



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO A TRAVÉS DE
TÉCNICAS DE INGENIERÍA DE MÉTODOS Y CONTROL DE
INVENTARIOS EN LA EMPRESA INOXIDABLES ÉLITE
UBICADA EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA/O INDUSTRIAL

AUTORES:

KELLY DELLANEIRA SINCHE LEÓN

JOSÉ ANDRÉS PANATA ALVAY

Riobamba – Ecuador

2024



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO A TRAVÉS DE
TÉCNICAS DE INGENIERÍA DE MÉTODOS Y CONTROL DE
INVENTARIOS EN LA EMPRESA INOXIDABLES ÉLITE
UBICADA EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA/O INDUSTRIAL

AUTORES: KELLY DELLANEIRA SINCHE LEÓN

JOSÉ ANDRÉS PANATA ALVAY

DIRECTOR: ING. ÁNGEL GUAMÁN LOZANO

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Kelly Dellaneira Sinche León & José Andrés Panata Alvay

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

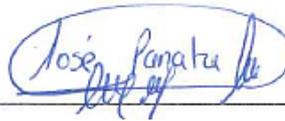
Nosotros, Kelly Dellaneira Sinche León y José Andrés Panata Alvay, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 07 de junio 2024



Kelly Dellaneira Sinche León
060554050-9



José Andrés Panata Alvay
180495890-6

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, **“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO A TRAVÉS DE TÉCNICAS DE INGENIERÍA DE MÉTODOS Y CONTROL DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA INOXIDABLES ÉLITE UBICADA EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA”**, realizado por la señorita: **KELLY DELLANEIRA SINCHE LEÓN** y el señor **JOSÉ ANDRÉS PANATA ALVAY**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Carlos José Santillán Mariño, Mgs
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



2024/06/07

Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano, Mgs
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2024/06/07

Ing. Jaime Iván Acosta Velarde, Mgs
**ASESOR DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2024/06/07

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de titulación a toda mi familia, especialmente a mis padres Lidia y Juan y a mis hermanos Tania y Mauricio, a mi abuelito y amigos especialmente a David que ha sido como un hermano, a todos ellos les agradezco por su esfuerzo y apoyo incondicional para poder sostener mi carrera. A mis queridos docentes Ing. Iván, Ing. Ángel por su apoyo y enseñanzas que han permitido desarrollar el presente trabajo de titulación.

Kelly

El presente trabajo de titulación lo dedico a mis padres, Manuel Panata y Hilda Alvay que con su motivación y esfuerzo me impulsaron a seguir adelante y cumplir mis sueños, y como siempre les digo a mis padres voy a llegar lejos, agradezco de igual manera a todos mis hermanos que siempre han estado conmigo ayudándome en el transcurso de mi formación académica. A mis docentes que me brindaron su consideración y enseñanzas para lograr desarrollar el presente trabajo de titulación.

José

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por bendecirme con la vida y la salud que me han permitido alcanzar esta meta por la cual he trabajado y me he esforzado tanto. A la Virgen del Cisne, por su intercesión y la fe que siempre me ha acompañado. Expreso mi más profundo agradecimiento a mis padres, cuyo amor y apoyo, tanto moral como económico, han sido fundamentales en todo momento. A mis hermanos, por darme la fuerza y la motivación para ser un ejemplo por seguir. A mi abuelita Olga, por su amor incondicional y sus palabras de aliento. A mis amigos, especialmente a Luis y David, por su apoyo incondicional en los momentos difíciles de la carrera. También quiero agradecer a Jorge Tenegusñay y al equipo de trabajo de Inoxidables Élite, por brindarme la oportunidad de adquirir conocimientos prácticos y fortalecer mis conocimientos teóricos durante mi estancia en la empresa contribuyendo significativamente a mi desarrollo profesional. Finalmente, a mi querida ESPOCH y a todos los docentes, por compartir sus conocimientos y consejos, contribuyendo así a mi formación como un profesional útil para la sociedad.

Kelly

Agradezco a Dios por permitir cumplir un sueño más y a mi familia que me apoyo incondicionalmente, agradezco a mis docentes que siempre han estado para mí durante mi formación profesional.

José

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS	xix
RESUMEN.....	xx
SUMMARY	xxi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Justificación	3
1.2.1. <i>Justificación Metodológica</i>	3
1.2.2. <i>Justificación Práctica</i>.....	3
1.3. Objetivos	4
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	4
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>.....	4

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes de la investigación.....	5
2.2. Referencias Teóricas	6
2.2.1. <i>Productividad</i>.....	6
2.2.1.1. <i>Medición de la productividad</i>-----	7
2.2.2. <i>Ingeniería de métodos</i>	7
2.2.2.1. <i>Etapas de un programa de ingeniería de métodos</i>-----	7
2.2.2.2. <i>Diseño del trabajo</i> -----	8

2.2.2.3.	<i>Medición de tiempos</i> -----	9
2.2.2.4.	<i>Herramientas de exploración, registro y análisis</i> -----	10
2.2.2.5.	<i>Estudio de tiempos</i> -----	12
2.2.3.	<i>Inventarios</i>	16
2.2.3.1.	<i>Clasificación de sistemas de inventarios</i> -----	16
2.2.3.2.	<i>Control de inventarios</i> -----	17
2.2.3.3.	<i>Método ABC</i> -----	17
2.2.3.4.	<i>Gestión de inventarios</i> -----	18
2.2.3.5.	<i>Pronósticos</i> -----	18
2.2.3.6.	<i>Modelos de inventarios</i> -----	22
2.2.4.	<i>Planificación de la producción</i>	31
2.2.4.1.	<i>Plan agregado de producción</i> -----	31
2.2.4.2.	<i>Plan maestro de producción</i> -----	35
2.2.4.3.	<i>Planificación de requerimientos de materiales (MRP)</i> -----	36

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	37
3.1.	Tipo de estudio	37
3.2.	Tipo de investigación	37
3.2.1.	<i>Investigación documental</i>	37
3.2.2.	<i>Investigación de campo</i>	38
3.3.	Metodología	38
3.3.1.	<i>Método Deductivo</i>	38
3.3.2.	<i>Método inductivo</i>	38
3.4.	Unidad de estudio	38
3.5.	Alcance del proyecto	39
3.6.	Delimitación temporal	39
3.7.	Instrumentos y equipos	39
3.8.	Metodología para el desarrollo del trabajo	40

