de Embarque (M = Yerrestre S, Q = Maritimo) L. Venta=Lugar de Adquisición del Producto T. Ent= Dias de Entrega (Dias Hábles) Tiempo de entrega al día de emitida la cotización Este puede variar dependiendo de la existencia, y se confirmará cuando se reciba el pedido.									
EN CASO DE CANCELACION SE PODRAN APLICAR CARGOS ESPECIALES. ESTA COTIZACIÓN ES PARA PROPÓSITOS INFORMATIVOS SOLAMENTE Y NO SE CONSIDERA UNA OFERTA PARA VENTA, Y ES SUJETA A CAMBIOS SIN PREVIO AVISO. TODOS LOS PEDIDOS ESTAN SUJETOS A SER ACEPTADOS POR ESTA EMPRESA DE ACUERDO A LAS CONFIRMACIONES ESTÁNDAR. TODOS LOS PRECIOS ESTAN SUJETOS A LOS IMPUESTOS LOCALES Y ESTATALES DE VENTA. LOS TÉRMINOS ESTAN SUJETOS A LA APROBACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE CRÉDITO. IMPORTANTE. PARA RESPETAR ESTOS PRECIOS, EL PEDIDO DEBE SER POR LA MISMA CANTIDAD DE PIEZAS COTIZADAS, SI LA CANTIDAD REQUERIDA ES MENOR, SE RECOTIZARÁ.									

Cotización Kit de iluminación complementaria Tyco

Arelis Gonzalez

De: tyco support [tycosupport@custhelp.com]
Enviado: Miércoles, 27 de Abril de 2006 03:58 p.m.
Para: Arelis Gonzalez
Asunto: Solicitud de precios del producto 1424264-1 [Incident:050427-000164]

Response

..Thank you for contacting Tyco Electronics Customer Support. Your inquiry has been forwarded out of our system to a Product Information Specialist in your area.

Discussion Thread

Customer (Arelis González) - 04/27/2005 05:57 PM
Buen día,

quisiera saber el precio del producto Work Light Kit 1424264-1
que deseo instalar en dos maquinas crimpadoras AMP

gracias

Arelis González
Refrigua.
Guatemala, Guatemala

Question Reference #050427-000164

Product Level 1: Wire, Cable & Cable Assemblies
Category Level 1: Quotes / Orders / Samples
Date Created: 04/27/2005 05:57 PM
Last Updated: 04/27/2005 05:57 PM
Status: Solved
Competitor Part #:
Competitor Name:

Arelis Gonzalez

De: David Bustamante [aybltda@elsitio.net.co]
Enviado: Martes, 03 de Mayo de 2006 02:01 p.m.
Para: Arelis Gonzalez
CC: Rafael Hermida; Liliana Piedrahita
Asunto: SOLICITUD PRECIO TYCO

Estimado señor Arelis González:

Hemos sido informados por el Customer Support de Tyco Electronics en USA que usted se ha contactado con ellos con el fin de solicitar el precio de un repuesto; Al respecto quiero informarle, que el ingeniero Rafael Hermida como Gerente General de Tyco Electronics Colombia Ltda. es a la vez también Gerente de las líneas GIC y AUTO en Centroamérica, Ecuador, Venezuela, El Caribe y, por supuesto, Colombia, el doctor Hermida me ha nombrado como agente en dichos mercados con el fin de atender las necesidades técnicas y comerciales que los clientes presenten; En lo que se refiere a su consulta específica, a continuación nos permitimos cotizarle el kit solicitado:

REF. TYCO	US\$/EACH	QTY
0-1424264-1	103,28	1

Las condiciones comerciales de la presente oferta son las siguientes:

Tiempo de entrega: 20 días una vez recibido el pago
Precios : Ex Fabrica; Harrisburg Pennsylvania, USA
Forma de pago : Giro directo anticipado

Como vemos que ustedes tienen herramental nuestro, nos gustaría saber que material de Tyco están consumiendo para ofrecerles el paquete completo de terminales y conectores despachados directo de fabrica pero facturados por Tyco Colombia, este sistema de venta(Drop Shipment) lo estamos utilizando con todos nuestros clientes de los países que atiende el doctor Hermida.

Atentamente.

David Bustamante A.
Agente Comercial
GIC and Automotive BUs
TYCO ELECTRONICS COLOMBIA LTDA.
PBX: (571) 2544444
FAX: (571) 2544455
Carrera 25 No 68-42
Bogotá
e-mail: aybltda@elsitio.net.co

03/10/2006

APÉNDICE 1

Sistemas de refrigeración

El sistema de placas funciona por medio de serpentines de cobre adheridos internamente a las placas y paredes del enfriador. El refrigerante circula a través de los serpentines de cobre, enfriando las placas y paredes del equipo. El frío que conducen se transmite a los productos dentro del enfriador por contacto y por gravedad. Las placas enfrían de tal manera que nos permiten usarlas para hacer hielo.