3.8.1.	<i>Fase 1: Reconocimiento de la empresa</i>	42
3.8.1.1.	<i>Información general de la empresa Inoxidables Élite</i> -----	42
3.8.1.2.	<i>Delimitación espacial</i> -----	42
3.8.1.3.	<i>Ficha de la empresa</i> -----	44
3.8.1.4.	<i>Organigrama estructural de la empresa</i> -----	44
3.8.1.5.	<i>Productos ofertados</i> -----	45
3.8.1.6.	<i>Layout de la empresa Inoxidables Élite</i> -----	46
3.8.1.7.	<i>Puestos de trabajo</i> -----	50
3.8.1.8.	<i>Clasificación de la maquinaria por áreas</i> -----	54
3.8.1.9.	<i>Clasificación de los productos por familia que oferta Inoxidables Élite</i> -----	55
3.8.2.	<i>Fase 2. Levantamiento de datos de la situación actual de la empresa</i>	57
3.8.2.1.	<i>Diagrama de Pareto</i> -----	57
3.8.2.2.	<i>Análisis ABC para la selección del producto de estudio</i> -----	58
3.8.2.3.	<i>Proyección de la demanda</i> -----	60
3.8.3.	<i>Fase 3: Estudio de tiempos e identificación de oportunidades de mejora</i>	65
3.8.3.1.	<i>Preparación</i> -----	65
3.8.3.2.	<i>Técnicas y herramientas de análisis del proceso productivo</i> -----	67
3.8.3.3.	<i>Determinación de elementos</i> -----	69
3.8.3.4.	<i>Herramientas de análisis del proceso</i> -----	70
3.8.3.5.	<i>Diagrama de flujo del proceso</i> -----	70
3.8.3.6.	<i>Diagramas de recorrido</i> -----	71
3.8.3.7.	<i>Diagramas de análisis del proceso</i> -----	72
3.9.	Cálculo de indicadores de productividad	91
3.9.1.	<i>Índice de valor agregado (AVA%)</i>	91
3.9.2.	<i>Índice de actividades que agregan valor (IAVA%)</i>	92
3.9.3.	<i>Herramientas de análisis de desperdicios</i>	92
3.9.3.1.	<i>Resultados del análisis de desperdicios de las actividades de valor agregado</i> -----	95
3.9.3.2.	<i>Desperdicios adicionales identificados durante el proceso de producción</i> -----	96
3.10.	Análisis del costo inicial de producción inicial	96

3.10.1.	<i>Costo de mano de obra</i>	97
3.10.2.	<i>Costo de materiales</i>	98
3.10.3.	<i>Cálculo de la productividad inicial</i>	99
3.11.	Análisis del control de inventarios	99
3.11.1.	<i>Cálculo de stock de seguridad</i>	101
3.12.	Auditoria de las 5S	104
3.12.1.	<i>Seiri (Clasificación)</i>	104
3.12.2.	<i>Seiton (Orden)</i>	105
3.12.3.	<i>Seiso (Limpieza)</i>	107
3.12.4.	<i>Seiketsu (Estandarización)</i>	109
3.12.5.	<i>Shitsuke (Disciplina)</i>	111
3.13.	Análisis de improductividad	112
3.13.1.	<i>Identificación de oportunidades de mejora</i>	113
3.13.2.	<i>Fase 4: Identificación e implementación de oportunidades de mejora</i>	114
3.13.2.1.	<i>Implementación de las 5S</i> -----	114
3.13.2.2.	<i>Redistribución planta método Computerized Relationship Layout Planning</i> -----	127
3.13.2.3.	<i>Método de producción de frigoríficos mejorado</i> -----	132
3.14.	Cálculo de indicadores de productividad	147
3.14.1.	<i>Índice de valor agregado (AVA%)</i>	147
3.14.2.	<i>Índice de actividades que agregan valor (IVA%)</i>	148
3.14.2.1.	<i>Análisis de desperdicios del método de producción de frigoríficos mejorado</i> -----	148
3.14.3.	Estandarización	150
3.14.3.1.	<i>Valoración de ritmo de trabajo</i> -----	151
3.14.3.2.	<i>Suplementos adicionales por fatiga</i> -----	152
3.14.3.3.	<i>Estandarización del proceso</i> -----	153
3.15.	Análisis del costo de producción total	156
3.15.1.	<i>Costo de mano de obra</i>	157
3.15.2.	<i>Costo de materiales</i>	157
3.15.3.	<i>Costo de producción actual</i>	158

3.16.	Cálculo de la productividad actual	158
3.17.	Implementación de mejoras en el control de inventarios	158
3.17.1.	<i>Determinar las políticas de inventario</i>	158
3.17.1.1.	<i>Modelo de inventario demanda probabilística tiempo de entrega variable</i> -----	158
3.17.1.2.	<i>Modelo de inventario de agregación de múltiples productos en un solo pedido</i> ---	163

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	168
4.1.	Resultado de la implementación de las 5S	168
4.2.	Análisis de los indicadores de productividad	169
4.3.	Análisis de desperdicios	170
4.4.	Costos de producción	171
4.5.	Análisis de productividad	172
4.6.	Análisis de costos de inventarios	172
4.7.	Planificación de la producción	173
4.7.1.	<i>Plan agregado de producción</i>	173
4.7.2.	<i>Implementación del Software para el control de inventario</i>	181
4.8.	Resumen de los resultados obtenidos	182
4.9.	Socialización de resultados	183

CAPÍTULO V

5.	GESTIÓN DEL PROYECTO	184
5.1.	Cronograma	184
5.2.	Costos de la propuesta tecnológica	184

CAPÍTULO VI

6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	186
6.1.	Conclusiones	186

6.2.	Recomendaciones	188
-------------	------------------------------	------------

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Determinación del número de observaciones según General Electric Company. .	9
Tabla 2-2:	Simbología ASME de diagrama de procesos.	10
Tabla 2-3:	Factor de valoración suplementario Westinghouse.	14
Tabla 2-4:	Sistema de suplementos por descanso.	15
Tabla 2-5:	Componentes de la serie de tiempo.	20
Tabla 3-1:	Instrumentos	39
Tabla 3-2:	Plan de recolección y análisis de datos.	41
Tabla 3-3:	Macro localización de la empresa Inoxidables Élite	43
Tabla 3-4:	Micro localización de la empresa Inoxidables Élite	43
Tabla 3-5:	Ficha de la empresa Inoxidables Élite	44
Tabla 3-6:	Productos ofertados por Inoxidables Élite	45
Tabla 3-7:	Áreas de trabajo de Inoxidables Élite	48
Tabla 3-8:	Clasificación de maquinaria por área.	55
Tabla 3-9:	Clasificación de productos por familias.	55
Tabla 3-10:	Ventas correspondientes al año 2023.	57
Tabla 3-11:	Análisis ABC año 2023 de la demanda de productos de la línea fría.	59
Tabla 3-12:	Tabla resumen del análisis ABC.	59
Tabla 3-13:	Registro de ventas de equipos frigoríficos Inoxidables Élite 2020-2023	61
Tabla 3-14:	Pronóstico de la demanda equipos frigoríficos para el 2024 - Método de Winter63	
Tabla 3-15:	Pronóstico demanda frigoríficos año 2024 - Método descomposición aditivo.	64
Tabla 3-16:	Comparación de estadísticas en la medición de errores del pronóstico.	64
Tabla 3-17:	Determinación de elementos del estudio de métodos y tiempos.	69
Tabla 3-18:	Descripción de la simbología para el estudio de métodos.	70
Tabla 3-19:	Flujograma del proceso de manufactura de la estructura exterior.	71
Tabla 3-20:	Diagrama proceso N° 1 Manufactura estructura exterior-interior del frigorífico	72
Tabla 3-21:	Tabla resumen diagrama N° 1	73
Tabla 3-22:	Diagrama proceso N° 2 Ensamble de la estructura mediante soldadura MIG.	74
Tabla 3-23:	Diagrama proceso N° 3 Manufactura de la estructura base del frigorífico.	75
Tabla 3-24:	Diagrama proceso N° 4 Ensamble soldadura TIG estructura interior-exterior.	76
Tabla 3-25:	Diagrama proceso N° 5 Ensamble estructura lateral e interna de los parantes	77
Tabla 3-26:	Diagrama proceso N° 6 Manufactura de las bandejas	78
Tabla 3-27:	Diagrama proceso N° 7 Manufactura de puertas	79
Tabla 3-28:	Diagrama proceso N° 8 Manufactura del condensador y evaporador	80

Tabla 3-29:	Diagrama proceso N° 9 Instalación de las bandejas.	81
Tabla 3-30:	Diagrama proceso N° 10 Instalación del sistema de iluminación.....	82
Tabla 3-31:	Diagrama proceso N° 11 Manufactura de la tapa del evaporador	83
Tabla 3-32:	Diagrama proceso N° 12 Inyección de poliuretano hoja N° 1	84
Tabla 3-33:	Diagrama proceso N° 12 Inyección de poliuretano hoja N° 2.....	85
Tabla 3-34:	Diagrama proceso N° 13 Manufactura de biseles	86
Tabla 3-35:	Diagrama proceso N° 14 Montaje de rótulos.....	87
Tabla 3-36:	Diagrama proceso N° 15 Instalación del vidrio	88
Tabla 3-37:	Diagrama proceso N° 16 Instalación del sistema de refrigeración.	89
Tabla 3-38:	Diagrama proceso N° 17 Instalación adhesivos y almacenamiento del equipo...	89
Tabla 3-39:	Tabla resumen del análisis de los procesos para la fabricación de frigoríficos. ..	90
Tabla 3-40:	Tabla resumen del análisis de los procesos para la fabricación de frigoríficos ...	91
Tabla 3-41:	Nomenclatura de actividades para el diagrama de desperdicios.	92
Tabla 3-42:	Diagrama análisis desperdicios N° 01 Manufactura estructura del frigorífico	94
Tabla 3-43:	Resumen del análisis de actividades de valor agregado.....	95
Tabla 3-44:	Tabla resumen desperdicios proceso de fabricación de equipos frigoríficos.....	96
Tabla 3-45:	Cálculo del costo de producción de por hora empresa Inoxidables Élite.....	97
Tabla 3-46:	Costo de la mano de obra para la fabricación de frigoríficos inicial.....	97
Tabla 3-47:	Costo de materiales.	98
Tabla 3-48:	Partes principales de un frigorífico.	100
Tabla 3-49:	Boom de materiales para la fabricación de frigoríficos.	100
Tabla 3-50:	Tiempo de espera.	102
Tabla 3-51:	Promedio de ventas 2020 - 2023.....	102
Tabla 3-52:	Proyección de insumos año 2024.....	103
Tabla 3-53:	Cálculo del stock de seguridad.....	103
Tabla 3-54:	Auditoría Seiri de la situación actual	105
Tabla 3-55:	Auditoría Seiton de la situación actual	106
Tabla 3-56:	Auditoría Seiso de la situación actual	108
Tabla 3-57:	Auditoría Seiketsu de la situación actual	110
Tabla 3-58:	Auditoría Shitsuke de la situación actual	111
Tabla 3-59:	Resumen auditoria 5S inicial	112
Tabla 3-60:	Identificación de oportunidades	113
Tabla 3-61:	Equipo de uso diario necesarios para el proceso de producción.....	116
Tabla 3-62:	Equipo de uso frecuente necesarios para el proceso de producción.	117
Tabla 3-63:	Herramientas y materiales de uso frecuente necesarios para la producción	118
Tabla 3-64:	Herramientas	119

Tabla 3-65:	Manual de funciones del jefe de producción.	120
Tabla 3-66:	Manual de operaciones para operarios.....	121
Tabla 3-67:	Manual de limpieza para la empresa Inoxidables Élite.	121
Tabla 3-68:	Formato de evaluación metodología 5S fase Seiri actual	122
Tabla 3-69:	Identificación de productos a analizar	127
Tabla 3-70:	Identificación de productos a analizar	127
Tabla 3-71:	Criterios de evaluación	128
Tabla 3-72:	Cálculo del área de utilización de los objetos de estudio.....	128
Tabla 3-73:	Cálculo del área de utilización de los objetos de estudio.....	129
Tabla 3-74:	Matriz Total Combined Relationship (TCR)	130
Tabla 3-75:	Resultados del algoritmo Corelap.....	131
Tabla 3-76:	Diagrama proceso N° 01 mejorado Manufactura estructura exterior e interior. 132	
Tabla 3-77:	Diagrama proceso N° 1 mejorado Manufactura estructura exterior e interior... 133	
Tabla 3-78:	Diagrama proceso N° 2 mejorado Ensamble de estructura exterior	134
Tabla 3-79:	Diagrama proceso N° 3 mejorado Manufactura de la estructura base.....	135
Tabla 3-80:	Diagrama proceso N° 4 mejorado Ensamble estructura interior y exterior.	136
Tabla 3-81:	Diagrama proceso N° 5 mejorado Ensamble estructura lateral interna parantes 137	
Tabla 3-82:	Diagrama proceso N° 6 mejorado Manufactura bandeja, condensador.....	138
Tabla 3-83:	Diagrama proceso N° 7 mejorado Manufactura de puertas	139
Tabla 3-84:	Diagrama proceso N° 8 mejorado Manufactura condensador y evaporador	140
Tabla 3-85:	Diagrama proceso N° 9 mejorado Manufactura estructura exterior e interior... 141	
Tabla 3-86:	Diagrama proceso N° 10 mejorado Instalación del sistema de iluminación.....	142
Tabla 3-87:	Diagrama proceso N° 11 mejorado Inyección de poliuretano. (Hoja 1).....	143
Tabla 3-88:	Diagrama proceso N° 11 mejorado Inyección de poliuretano. (Hoja 2).....	144
Tabla 3-89:	Diagrama proceso N° 12 mejorado Montaje de rótulos.....	145
Tabla 3-90:	Diagrama proceso N° 13 mejorado Manufactura biseles e instalación vidrio... 146	
Tabla 3-91:	Tabla resumen del proceso optimizado de fabricación de frigoríficos.	147
Tabla 3-92:	Tabla resumen del proceso optimizado de fabricación de frigoríficos.	149
Tabla 3-93:	Tabla resumen del análisis de desperdicios mejorados.....	150
Tabla 3-94:	Cálculo número de observaciones criterio de General Electric Company.....	151
Tabla 3-95:	Valoración del ritmo de trabajo para el proceso de soldadura.....	151
Tabla 3-96:	Valoración del ritmo de trabajo para el proceso de soldadura.....	152
Tabla 3-97:	Cálculo de tiempos suplementarios	152
Tabla 3-98:	Cálculo tiempo estándar del proceso de manufactura de la estructura exterior. 154	
Tabla 3-99:	Cálculo del tiempo estándar para el proceso de manufactura de frigoríficos. ... 155	
Tabla 3-100:	Cálculo del tiempo estándar para el proceso de manufactura de frigoríficos. ... 156	