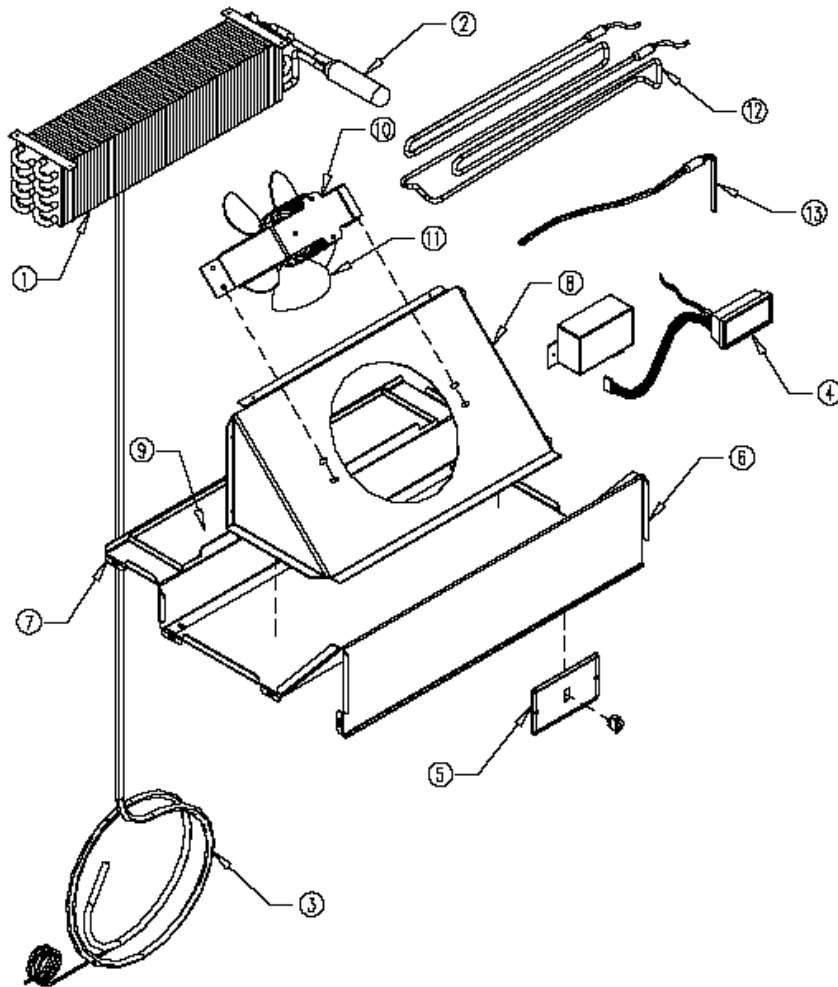
El sistema de aire forzado funciona por medio de un evaporador con circuito de cobre y aletas de aluminio, a través del cual circula el gas refrigerante. Un abanico de alta velocidad impulsa el aire a través del evaporador, haciéndolo salir a baja temperatura y forzándolo a circular alrededor de todos los productos dentro del enfriador. El resultado es que el efecto de refrigeración se logra rápida y uniformemente reduciendo el consumo de electricidad. Este sistema es 40% más veloz para enfriar toda carga de productos.

Componentes del sistema de refrigeración:

El sistema de refrigeración de los equipos fabricados en esta empresa es un estándar a nivel mundial. Dependiendo del sistema de refrigeración con el que se esté trabajando estos componentes pueden omitirse o tener otras propiedades.

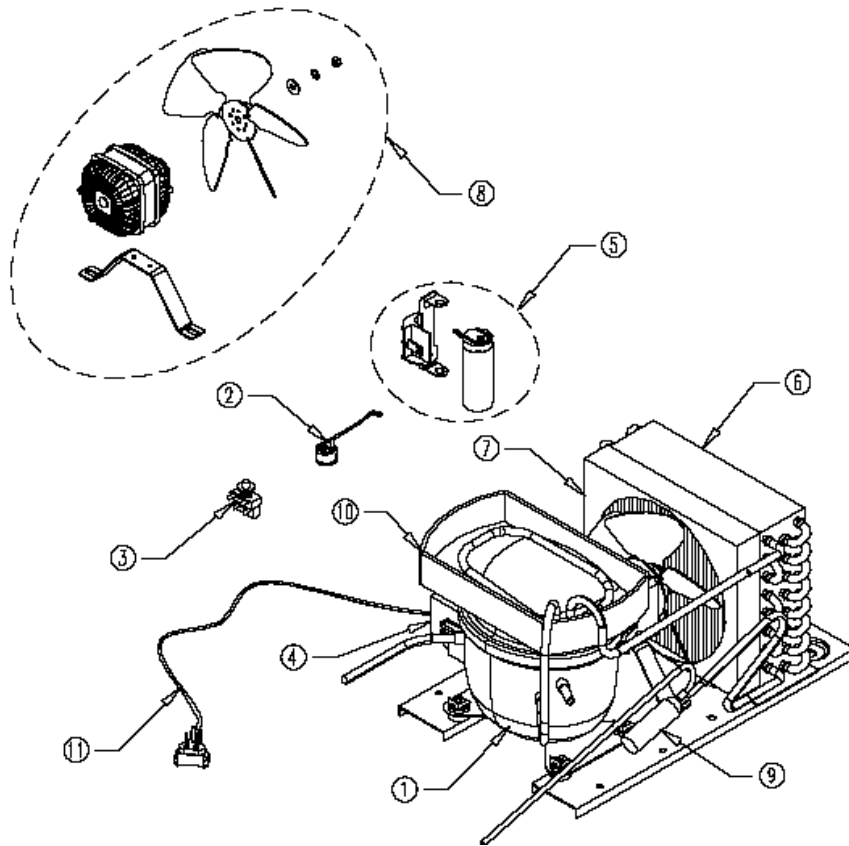
Los componentes básicos de un equipo de refrigeración comercial son los siguientes:

1. Evaporador
2. Acumulador
3. Intercambiador de calor
4. Termostato electrónico
5. Tapa baffle
6. Baffle a
7. Baffle b
8. Soporte de abanico
9. Pana para evaporador
10. Soporte de ventilador
11. Motor y aspa de abanico
12. Resistencia de descongelamiento
13. Resistencia de drenaje



La unidad condensadora esta formada por las siguientes partes:

1. Compresor
2. Protector térmico
3. Relay
4. Caja eléctrica
5. Capacitor de arranque
6. Condensador
7. Tolva para condensador
8. Motor abanico y aspa de condensador
9. Filtro
10. Bandeja de evaporación
11. Cordón eléctrico.



El compresor es una unidad herméticamente sellada localizada debajo del compartimiento de enfriamiento. El compresor es una bomba accionada por un motor, que extrae vapor de baja presión del serpentín del evaporador, lo comprime y lo fuerza dentro del condensador a alta presión.

El relay de arranque está montado en el costado de la caja del compresor. El motor del compresor tiene dos devanados, un devanado de arranque y un devanado de marcha. Para poder darle al motor fuerza torsional adicional cuando primero arranca, el relay de arranque conecta el devanado de arranque adicional. Después que el motor llega a la velocidad correcta el relay abre el devanado de arranque y el motor continua con el devanado de marcha.

El protector térmico es un dispositivo termo sensible montado en el costado de la caja del compresor. Si el motor del compresor se pone demasiado caliente o toma una cantidad excesiva de corriente, el protector térmico se abrirá, rompiendo los circuitos de arranque y de marcha del motor. Después que el compresor se enfría a una temperatura operacional segura, el protector térmico cerrará permitiendo que el motor del compresor vuelva a arrancar.

El serpentín del condensador está localizado debajo del compartimiento de enfriamiento al frente del compresor. El condensador desplaza calor del vapor de alta presión que se desprende del compresor y lo condensa en líquido a alta presión.

El motor del ventilador del condensador, localizado debajo del compartimiento de enfriamiento, es un dispositivo de ventilación forzada que usa aire ambiente para enfriar la superficie del serpentín del condensador. El motor del ventilador está en marcha mientras que el compresor está en marcha.

El serpentín del evaporador está localizado en el compartimiento de enfriamiento. Según pasa vapor a baja presión a través del serpentín del evaporador, absorbe y desplaza calor del compartimiento.

El motor del ventilador del evaporador es un dispositivo de ventilación forzada que circula aire a través del compartimiento de enfriamiento y sobre la superficie de intercambio térmico del serpentín del evaporador. El motor del ventilador del evaporador corre continuamente.

El tubo capilar está localizado en el conducto del refrigerante, entre los serpentines del condensador y del evaporador. Este tubo de diámetro pequeño es usado como dispositivo de medición para controlar el flujo de refrigerante líquido al serpentín del evaporador. Esto crea una baja presión que causa que el refrigerante se vaporice y absorba calor según pasa a través del evaporador.

El filtro está localizado en el conducto del refrigerante entre el tubo capilar y el condensador. Atrapa y desplaza humedad del sistema de refrigeración a la vez que permite que pase aceite y refrigerante a través del sistema.

El acumulador está localizado en el conducto del refrigerante, entre el serpentín del evaporador y el compresor. El acumulador atrapa cualquier refrigerante líquido que no se vaporizó antes de llegar al compresor.

El control ajustable de temperatura es responsable por detectar cambios de temperatura en el compartimiento de enfriamiento y arrancar el motor del compresor cuando la temperatura del compartimiento sube sobre una temperatura preestablecida.

El control de temperatura está compuesto de un interruptor de control que es accionado por el movimiento mecánico del fuelle. El fuelle está conectado a un bulbo termo sensible por un tubo de refrigerante de pequeño diámetro. El fuelle, el bulbo termo sensible, y el conducto de refrigerante están llenos de refrigerante que reaccionan a cambios de temperaturas.

Cuando la temperatura del compartimiento de enfriamiento sube, el refrigerante en el bulbo de detección se expande forzando que el fuelle cierre el interruptor de control de temperatura. El interruptor de control de temperatura enciende los motores del compresor y del condensador. Según el ciclo de refrigeración enfría el compartimiento, el refrigerante en el bulbo de detección se contrae permitiendo que el fuelle se relaje, accionando a su posición abierta, apagando los motores del compresor y del condensador.

El compartimiento de enfriamiento es el área del refrigerador donde se mantiene el producto. Esta área está diseñada para permitir que circule un continuo flujo de aire a través del producto.

APÉNDICE 2

Detalle del estudio de tiempos con el método actual por subproceso

Nota: T1 = Tiempo promedio

CORTE 1

Arnés de tina

				Elaboro: Arelis González		
				Superviso: Ing. Rodrigo Lujan		
				Departamento: Eléctricos		
				Fecha: 26/01/2005		
No.	ACTIVIDAD	T1 (Min.)	Min/Pieza	Min/Pulgada	Seg/Pulgada	
CORTES PARA ELABORAR ARNÉS DE TINA						
ARNÉS DE TINA	1	Cortar cable negro de 76" calibre 16	5.21	0.21	0.00	0.16
	2	Cortar cable negro de 15" calibre 16	2.82	0.11	0.01	0.45
	3	Cortar cable negro de 15" calibre 16	2.82	0.11	0.01	0.45
	4	Cortar cable negro de 15" calibre 16	2.82	0.11	0.01	0.45
	5	Cortar cable negro de 16" calibre 16	3.28	0.13	0.01	0.49
	6	Cortar cable negro de 20" calibre 16	3.48	0.14	0.01	0.42
	7	Cortar cable blanco de 76" calibre 16	4.97	0.20	0.00	0.16
	8	Cortar cable blanco de 20" calibre 16	3.43	0.14	0.01	0.41
	9	Cortar cable blanco de 28" calibre 16	3.41	0.14	0.00	0.29
	10	Cortar cable blanco de 6" calibre 16	2.77	0.11	0.02	1.11
	11	Cortar cable rojo de 90" calibre 16	5.72	0.23	0.00	0.15
	12	Cortar cable azul de 16" calibre 16	3.15	0.13	0.01	0.47
	13	Cortar cable amarillo de 16" calibre 16	3.52	0.14	0.01	0.53
	14	Cortar cable rojo de 20" calibre 18	2.90	0.12	0.01	0.35
	15	Cortar cable rojo de 20" calibre 18	2.90	0.12	0.01	0.35
	16	Cortar cable azul de 20" calibre 18	2.68	0.11	0.01	0.32
	17	Cortar cable azul de 20" calibre 18	2.68	0.11	0.01	0.32
TOTAL			58.56			