Tabla 3-101:	Cálculo del costo de producción de por hora empresa Inoxidables Élite.....	157
Tabla 3-102:	Costo de materiales	157
Tabla 3-103:	Proyección demanda materia prima según el método de descomposición.	159
Tabla 3-104:	Modelo de inventarios demanda probabilística tiempo de entrega variable. ...	162
Tabla 3-105:	Cálculo anual de inventaros para elementos estructurales	163
Tabla 3-106:	Cálculo costo anual inventarios materiales del sistema de refrigeración.	164
Tabla 3-107:	Datos para el cálculo del costo anual de materiales de baja demanda	165
Tabla 3-108:	Cálculo costo anual de inventario materiales de baja demanda tipo 1	165
Tabla 3-109:	Cálculo costo anual inventario equipos baja demanda dos presentaciones.....	165
Tabla 3-110:	Cantidad económica método demanda probabilística y tiempo variable	166
Tabla 3-111:	OEQ básico para el Kit Poliuretano	166
Tabla 4-1:	Tabla comparativa de la auditoría 5S.....	169
Tabla 4-2:	Índices de productividad AVA	170
Tabla 4-3:	Resultados del análisis de desperdicios.....	170
Tabla 4-4:	Análisis de costos de producción de frigoríficos.	172
Tabla 4-5:	Análisis comparativo de la productividad inicial y actual.	172
Tabla 4-6:	Análisis de costos de inventario para la fabricación de frigoríficos del 2024..	172
Tabla 4-7:	Salario mensual del trabajador	173
Tabla 4-8:	Costo de contratar	173
Tabla 4-9:	Costo de despedir.....	174
Tabla 4-10:	Datos para el cálculo del plan agregado de producción.....	174
Tabla 4-11:	Plan agregado de producción año 2024	175
Tabla 4-12:	Costo del plan Agregado de producción	176
Tabla 4-13:	Plan maestro de producción	177
Tabla 4-14:	Archivo maestro de requerimiento de materiales Inoxidables Élite	178
Tabla 4-15:	Tabla de ecuaciones del despiece del frigorífico de 5 bandejas.....	180
Tabla 4-16:	Plan de requerimiento de material para las planchas de acero inoxidable	180
Tabla 4-17:	Leyenda del sistema de control de inventarios.	181
Tabla 4-18:	Resumen resultados obtenidos correspondiente a ingeniería de métodos.....	182
Tabla 4-19:	Resumen resultados obtenidos correspondiente al control de inventarios.	182
Tabla 5-1:	Cronograma de actividades para el desarrollo del trabajo de titulación.....	184
Tabla 5-2:	Costos de la implementación de las mejoras.....	184

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1:	Etapas de un programa de ingeniería de métodos.....	8
Ilustración 2-2:	Diagrama de Ishikawa (causa – efecto).	11
Ilustración 2-3:	Diagrama de flujo de proceso.	11
Ilustración 2-4:	Diagrama de recorrido.	12
Ilustración 2-5:	Modelo EOQ.....	24
Ilustración 2-6:	Representación gráfica del modelo de inventario EOQ.....	25
Ilustración 2-7:	Gráfica modelo de inventario revisión continua.	29
Ilustración 3-1:	Metodología desarrollo del proyecto	40
Ilustración 3-2:	Fachada de la empresa Inoxidables Elite.	43
Ilustración 3-3:	Organigrama de le empresa Inoxidables Élite	44
Ilustración 3-4:	Layout de le empresa Inoxidables Élite	47
Ilustración 3-5:	Puesto de trabajo gerente	50
Ilustración 3-6:	Puesto de trabajo jefe de personal.....	51
Ilustración 3-7:	Puesto de trabajo equipos de refrigeración.	51
Ilustración 3-8:	Puesto de trabajo calderas.....	52
Ilustración 3-9:	Puesto de trabajo frigoríficos mixtos.	52
Ilustración 3-10:	Puesto de trabajo frigoríficos verticales.....	52
Ilustración 3-11:	Puesto de trabajo marmitas y tanques lecheros.....	53
Ilustración 3-12:	Puesto de trabajo peladoras de pollo.....	53
Ilustración 3-13:	Puesto de trabajo hornos y cocinas.	53
Ilustración 3-14:	Puesto de trabajo oficiales.	54
Ilustración 3-15:	Puesto de trabajo ayudante.....	54
Ilustración 3-16:	Gráfica de Pareto Demanda.	58
Ilustración 3-17:	Clasificación ABC.	60
Ilustración 3-18:	ABC correspondiente a la línea fría.....	60
Ilustración 3-19:	Gráfica del pronóstico demanda mediante el método de Winter.	62
Ilustración 3-20:	Gráfica del pronóstico demanda mediante el método descomposición.	63
Ilustración 3-21:	Diagrama de bloques proceso de producción frigorífico.	66
Ilustración 3-22:	Diagrama de flujo del proceso general (parte 1).....	67
Ilustración 3-23:	Diagrama de flujo del proceso general (parte 2).....	68
Ilustración 3-24:	Gráfica de actividades de valor agregado.	96
Ilustración 3-25:	Frigorífico 5 bandejas.	99
Ilustración 3-26:	Área de almacenamiento de materia prima y productos terminados	104

Ilustración 3-27:	Gráfica auditoria 5S fase Seiri	104
Ilustración 3-28:	Área de fabricación de frigoríficos de la empresa Inoxidables Élite	106
Ilustración 3-29:	Gráfica auditoria 5S fase Seiton.....	107
Ilustración 3-30:	Evaluación fase Seiso de la empresa Inoxidables Élite.....	107
Ilustración 3-31:	Gráfica auditoria 5S fase Seiso	108
Ilustración 3-32:	Gráfica auditoria 5S fase Seiso	109
Ilustración 3-33:	Diagrama causa efecto para analizar la improductividad.....	112
Ilustración 3-34:	Clasificación de las herramientas manuales.....	115
Ilustración 3-35:	Gráfica de la auditoría 5S fase Seiri del sistema actual.	123
Ilustración 3-36:	Tablero herramientas manuales implementación mejoras fase Seiton.....	123
Ilustración 3-37:	Gráfica de evaluación auditoria actual fase Seiton	124
Ilustración 3-38:	Área bodega posterior a implementación de mejoras fase Seiso	124
Ilustración 3-39:	Gráfica de evaluación auditoria actual fase Seiso.....	125
Ilustración 3-40:	Gráfica de evaluación auditoria actual fase Seiketsu	125
Ilustración 3-41:	Charla de capacitación de la metodología 5S.....	126
Ilustración 3-42:	Gráfica de evaluación auditoria actual fase Shitsuke.....	126
Ilustración 3-43:	Distribución actual – Método Corelap- empresa Inoxidables Élite	131
Ilustración 3-44:	Gráfica del tiempo estándar y el tiempo de ciclo	156
Ilustración 3-45:	Costos de inventario anual para el poliuretano.	167
Ilustración 4-1:	Gráfica de la evaluación del cumplimiento de la metodología 5S	168
Ilustración 4-2:	Gráfica comparativa del cumplimiento de la auditoría 5S	169
Ilustración 4-3:	Comparación del AVA correspondiente a actividades de manufactura....	171
Ilustración 4-4:	Resultados de la evaluación de AVA del proceso general.....	171
Ilustración 4-5:	Despiece correspondiente a un frigorífico	178
Ilustración 4-6:	Software de inventario.	181
Ilustración 4-7:	Socialización de resultados obtenidos mediante Ingeniería de métodos...	183
Ilustración 4-8:	Socialización de resultados obtenidos en el control de inventarios	183