Arnés de Unidad

				Elaboro: Arelis González		
				Superviso: Ing. Rodrigo Lujan		
				Departamento: Eléctricos		
				Fecha: 26/01/2005		
No.	ACTIVIDAD	T1 (Min.)	Min/Pieza	Min/Pulgada	Seg/Pulgada	
CORTES PARA ELABORAR ARNÉS DE UNIDAD						
ARNÉS DE UNIDAD	1	Cortar cable negro de 8" calibre 16	3.63	0.15	0.02	1.09
	2	Cortar cable negro de 28" calibre 16	3.19	0.13	0.00	0.27
	3	Cortar cable blanco de 8" calibre 16	3.56	0.14	0.02	1.07
	4	Cortar cable blanco de 28" calibre 16	3.21	0.13	0.00	0.28
	5	Cortar cable rojo de 28" calibre 16	3.89	0.16	0.01	0.33
	6	Cortar cable blanco de 10" calibre 18	3.74	0.15	0.01	0.90
	7	Cortar cable rojo de 10" calibre 18	2.60	0.10	0.01	0.62
	TOTAL			23.83		

Arnés de Baffle

				Elaboro: Arelis González		
				Superviso: Ing. Rodrigo Lujan		
				Departamento: Eléctricos		
				Fecha: 26/01/2005		
No.	ACTIVIDAD	T1 (Min.)	Min/Pieza	Min/Pulgada	Seg/Pulgada	
CORTES PARA ELABORAR ARNÉS DE BAFFLE						
ARNÉS DE BAFFLE	1	Cortar cable negro de 18" calibre 16	3.65	0.15	0.01	0.49
	2	Cortar cable blanco de 12" calibre 16	3.06	0.12	0.01	0.61
	3	Cortar cable blanco de 6" calibre 16	2.40	0.10	0.02	0.96
	4	Cortar cable blanco de 6" calibre 16	2.40	0.10	0.02	0.96
	5	Cortar cable blanco de 18" calibre 16	3.01	0.12	0.01	0.40
	6	Cortar cable amarillo de 12" calibre 16	3.48	0.14	0.01	0.70
	7	Cortar cable azul de 6" calibre 16	3.06	0.12	0.02	1.22
	8	Cortar cable azul de 6" calibre 16	3.17	0.13	0.02	1.27
	9	Cortar cable negro de 8" calibre 18	3.76	0.15	0.02	1.13
	10	Cortar cable blanco de 8" calibre 18	3.21	0.13	0.02	0.96
TOTAL			31.20			

Arnés de Potencia

				Elaboro: Arelis González			
				Superviso: Ing. Rodrigo Lujan			
				Departamento: Eléctricos			
				Fecha: 26/01/2005			
	No.	ACTIVIDAD	T1 (Min.)	Min/Pieza	Min/Pulgada	Seg/Pulgada	
ARNÉS DE POTENCIA	CORTES PARA ELABORAR ARNÉS DE POTENCIA						
	1	Cortar cable negro de 15" calibre 16	2.62	0.10	0.01	0.42	
	2	Cortar cable negro de 15" calibre 16	2.62	0.10	0.01	0.42	
	3	Cortar cable negro de 12" calibre 16	2.42	0.10	0.01	0.48	
	4	Cortar cable negro de 12" calibre 16	2.42	0.10	0.01	0.48	
	5	Cortar cable negro de 4" calibre 18	3.15	0.13	0.03	1.89	
	6	Cortar cable blanco de 4" calibre 18	2.79	0.11	0.03	1.68	
TOTAL			16.02				

Arnés de Tierra

				Elaboro: Arelis González			
				Superviso: Ing. Rodrigo Lujan			
				Departamento: Eléctricos			
				Fecha: 26/01/2005			
	No.	ACTIVIDAD	T1 (Min.)	Min/Pieza	Min/Pulgada	Seg/Pulgada	
ARNÉS DE TIERRA	CORTES PARA ELABORAR ARNÉS DE TIERRA						
	1	Cortar cable verde de 11"	3.41	0.14	0.01	0.74	
TOTAL			3.41				

CORTE 2

Arnés de baffle

								Elaboro: Arelis González			
								Superviso: Ing. Rodrigo Lujan			
								Departamento: Eléctricos			
								Fecha: 10/02/2005			
	No.	# Unidades	Codigo de Terminal	ACTIVIDAD	Desforre (plg)	T1 (Min.)	Tiempo de verif. Prom	TT (Min.)	T.Estándar(Min)	Min/Unidad	Seg/Unidad
ARNÉS DE BAFFLE	CORTE MANUAL PARA ELABORAR ARNÉS DE BAFFLE										
	1	100	EL 756 G	Cable negro 18"	0.25	8.98	1.04	10.02	11.02	0.11	6.61
	2	100		Cortar y colocar aislante		10.35		10.35	11.39	0.11	6.83
	3	100		Aplicar calor al aislante		3.05		3.05	3.36	0.03	2.01
TOTAL								25.76	0.26	15.46	

Arnés de potencia

								Elaboro: Arelis González			
								Superviso: Ing. Rodrigo Lujan			
								Departamento: Eléctricos			
								Fecha: 10/02/2005			
No.	# Unidades	Código de Terminal	ACTIVIDAD	Desforre (plg)	T1 (Min.)	Tiempo de verif. Prom	TT (Min.)	T.Estándar(Min)	Min/Unidad	Seg/Unidad	
CORTE MANUAL PARA ELABORAR ARNÉS DE POTENCIA											
ARNES DE POTENCIA	100	EL 756 G	Cable negro de 15"	0.25	11.75		11.75	12.93	0.13	7.76	
	100		Cortar aislante		4.1		4.10	4.51	0.05	2.71	
	100		Colocar aislante		5.8		5.80	6.38	0.06	3.83	
	100		Aplicarle calor al aislante		6.9		6.90	7.59	0.08	4.55	
TOTAL								31.41	0.31	18.84	