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** DIAGRAMAS DE RECORRIDO DEL ESTUDIO INICIAL
- ANEXO B:** DIAGRAMAS DE ANÁLISIS DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS.
- ANEXO C:** FICHAS AUDITORÍA 5S POSTERIOR IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS.
- ANEXO D:** IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS EN LA METODOLOGÍA 5S.
- ANEXO E:** IMPLEMENTACIÓN DE LA REDISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA.
- ANEXO F:** DESARROLLO DEL PMP Y MRP.
- ANEXO G:** DESPIECE DE UN FRIGORÍFICO/ ASIGNACIÓN DE VARIABLES
- ANEXO H:** DESARROLLO DEL MRP.
- ANEXO I:** DIAGRAMAS ANÁLISIS DE DESPERDICIOS DEL MÉTODO MEJORADO
- ANEXO J:** ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS.

RESUMEN

Inoxidable Élite es una empresa manufacturera del sector metalmecánico, especializada en la fabricación de equipos industriales para la agroindustria. Aunque su infraestructura y maquinaria permiten procesos semiautomatizados, la empresa aún utiliza una metodología de producción tradicional y empírica, lo cual genera inconvenientes en la gestión y control de procesos. Para mejorar la eficiencia y productividad, se implementaron métodos de ingeniería y control de inventarios. Un análisis ABC de las ventas de 2023 identificó siete líneas de producción, destacando la línea fría que representa el 50% de la producción total. Dentro de esta línea, los frigoríficos horizontales abarcan el 49% de las ventas, siendo de alta demanda y valor económico. Basándose en estos datos, se realizó un análisis histórico de la demanda de frigoríficos, pronosticando la producción de 53 unidades para 2024, con un promedio de 4 equipos mensuales. Además, se estableció un stock de seguridad para asegurar un suministro eficiente de materiales durante la producción. Tras implementar mejoras en la distribución de planta, la metodología 5S, análisis del proceso de producción y herramientas de control de inventarios, se logró reducir el tiempo de ciclo de producción de frigoríficos de 13 a 11 días laborables. El recorrido del proceso se disminuyó de 445 m a 283,5 m, reduciendo significativamente 164,5 metros. En términos de costos de producción, se logró una reducción de \$1,393.39 a \$1,263.51 dólares, ahorrando \$129.88 dólares. Estas mejoras resultaron en un aumento de la productividad del proceso de fabricación de frigoríficos, incrementándola del 78% al 84%.

Palabras clave: <OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN> <CONTROL DE INVENTARIOS> <INGENIERÍA DE MÉTODOS> <MEJORA CONTINUA> <EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIALES>

0887-DBRA-UPT-2024



SUMMARY

Inoxidables Élite is a manufacturing company in the metalworking sector, specializing in the production of industrial equipment for the agro-industry. Although its infrastructure and machinery allow semi-automated processes, the company still uses a traditional and empirical production methodology, which generates disadvantages in the management and control of processes. To enhance efficiency and productivity, engineering methods and inventory control techniques were implemented. An ABC analysis of 2023 sales identified seven production lines, with the cold line representing 50% of total production. Within this line, horizontal refrigerators accounted for 49% of sales, being in high demand and of significant economic value. Based on this data, a historical demand analysis for refrigerators was conducted, forecasting the production of 53 units for 2024, averaging four units per month. Additionally, a safety stock was established to ensure efficient material supply during production. Following improvements in plant layout, the 5S methodology, production process analysis, and inventory control tools, the production cycle time for refrigerators was reduced from 13 to 11 working days. The process path was decreased from 445 meters to 283.5 meters, significantly reducing it by 164.5 meters. In terms of production costs, a reduction from \$1,393.39 to \$1,263.51 was achieved, saving \$129.88. These improvements increased the productivity of the refrigerator manufacturing process, raising it from 78% to 84%.

Keywords: <OPTIMIZATION OF PRODUCTION> <INVENTORY CONTROL>
<METHODS ENGINEERING> <CONTINUOUS IMPROVEMENT> <INDUSTRIAL REFRIGERATION EQUIPMENT>



Lic. Angela Cecibel Moreno Novillo
0602603938

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los mercados experimentan una competencia dinámica evolutiva constante, destacándose por su velocidad para afrontar los desafíos y variaciones inherentes a este cambio. En consecuencia, todas las empresas buscan optimizar la metodología laboral, con objetivos definidos como la incrementación de los niveles de productividad y eficiencia de sus sistemas productivos utilizando una menor cantidad de recursos.

Este estudio en la implementación de ingeniería de métodos y el control de inventarios en la empresa "Inoxidable Élite", tiene como objetivo de implementar una herramienta de mejora que genere un impacto positivo en el flujo de producción realizada actualmente de manera tradicional y empírica, lo que conlleva desafíos en la gestión y control de procesos. Con esta metodología se pretende fortalecer integración del factor humano en el ciclo de producción de bienes o servicios ya que la función de la ingeniería de métodos radica en determinar la ubicación óptima de los individuos dentro del proceso de transformación de materias primas en productos finales o la prestación de servicios. Este enfoque contempla el rol de los individuos en todas las jerarquías organizacionales, desde los directivos hasta los operarios de base, direccionado obtener el rendimiento eficiente del personal en cualquier labor, dado el creciente costo asociado con la contratación, capacitación y formación de individuos. El desarrollo del presente proyecto se ha estructurado en cuatro capítulos los cuales se detallan de la siguiente manera:

En el primer capítulo, se presenta la problemática existente en Inoxidables Élite, junto con los objetivos generales y específicos del estudio. El segundo capítulo aborda una revisión bibliográfica, donde se definen los términos clave y se analizan herramientas como el sistema ABC y los métodos de pronóstico de la demanda, que serán fundamentales en el proceso de optimización del sistema productivo. En el tercer capítulo, se detalla la metodología empleada, incluyendo el tipo de estudio de investigación, la selección del producto a estudiar y un análisis detallado de los procesos de fabricación de frigoríficos, así como la identificación de oportunidades de mejora. Luego, se describe el método de producción propuesto y se reconstruyen los procesos mediante diagramas mejorados.

Finalmente, en el cuarto capítulo, se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de las herramientas, incluyendo diagramas de flujo, diagramas de actividades, análisis de desperdicios, diagramas causa-efecto, análisis de Pareto y la implementación de la metodología 5S, que han contribuido significativamente a la optimización del sistema productivo.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad el sector industrial se desarrolla en torno a la mejora constante de su eficiencia, debido a que enfrentan desafíos que inciden a la productividad de la empresa, lo que resulta imprescindible que cada industria implemente un seguimiento y control riguroso de su cadena de producción, dando una atención a cada proceso y aportando valor a la organización.

La empresa Inoxidables Élite exhibe una infraestructura de considerable envergadura, caracterizada por la implementación de maquinaria de última generación y tecnologías avanzadas. Estos elementos, fundamentales para la ejecución de procesos de manufactura semiautomáticos, han desempeñado un papel determinante en el avance de la organización en el panorama del mercado. En la actualidad la organización carece de un sistema de gestión poco estructurada en las diferentes áreas de la línea productiva, por ende, la empresa debe constar con control productivo para la optimización y mejora de los procesos de producción.

Con la investigación realizada, se ha identificado problemas en la línea de ensamblaje de frigoríficos. Entre ellas, destacan la prolongación de los ciclos de producción, lapsos de espera excesivos y desplazamientos innecesarios por parte del personal operativo.

De manera adicional, se evidencia una carencia organizativa en los puestos de trabajo, en conjunto con la ausencia de un sistema de control de inventarios y una planificación logística estructurada para el suministro de materiales. Este escenario ha derivado en la sistemática demora en la entrega de productos finales, generando insatisfacción entre la clientela y comprometiendo la eficiencia en la optimización de los procesos de producción.

En consecuencia, la empresa Inoxidables Élite, se ha visto en la necesidad de ejecutar un estudio para la optimización de la línea de producción con mayor demanda, con el objetivo de estandarizar un método de producción mediante la aplicación de ingeniería de métodos y a su vez realizar un control de inventarios que garantice un suministro eficiente de materiales a los procesos.

1.2 Justificación

Las técnicas aplicadas en ingeniería de métodos y control de inventarios ofrecen herramientas y metodologías para analizar, mejorar y estandarizar los procesos de fabricación de un producto. Al aplicar estas técnicas, dentro de la empresa Inoxidables Élite se pudo identificar y eliminar desperdicios, reducir tiempos de ciclo, establecer estándares y evaluar los costos de fabricación, logrando mejorar la calidad del producto y por ende su competencia en el mercado al innovar y adoptar buenas prácticas de manufactura y producción.

1.2.1 Justificación Metodológica

La metodología propuesta para el presente trabajo combinó técnicas de ingeniería de métodos, como el análisis de tiempos y movimientos, diseño de layout, estandarización de procesos, con herramientas de control de inventarios. En la empresa Inoxidables Élite se realizó estudios de campo con el objetivo de recopilar datos relevantes de los procesos productivos y niveles de inventario para así encontrar las falencias que afectan a la producción.

Con la aplicación de esta metodología se pudo desarrollar un documento con las recomendaciones específicas para realizar la optimización del proceso productivo y así mejorar la gestión de inventarios en Inoxidables Élite, con esto se contribuyó a la eficiencia operativa, reducción de costos, y establecimiento competitivo en el mercado de la empresa.

1.2.2 Justificación Práctica

El presente proyecto técnico propuso la optimización del proceso productivo en la empresa Inoxidables Elite mediante la aplicación de ingeniería de métodos, plasmado en un documento que evidenció los análisis y propuestas de mejora a lo largo de su cadena de producción, reduciendo los tiempos, optimizado los recursos y aumentando su desempeño de operación. De igual manera la implementación de un sistema de control de inventarios en la empresa permitió garantizar la disponibilidad de materia prima y productos terminados, reducir costos asociados y minimizar los riesgos de pérdidas.

Finalmente, con la ejecución del proyecto se potenció los beneficios empresariales, mediante la aplicación de las siguientes herramientas: 5S, metodología de análisis de valor agregado (AVA), diagramas de procesos, diagramas de recorrido, sistema Westinghouse y el control de inventario

a través de la metodología ABC, MRP y herramientas de pronósticos permitiendo alcanzar una mayor productividad y optimización en cada uno de los procesos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Optimizar el proceso productivo a través de técnicas de ingeniería de métodos y control de inventarios en la empresa Inoxidables Élite ubicada en la ciudad de Riobamba.

1.3.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual de los procesos y control de inventarios referidos al flujo de productos fabricados en la empresa Inoxidables Élite para identificar las deficiencias en la línea de producción con mayor demanda.
- Diseñar lineamientos de control óptimo de inventario que garantice el suministro de materiales durante el proceso de producción.
- Desarrollar una propuesta para el proceso a través de la implementación de Ingeniería de métodos juntamente con el control de inventarios.
- Implementar las propuestas para mejorar el proceso productivo, la eficiencia, control de inventarios y productividad de empresa.
- Evaluar los resultados generados por la implementación de las mejoras en el área de producción y almacenamiento de materiales en la empresa Inoxidables Élite.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Para el desarrollo del presente proyecto técnico se requiere recopilar información de fuentes afines a trabajos relacionados que permitan estructurar la metodología para optimizar el proceso productivo de la empresa Inoxidables Élite, para esto se recopiló información de proyectos similares referentes a las técnicas de ingeniería de métodos y control de inventarios aplicados en empresas.

En el trabajo de titulación realizado por (Mosquera Guanoluisa, 2016) denominado: Optimización de la productividad en la elaboración de puertas forjadas mediante el estudio de métodos y la medición del trabajo en la Industria Vicoalmin de la ciudad de Riobamba, tuvo por objetivo identificar los puntos críticos para establecer las bases técnicas de las actividades orientadas a optimizar los recursos a través de herramientas derivadas de la ingeniería de métodos, tales como el principio de economía de movimientos, el método Westinghouse, el Método AVA y el diagrama de procedencias. La implementación de esta metodología produjo resultados positivos, con una reducción del tiempo de fabricación de puertas en un 20% mediante el nuevo método. Esta disminución no solo incidió positivamente en el tiempo de producción, sino que también mejoró la calidad del producto, permitiendo cumplir eficazmente con los plazos preestablecidos para la elaboración de puertas forjadas, satisfaciendo así las expectativas de los clientes.

De acuerdo al trabajo de (Cabezas et al., 2016) denominado: Estudio de procesos, tiempos y movimientos para mejorar la productividad en la planta de ensamble del modelo Golden en carrocerías Megabuss, implementó metodologías de estudio de tiempos y movimientos para la estandarización de los procesos productivos mediante la representación sistemática de datos, que abarcan los análisis de procesos en los diversos puestos de trabajo. Según los resultados derivados se logró una mejora del 23% en las operaciones, acompañada de un incremento en la capacidad de producción que conlleva a la disminución de los cuellos de botella preexistentes. Adicionalmente, se llevó a cabo un balance de líneas que refleja un índice de estandarización del 55%, en contraste con el 48% registrado al inicio del estudio.

En cuanto a la gestión de inventarios, (Rodríguez Pio, 2022), en su trabajo: Análisis, diagnóstico y propuesta de mejora en la gestión de inventarios y almacén en una empresa textil, con el apoyo

de herramientas de gestión generó una propuesta con valor agregado que permitiendo reducir los costos y potenciar su ventaja competitiva de la empresa. Para el análisis de la gestión de inventario realizó un análisis ABC, donde se encontraron aquellos tipos de tela que representaban el 21.65% y el 80.01 % a nivel de costos, al igual que en los avíos que son el 15.71% y 80.08 % en costos, este análisis es importante porque conlleva estructurar la propuesta de mejora en torno al manejo adecuado de stock con los proveedores, stock de seguridad y de la rotación de los artículos, cuyos valores en costos si es representativo y se puede considerar como un ahorro y recuperación para la empresa política en estudio.