Balastro

								Elaboro: Arelis González			
								Superviso: Ing. Rodrigo Lujan			
								Departamento: Eléctricos			
								Fecha: 10/02/2005			
No.	# Unidades	Código de Terminal	ACTIVIDAD	Desforre (plg)	T1 (Min.)	Tiempo de verif. Prom	TT (Min.)	T.Estándar(Min)	Min/Unidad	Seg/Unidad	
CORTE MANUAL PARA PREPARAR EL BALASTRO											
Balastro	1	250	Cortar y desforrar cables		46.3		46.3	50.93	0.20	12.22	
	2	100	Cortar y desforrar cable blanco		6.43		6.43	7.07	0.07	4.24	
	7	50	Colocar housing EL-1032		43.05		43.05	47.36	0.95	56.83	
TOTAL								105.36	1.22	73.29	

Cable de base para lámpara

								Elaboro: Arelis González			
								Superviso: Ing. Rodrigo Lujan			
								Departamento: Eléctricos			
								Fecha: 10/02/2005			
No.	# Unidades	Código de Terminal	ACTIVIDAD	Desforre (plg)	T1 (Min.)	Tiempo de verif. Prom	TT (Min.)	T.Estándar(Min)	Min/Unidad	Seg/Unidad	
CORTE MANUAL PARA PREPARAR CABLE DE LAMPARA											
CABLE DE LAMPARA	1	200	Cortar cables		8.5		8.5	9.35	0.05	2.81	
	2	200	Desforrar cables		11.58		11.58	12.74	0.06	3.82	
TOTAL								22.08	0.11	6.63	

Filtro supresor de voltaje

									Elaboro: Arelis González		
									Superviso: Ing. Rodrigo Lujan		
									Departamento: Eléctricos		
									Fecha: 10/02/2005		
No.	# Unidades	Codigo de Terminal	ACTIVIDAD	Desforre (plg)	T1 (Min.)	Tiempo de verif. Prom	TT (Min.)	T.Estándar(Min)	Min/Unidad	Seg/Unidad	
CORTE MANUAL PARA PREPARAR FILTRO SUPRESOR											
FILTRO DE SUPRESOR	1	300		Desempacar filtros		15.18		15.18	16.70	0.06	3.34
		600		Cortar puntas de los cables		16.59		16.59	18.25	0.03	1.82
TOTAL									34.95	0.09	5.16

Resistencia de drenaje

									Elaboro: Arelis González		
									Superviso: Ing. Rodrigo Lujan		
									Departamento: Eléctricos		
									Fecha: 10/02/2005		
No.	# Unidades	Codigo de Terminal	ACTIVIDAD	Desforre (plg)	T1 (Min.)	Tiempo de verif. Prom	TT (Min.)	T.Estándar(Min)	Min/Unidad	Seg/Unidad	
CORTE MANUAL PARA PREPARAR LA RESISTENCIA DE DRENAJE											
RESISTENCIA DE DRENAJE		100		Preparar material		1.97		1.97	2.17	0.02	1.30
		200		Cortar puntas de la resistencia		12.05		12.05	13.26	0.07	3.98
		200		Desforrar puntas		4.93		4.93	5.42	0.03	1.63
TOTAL									20.85	0.12	6.90

Cordón de válvula

									Elaboro: Arelis González		
									Superviso: Ing. Rodrigo Lujan		
									Departamento: Eléctricos		
									Fecha: 10/02/2005		
No.	# Unidades	Codigo de Terminal	ACTIVIDAD	Desforre (plg)	T1 (Min.)	Tiempo de verif. Prom	TT (Min.)	T.Estándar(Min)	Min/Unidad	Seg/Unidad	
CORTE MANUAL PARA PREPARAR CORDÓN DE VÁLVULA											
CORDÓN	1	200		Cortar Punta y desforrar puntas		22.25		22.25	24.48	0.12	7.34
TOTAL									24.48	0.12	7.34

CRIMPADO 1

Arnés de tina

								Elaboro: Arelis González		
								Superviso: Ing. Rodrigo Lujan		
								Departamento: Eléctricos		
								Fecha: 10/02/2005		
No.	# Crimpados	Código de Terminal	ACTIVIDAD	Desforre (plg)	T1 (Min.)	Tiempo de verif. Prom	TT (Min.)	T.Estándar(Min)	Min/Unidad	Seg/Unidad
CRIMPADO PARA ELABORAR ARNÉS DE TINA										
1			Preparar máquina con terminal EL 1012		1.81		1.81	1.99		
2	100	EL 1012	Cable amarillo 16"	0.18	2.32	1.04	3.36	3.70	0.04	2.22
3	150	EL 1012	Cable negro 115"	0.18	6.33	1.04	7.37	8.11	0.05	3.24
4	100	EL 1012	Cable negro 16"	0.18	2.95	1.04	3.99	4.39	0.04	2.63
5	50	EL 1012	Cable blanco 6"	0.18	1.65		1.65	1.82	0.04	2.18
6	200	EL 1012	Cable azul 20"	0.18	4.87	2.08	6.95	7.65	0.04	2.29
7	100	EL 1012	Cable azul 16"	0.18	2.38	1.04	3.42	3.76	0.04	2.26
8	50	EL 1012	Cable blanco 28"	0.18	1.90		1.90	2.09	0.04	2.51
9	50	EL 1012	Cable blanco 20"	0.18	1.60	1.04	2.64	2.90	0.06	3.48
10	200	EL 1012	Cable rojo 20"	0.18	2.90	2.08	4.98	5.48	0.03	1.64
11	100	EL 1012	Cable negro 20"	0.18	2.90	1.04	3.94	4.33	0.04	2.60
12			Tomar lote y llevarlo a ensamble		2.1		2.10	2.31		
13	50	EL 1012	Cable blanco 76"	0.18	1.41		1.41	1.55	0.03	1.86
14	50	EL 1012	Cable negro 76"	0.18	1.7	1.04	2.74	3.01	0.06	3.62
15	100	EL 1012	Cable rojo 90"		3.04	1.04	4.08	4.49	0.04	2.69
16			Tomar lote y llevarlo a ensamble		4.38		4.38	4.82		
TOTAL								62.39	0.55	33.23

Arnés de unidad

								Elaboro: Arelis González		
								Superviso: Ing. Rodrigo Lujan		
								Departamento: Eléctricos		
								Fecha: 10/02/2005		
No.	# Crimpados	Código de Terminal	ACTIVIDAD	Desforre (plg)	T1 (Min.)	Tiempo de verif. Prom	TT (Min.)	T.Estándar(Min)	Min/Unidad	Seg/Unidad
CRIMPADO PARA ELABORAR ARNÉS DE UNIDAD										
1			Preparar máquina con terminal EL 1010		1.47		1.47	1.62		
2	50	EL 1010	Crimpar cable negro 28"	0.18	1.12		1.12	1.23	0.02	1.48
3	50	EL 1010	Crimpar cable rojo de 28"	0.18	1.13	1.04	2.17	2.39	0.05	2.86
4	50	EL 1010	Crimpar cable blanco de 28"	0.18	1.88		1.88	2.07	0.04	2.48
5			Preparar máquina con terminal EL 1029		0.80		0.80	0.88		
6	50	EL 1029	Crimpar cable blanco de 10"	0.14	1.03	1.04	2.07	2.28	0.05	2.73
7	50	EL 1029	Crimpar cable rojo de 10"	0.14	1.22		1.22	1.34	0.03	1.61
8			Preparar máquina con terminal EL 1024		1.83		1.83	2.01		
9	100	EL 1024	Crimpar cable blanco de 8"	0.22	0.85	1.04	1.89	2.08	0.02	1.25
10	100		Colocar housing EL 1033		5.98		5.98	6.58	0.07	3.95
11			Preparar máquina con terminal EL 1020.		1.53		1.53	1.68		
12	100	EL 1020	Crimpar cable negro 8"	0.22	2.98	1.04	4.02	4.42	0.04	2.65
13	50	EL 1020	Crimpar cable negro 28"	0.22	1.4	1.04	2.44	2.68	0.05	3.22
14	50	EL 1020	Crimpar cable blanco 28"	0.22	1.42		1.42	1.56	0.03	1.87
15	50	EL 1020	Crimpar cable rojo 28"	0.22	1.39	1.04	2.43	2.67	0.05	3.21
16	50	EL 1020	Cable blanco de 10"	0.22	1.37		1.37	1.51	0.03	1.81
17	50	EL 1020	Cable rojo de 10"	0.22	1.41		1.41	1.56	0.03	1.86
TOTAL								38.70	0.54	32.36

Arnés de baffle

								Elaboro: Arelis González		
								Superviso: Ing. Rodrigo Lujan		
								Departamento: Eléctricos		
								Fecha: 10/02/2005		
No.	# Crimpados	Código de Terminal	ACTIVIDAD	Desforre (plg)	T1 (Min.)	Tiempo de verif. Prom	TT (Min.)	T.Estándar(Min)	Min/Unidad	Seg/Unidad
CRIMPADO PARA ELABORAR ARNÉS DE BAFFLE										
			Preparar máquina con terminal EL 1010		1.03		1.03	1.13		
	50	EL 1010	Cable blanco de 12"	0.18	1.93		1.93	2.12	0.04	2.55
	50	EL 1010	Cable amarillo de 12"	0.18	1.02	1.04	2.06	2.27	0.05	2.72
	50	EL 1010	Cable azul de 6"	0.18	1.43		1.43	1.57	0.03	1.89
			Colocar housing EL 1033		6.98		6.98	7.68		
			Preparar máquina con terminal EL 1029		1.61		1.61	1.77		
	50	EL 1029	Cable amarillo 8"	0.14	1.15	1.04	2.19	2.41	0.05	2.89
	50	EL 1029	Cable blanco 8"	0.14	1.62		1.62	1.78	0.04	2.14
			Preparar máquina con terminal EL 1014		1.63		1.63	1.79		
	50	EL 1024	Cable azul de 6"	0.22	2.16	1.04	3.20	3.52	0.07	4.22
			Colocar housing EL 1033		2.06		2.06	2.27		
	50	EL 1024	Cable blanco de 6"	0.22	2.87		2.87	3.16	0.06	3.79
			Colocar housing EL 1033		1.75		1.75	1.93		
	50	EL 1024	Cable blanco de 18" y cable blanco de 6"	0.22	3.4	1.04	4.44	4.88	0.10	5.86
	50	EL 1024	Cable blanco de 6" y cable blanco de 12"	0.22	3.4		3.40	3.74	0.07	4.49
			Colocar housing EL 1033		3.98		3.98	4.38		
			Preparar máquina con terminal EL 1022		2.21		2.21	2.43		
	50	EL 1022	Cable amarillo de 12" y amarillo de 8"	0.22	1.97	1.04	3.01	3.31	0.07	3.97
	50	EL 1022	Cable blanco de 12" y blanco de 8"	0.22	1.12		1.12	1.23	0.02	1.48
			Preparar máquina con terminal EL 1020		1.65		1.65	1.82		
	50	EL 1020	Cable azul de 6"	0.22	1.65	1.04	2.69	2.96	0.06	3.55
	50	EL 1020	Cable negro 18"	0.22	1.6		1.60	1.76	0.04	2.11
TOTAL								59.91	0.69	41.66