Por otra parte, en el proyecto desarrollado en el Instituto Tecnológico de Saltillo se centra en mejorar el área de Almacén del Departamento de Recursos Materiales y Servicios, donde se implementó un sistema de información basado en Tecnologías de la Información para agilizar y administrar los inventarios, que anteriormente se realizaban a través de métodos manuales con formatos en Word y Excel, con la (TI) se logró migrar la información hacia entornos automatizados para optimizar las tareas del almacén. El sistema tiene como objetivo principal generar consultas, informes, y controlar el flujo de materiales dentro y fuera del almacén, cumpliendo con los estándares de calidad ISO 9001:2000, mejorando el control de inventarios, sino también cumplir con los estándares ISO-9000 en procesos administrativos. La información generada por el sistema apporto beneficios en los departamentos como Compras, permitiendo la obtención ágil de requisiciones de materiales, optimizando así la gestión de suministros y fortaleciendo la administración de la institución. (Sánchez López et al., 2011)

2.2 Referencias Teóricas

2.2.1 Productividad

Para las empresas abordar el tema de productividad representa un ambiente controversial y arriesgado ya que examinar las condiciones que influyen junto con la distribución de ingresos y el acceso a condiciones laborables, son una parte esencial para el crecimiento económico y competitivo.

En líneas generales, la productividad se puede definir como el logro de generar un mayor número de unidades utilizando la menor cantidad de recursos disponibles. Esta definición concisa implica que se busca optimizar no solo el trabajo, sino también el capital y los recursos naturales, principalmente mediante el avance tecnológico, con el fin de maximizar la producción. (Gaibor Espin, 2022, p. 20)

2.2.1.1 Medición de la productividad

La productividad no se limita a cuantificar la producción, sino que evalúa la eficiencia de los procesos en el uso de los recursos para alcanzar los objetivos planteados. Por ende, la productividad puede ser calculada por muchas aproximaciones distintas, en el caso de la productividad de una empresa se puede calcular mediante la relación entre la producción (salidas) y sus factores (entradas). (Arroba Vásquez, 2022, p. 52)

$$Productividad = \frac{\text{número unidades producidas o servicios}}{\text{recursos utilizados}} \quad (1)$$

2.2.2 Ingeniería de métodos

La ingeniería de métodos se enfoca en aumentar la productividad o conseguir los mismos resultados de un proceso empleando los mismos o menos recursos dentro de una empresa. Para esto estudia los movimientos y calcula los tiempos dentro de un proceso de fabricación o prestación de un servicio, con el objetivo de eliminar toda clase de desperdicios, mano de obra innecesaria, ahorro de tiempos y esfuerzos, reduciendo recursos económicos y financieros permitiendo el aumento de la calidad en los productos. (Palacios Acero, 2009, p. 27)

Entre las características de la aplicación de ingeniería de métodos en un proceso están:

- Empleo de técnicas y teorías nuevas.
- Avance marcado por fases de mejora continua.
- Mejora en toma de decisiones a partir de criterios técnicos.
- Relevancia en la aplicación y evaluación de los principios y prácticas. (Palacios Acero, 2009, p. 29)

2.2.2.1 Etapas de un programa de ingeniería de métodos

La ingeniería de métodos hace uso de la capacidad tecnológica disponible, en el que mediante un procedimiento sistemático permite desarrollar un centro de trabajo, fabricar un producto u ofrecer un servicio. Este procedimiento y medición de trabajo se compone de 8 etapas principales mismos que son necesarios para que un centro de trabajo sea funcional. La ilustración 2-1 muestra las etapas a desarrollarse dentro de la ingeniería de métodos para conseguir la optimización de un proceso.

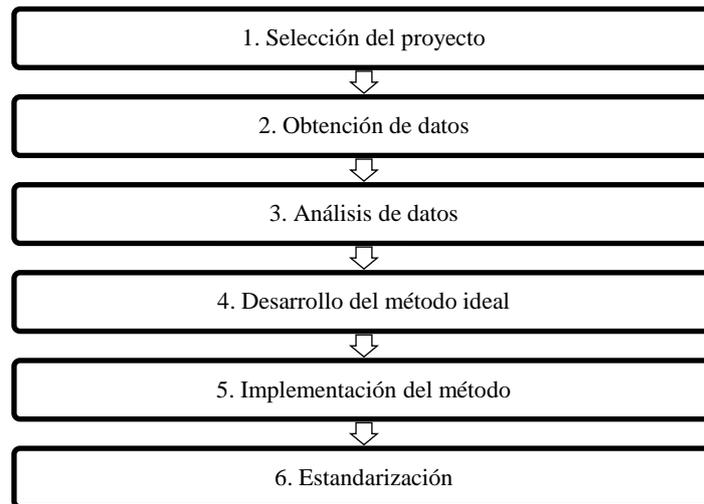


Ilustración 2-1: Etapas de un programa de ingeniería de métodos.

Fuente: (Niebel et al., 2004, p. 5)

- **Selección del proyecto:** Se selecciona al producto o proceso nuevo o existente cuyo margen de ganancias es inferior a su costo de producción, así como problemas de conservación de calidad.
- **Obtención de datos:** Se hace un análisis de los aspectos relevantes para el proceso o producto, mediante el desarrollo de diagramas y registros de especificaciones de forma clara y ordenada para su posterior análisis.
- **Análisis de datos:** Se emplean métodos de análisis de operaciones para poder decidir la opción que mejorara el producto o servicio.
- **Desarrollo del método ideal:** Basados en aspectos de productividad, ergonomía y seguridad operacional se selecciona el procedimiento adecuado para cada operación tomando en consideración las limitaciones asociadas.
- **Implementación del método:** Se presenta a todas las personas involucradas en el proceso el método propuesto a fin de que la implementación ofrezca los resultados esperados.
- **Estandarización:** Se determina un estándar adecuado para el método implementado. Estableciendo intervalos definidos se estudia el método implementado a fin de determinar si se alcanzó la productividad y calidad esperada, permitiendo así establecer mejoras adicionales. (Niebel et al., 2004, p. 6)

2.2.2.2 *Diseño del trabajo*

En el desarrollo de un nuevo método el diseño del trabajo cumple un papel fundamental al adaptar una tarea, proceso y estación de trabajo de forma ergonómica al operador. Ya que por buscar el mayor incremento en la productividad se expone a los trabajadores a lesiones provocadas por la ejecución de tareas repetitivas incrementando los costos de cuidados de salud haciendo nulo todo

el esfuerzo invertido en la mejora. Es así que todo nuevo método además de buscar la máxima productividad posible debe ser seguro y libre de riesgos para el personal. (Niebel et al., 2004, p. 6)

2.2.2.3 Medición de tiempos

El estudio de tiempos se baja en el análisis de cada una de las actividades realizadas durante el proceso de producción de frigoríficos, en el presente apartado se estudia y valida los métodos optimizados, para ello se hace uso de la Norma ISO 10012:2003 correspondiente al Sistema de Gestión de mediciones misma que emite las siguientes directrices para la toma de tiempos:

- 1) Realizar la medición de tiempos haciendo uso de un cronómetro.
- 2) Recomienda el registro de tiempos mediante material audiovisual que permita un mejor análisis del tiempo y actividades del proceso de estudio.
- 3) Determinar el número de observaciones a evaluar (Niebel et al., 2014), en base a los criterios de General Electric Company detallados en la tabla 2-1 la cual establece el número de observaciones o ciclos a evaluar en función del tiempo de ciclo del proceso.