Arnés de potencia

								Elaboro: Arelis González		
								Superviso: Ing. Rodrigo Lujan		
								Departamento: Eléctricos		
								Fecha: 10/02/2005		
No.	# Crimpados	Código de Terminal	ACTIVIDAD	Desforre (plg)	T1 (Min.)	Tiempo de verif. Prom	TT (Min.)	T.Estándar(Min)	Min/Unidad	Seg/Unidad
CRIMPADO PARA ELABORAR ARNÉS DE POTENCIA										
			Preparar máquina con terminal EL 1020		1.93		1.93	2.12		
	50	EL 1020	Cable rojo de 10"	0.18	1.83		1.83	2.01	0.04	2.42
	50	EL 1020	Cable amarillo de 10"	0.18	1.58	1.04	2.62	2.88	0.06	3.46
	50	EL 1020	Cable azul de 10"	0.18	1.63		1.63	1.79	0.04	2.15
	100	EL 1020	Cable negro de 12"	0.18	2.83	1.04	3.87	4.26	0.04	2.55
	100	EL 1020	Cable negro de 15"	0.18	2.35	1.04	3.39	3.73	0.04	2.24
			Preparar máquina con terminal EL 1029		1.89		1.89	2.08		
	50	EL 1029	Cable blanco 4"	0.14	1.65	1.04	2.69	2.96	0.06	3.55
	50	EL 1029	Cable negro 4"	0.14	2.38		2.38	2.62	0.05	3.14
			Preparar máquina con terminal EL 1012		1.20		1.20	1.32		
	50	EL 1012	Cable blanco 10"	0.18	2.35	1.04	3.39	3.73	0.07	4.47
	50	EL 1012	Cable negro 10"	0.18	1.58		1.58	1.74	0.03	2.09
	50	EL 1012	Cable azul 10"	0.18	1.72	1.04	2.76	3.04	0.06	3.64
	50	EL 1012	Cable amarillo de 10"	0.18	1.71		1.71	1.88	0.04	2.26
	50	EL 1012	Cable rojo de 10"	0.18	1.85	1.04	2.89	3.18	0.06	3.81
			Preparar máquina con terminal EL 1010		1.78		1.78	1.96		
	100	EL 1010		0.18	2.85	1.04	3.89	4.28	0.04	2.57
			Colocar housing EL 1033	0.18	4.65		4.65	5.12		
			Preparar máquina con terminal EL 1022		2.33		2.33	2.56		
	50	EL 1022	Cable negro de 10" y cable negro de 4"	0.22	5.35		5.35	5.89	0.12	7.06
	50	EL 1022	Cable blanco de 10" y cable blanco de 4"	0.22	5.48	1.04	6.52	7.17	0.14	8.61
TOTAL								66.31	0.90	54.02

CRIMPADO 2

Balastro

								Elaboro: Arelis González		
								Superviso: Ing. Rodrigo Lujan		
								Departamento: Eléctricos		
								Fecha: 10/02/2005		
No.	# Unidades	Código de Terminal	ACTIVIDAD	Desforre (plg)	T1 (Min.)	Tiempo de verif. Prom	TT (Min.)	T.Estándar(Min)	Min/Unidad	Seg/Unidad
CRIMPADO PARA PREPARAR EL BALASTRO										
1			Preparar máquina con terminal EL 1020		1.75		1.75	1.93		
2	50	EL 1020	Crimpar cable blanco		2.51		2.51	2.76	0.06	3.31
3	250	EL 1020	Crimpar balastro y cable blanco		24.27	3.12	27.39	30.13	0.12	7.23
TOTAL								34.82	0.18	10.54

Cable de base de lámpara

								Elaboro: Arelis González		
								Superviso: Ing. Rodrigo Lujan		
								Departamento: Eléctricos		
								Fecha: 10/02/2005		
No.	# Crimpados	Código de Terminal	ACTIVIDAD	Desforre (plg)	T1 (Min.)	Tiempo de verif. Prom	TT (Min.)	T.Estándar(Min)	Min/Unidad	Seg/Unidad
CRIMPADO PARA PREPARAR CABLE DE LAMPARA										
1			Preparar máquina con terminal EL 1022		2.59		2.59	2.85		
2	200	EL 1020	Crimpar cables		8.02	2.08	10.1	11.11	0.06	3.33
3	100		Colocar housing		14.61		14.61	16.07	0.16	9.64
TOTAL								30.03	0.22	12.98

Filtro supresor de voltaje

								Elaboro: Arelis González		
								Superviso: Ing. Rodrigo Lujan		
								Departamento: Eléctricos		
								Fecha: 10/02/2005		
No.	# Crimpados	Código de Terminal	ACTIVIDAD	Desforre (plg)	T1 (Min.)	Tiempo de verif. Prom	TT (Min.)	T.Estándar(Min)	Min/Unidad	Seg/Unidad
CRIMPADO PARA PREPARAR FILTRO SUPESOR										
1			Preparar máquina con terminal EL 1017		2.4		2.4	2.64		
2	300	EL 1017	Crimpar cables		15.39	1.04	16.43	18.07	0.06	3.61
3			Traer de Bodega Housing EL 1018		0.66		0.66	0.73		
4	150		Colocar housing		21.99		21.99	24.19	0.16	9.68
5			Colocar los filtros dentro de una bolsa		0.68		0.68	0.75		
TOTAL								46.38	0.22	13.29

Resistencia de deshielo

								Elaboro: Arelis González		
								Superviso: Ing. Rodrigo Lujan		
								Departamento: Eléctricos		
								Fecha: 10/02/2005		
No.	# Crimpados	Código de Terminal	ACTIVIDAD	Desforre (plg)	T1 (Min.)	Tiempo de verif. Prom	TT (Min.)	T.Estándar(Min)	Min/Unidad	Seg/Unidad
CRIMPADO PARA PREPARAR LA RESISTENCIA DE DESHIELO										
1			Preparar máquina con terminal EL1014		1.68		1.68	1.85		
2	100	EL 1014	Crimpar terminal		8.83	1.04	9.87	10.86	0.11	6.51
3	100		Colocar Housing EL 1034		15.29		15.29	16.82	0.17	10.09
TOTAL								29.82	0.28	16.61

Resistencia de drenaje

								Elaboro: Arelis González		
								Superviso: Ing. Rodrigo Lujan		
								Departamento: Eléctricos		
								Fecha: 10/02/2005		
No.	# Crimpados	Código de Terminal	ACTIVIDAD	Desforre (plg)	T1 (Min.)	Tiempo de verif. Prom	TT (Min.)	T.Estándar(Min)	Min/Unidad	Seg/Unidad
CRIMPADO PARA PREPARAR LA RESISTENCIA DE DRENAJE										
	1		Preparar máquina con terminal EL 1014		1.68		1.68	1.85		
	2	100	EL 1014	Crimpar resistencia		6.70	2.08	8.78	9.66	0.10
	3	100		Colocar Housing EL 1034		4.98		4.98	5.48	0.05
	4			Llevar las resistencias a bodega		0.59		0.59	0.65	
TOTAL								17.83	0.16	9.08

Cordón de válvula

								Elaboro: Arelis González		
								Superviso: Ing. Rodrigo Lujan		
								Departamento: Eléctricos		
								Fecha: 10/02/2005		
No.	# Crimpados	Código de Terminal	ACTIVIDAD	Desforre (plg)	T1 (Min.)	Tiempo de verif. Prom	TT (Min.)	T.Estándar(Min)	Min/Unidad	Seg/Unidad
CRIMPADO PARA PREPARAR CORDÓN DE VÁLVULA										
	1		Preparar máquina con terminal EL 1035		2.15		2.15	2.37		
	2	50	EL 1035	Crimpar cable verde		13.45	1.04	14.49	15.94	0.32
TOTAL								18.30	0.32	19.13

Arnés de tierra

								Elaboro: Arelis González		
								Superviso: Ing. Rodrigo Lujan		
								Departamento: Armeses		
								Fecha: 10/02/2005		
No.	# Crimpados	Código de Terminal	ACTIVIDAD	Desforre (plg)	T1 (Min.)	Tiempo de verif. Prom	TT (Min.)	T.Estándar(Min)	Min/Unidad	Seg/Unidad
CRIMPADO PARA ELABORAR ARNÉS DE TIERRA										
ARNÉS DE TIERRA	1		Preparar máquina con terminal EL 1035		1.76		1.76	1.94		
	2	100	EL 1035	Cable verde 11"		3.18	1.04	4.22	4.64	0.05
TOTAL								6.58	0.05	2.79

ENSAMBLE

Arnés de tina

					Elaboro: Arelis González		
					Superviso: Ing. Rodrigo Lujan		
					Departamento: Eléctricos		
					Fecha: 16/02/2005		
No.	Cantidad	ACTIVIDAD	T1 (Min.)	T.Estándar(Min)	Min/Unidad	Seg/Unidad	
ENSAMBLE DEL ARNÉS DE TINA (Manual)							
ARNÉS DE TINA	1		Alcanzar material para housings	2.50	2.75		
	2	150	Preparar housing EL 1027	16.20	17.82	0.12	7.13
	3	50	Preparar housing EL 1026	11.58	12.74	0.25	15.29
	4	100	Preparar housing EL 1041	8.25	9.08	0.09	5.45
	4		Alcanzar cordones de válvula	2.76	3.04		
	5	50	Empalmar cordón de válvula conector EL 227	49.12	54.03	1.08	64.84
	6		Despejar el área y preparar material para arnés	2.83	3.11		
	7	50	Ensamblar arnés de tina manualmente	141.27	155.40	3.11	186.48
8	50	Prueba del arnés	31.16	34.28	0.69	41.13	
TOTAL				292.24	5.34	320.30	

					Elaboro: Arelis González		
					Superviso: Ing. Rodrigo Lujan		
					Departamento: Eléctricos		
					Fecha: 16/02/2005		
No.	Cantidad	ACTIVIDAD	T1 (Min.)	T.Estándar(Min)	Min/Unidad	Seg/Unidad	
ENSAMBLE DEL ARNÉS DE TINA (Tablero)							
ARNÉS DE TINA	1		Alcanzar material para housings	2.50	2.75		
	2	150	Preparar housing EL 1027	16.20	17.82	0.12	7.13
	3	50	Preparar housing EL 1026	11.58	12.74	0.25	15.29
	4	100	Preparar housing EL 1041	8.25	9.08	0.09	5.45
	5		Alcanzar cordones de válvula	2.76	3.04		
	6	50	Empalmar cordón de válvula conector EL 227	49.12	54.03	1.08	64.84
	7		Despejar el área y preparar material para arnés	2.83	3.11		
	8		Preparar tablero	1.95	2.15		
	9	50	Ensamblar arnés de tina en tablero	174.13	191.54	3.83	229.85
	10	50	Prueba del arnés	31.16	34.28	0.69	41.13
TOTAL				330.53	6.06	363.68	

Arnés de unidad

					Elaboro: Arelis González		
					Superviso: Ing. Rodrigo Lujan		
					Departamento: Eléctricos		
					Fecha: 16/02/2005		
	No.	Cantidad	ACTIVIDAD	T1 (Min.)	T.Estándar(Min)	Min/Unidad	Seg/Unidad
ENSAMBLE DEL ARNÉS DE UNIDAD							
ARNÉS DE UNIDAD	1		Preparar el material	2.05	2.26		
	2	50	Ensamblar arnés	35.40	38.94	0.78	46.73
TOTAL					41.20	0.78	46.73

Arnés de baffle

					Elaboro: Arelis González		
					Superviso: Ing. Rodrigo Lujan		
					Departamento: Eléctricos		
					Fecha: 16/02/2005		
	No.	Cantidad	ACTIVIDAD	T1 (Min.)	T.Estándar(Min)	Min/Unidad	Seg/Unidad
ENSAMBLE DEL ARNÉS DE BAFFLE							
ARNÉS DE BAFFLE	1		Preparar el material	2.15	2.37		
	2	50	Ensamblar arnés	45.82	50.40	1.01	60.48
	3	50	Prueba	31.16	34.28	0.69	41.13
TOTAL					87.04	1.69	101.61

Arnés de potencia

					Elaboro: Arelis González		
					Superviso: Ing. Rodrigo Lujan		
					Departamento: Eléctricos		
					Fecha: 16/02/2005		
	No.	Cantidad	ACTIVIDAD	T1 (Min.)	T.Estándar(Min)	Min/Unidad	Seg/Unidad
ENSAMBLE DEL ARNÉS DE POTENCIA							
ARNÉS DE POTENCIA	1		Preparar el material	1.87	2.06		
	2	50	Ensamblar arnés	77.88	85.67	1.71	102.80
TOTAL					87.73	1.71	102.80