Tabla 2-1: Determinación del número de observaciones según General Electric Company.

Tiempo de ciclo (min)	Número de ciclos recomendados
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1	30
2	20
2 - 5	15
5 - 10	10
10 - 20	8
20 - 40	5
Más de 40	3

Fuente: (Ricardo Caballero, 2018)

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Toma de tiempos con cronómetro

El registro de tiempos es la parte fundamental del análisis de un método de producción para ello existen diferentes tipos de toma de tiempos con cronómetro como:

- El regreso a cero.
- Método continuo: Para el registro de valores elementales es superior al de regresos a cero por varias razones.

En el método continuo, lo más significativo es que el estudio resultante presenta un registro completo de todo el periodo de observación. El operario puede constatar que no se omitieron intervalos temporales en el análisis, y que se documentaron todos los retrasos y anomalías. Dado que todos los datos se presentan con claridad, esta metodología de registro de tiempos resulta más fácil de analizar, comprender e interpretar.

2.2.2.4 Herramientas de exploración, registro y análisis

Dentro de la ingeniería de métodos se sigue un proceso ordenado que inicia con la selección del proceso hasta la implementación del método, para ello se hace uso de herramientas para optimizar el tiempo y facilitar el trabajo. Las herramientas de exploración permiten identificar factores de la tarea o empleados que puedan causar problemas dentro de un área de trabajo, constituyendo el primer paso fundamental previa a la recopilación de una gran cantidad de datos acerca del método actual empleado. En cuanto a las herramientas para el registro permiten recolectar información de la cantidad de producción, materiales, maquinaria, herramientas, información que debe ser registrada para analizar la solución más adecuada a los problemas.

Comúnmente estas herramientas son representadas como diagramas mismos que hacen uso de símbolos para simplificar el estudio del proceso de fabricación permitiendo identificar tareas, distancias, cuellos de botellas, etc. que proporcionan la información necesaria para quien visualiza. Los símbolos fueron establecidos por la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos ASME, y se representan en la tabla 2-2. (Sanchis Gisbert, 2020)

Tabla 2-2: Simbología ASME de diagrama de procesos.

Actividad	Símbolo	Resultado
Operación	○	Realiza una actividad u operación
Transporte	➡	Se traslada de un lugar a otro
Inspección	□	Verifica la calidad
Demora	D	Proceso Demora
Almacenaje	▽	Almacén

Fuente: (Villacreses G., 2019, p. 17)

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Diagramas causa – efecto

Desarrollado por Ishikawa, el método define la ocurrencia de un problema (efecto) representado por la cabeza del pescado, y después identifica las causas de este constituyendo las espinas del

pescado, ilustración 2-2. Las causas principales se dividen en: humanas, maquinaria, métodos, materiales, medio ambiente y administrativas. (Niebel et al., 2004, p. 19)



Ilustración 2-2: Diagrama de Ishikawa (causa – efecto).

Fuente: (Niebel et al., 2004, p. 19)

Diagramas de flujo del proceso

Se emplea para determinar las distancias recorridas, retrasos y almacenamientos a los que el producto se ve expuesto durante su recorrido en la planta, ilustración 2-3, para ello se hace uso de los símbolos estándar definidos por cada proceso, sin embargo, se permiten el uso de símbolos no estándar para la representación de actividades administrativas o combinadas.

Descripción de los eventos		Símbolo	Tiempo (en minutos)	Distancia (en pies)	Recomendaciones al método
Cuarto con la existencia de materiales	○ ○ D □				
Hacia el cuarto de recopilación	○ ● D □ ▽			100	
Ordenar los estantes por tipo	○ ○ ● D □ ▽				
Ordenar cuatro hojas	● D □ ▽				
Apilar	○ ○ ● D □ ▽				
Hacia el cuarto de doblado	○ ● D □ ▽			20	
Empujar, doblar, rayar	● D □ ▽				
Apilar	○ ○ ● D □ ▽				
Colocar la engrapadora	○ ● D □ ▽			20	
Poner la grapa	● D □ ▽				
Apilar	○ ○ ● D □ ▽				
Hacia el cuarto del correo	○ ● D □ ▽			200	
Colocar la dirección	● D □ ▽				
A la bolsa del correo	○ ○ D □ ▽				

Ilustración 2-3: Diagrama de flujo de proceso.

Fuente: (Niebel et al., 2004, p. 29)

Comúnmente se hace uso de diagramas de productos, personas u operarios, en estos diagramas se identifica:

- Título (Diagrama de proceso).
- Número de diagrama.
- Descripción del proceso.
- Método actual.
- Nombre y fecha de elaboración del diagrama.

Diagramas de recorrido

Dentro del plano del área de trabajo establece la trayectoria específica seguida por el objeto o actividad bajo análisis, se muestra la ubicación de todas las actividades representadas en el diagrama de flujo de procesos. La dirección del recorrido del material de una actividad a otra dentro del proceso se representa por flechas, además este diagrama permite determinar sectores potenciales de almacenamiento y puntos de trabajo. La ilustración 2-4 muestra una representación de este tipo de diagramas.

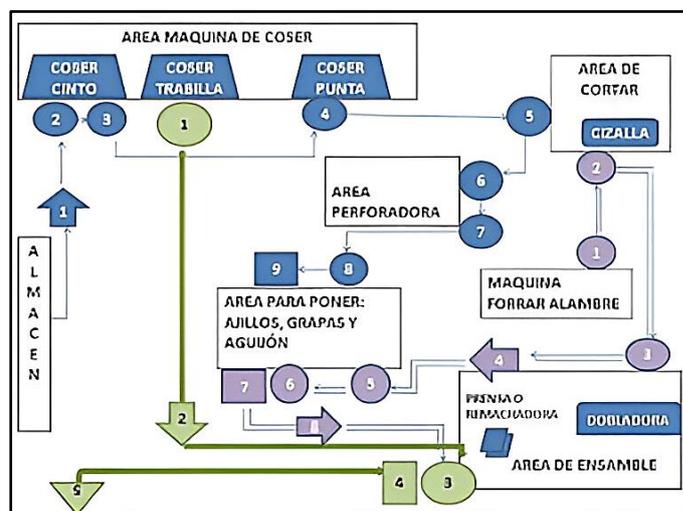


Ilustración 2-4: Diagrama de recorrido.

Fuente: (Diagramer, 2024)

2.2.2.5 Estudio de tiempos

Se define como una prueba estandarizada de los métodos enfocada en el tiempo que se utiliza para ejecutar actividades con el propósito de mejorar la utilización eficaz de los recursos y establecer normas que garantice un rendimiento apropiado. Esta metodología, conocida como estudio de tiempos y movimientos, se centra en la medición y análisis de las acciones realizadas,

sus duraciones y secuencias operativas para establecer parámetros de desempeño. A través de este conjunto de técnicas, se determina con precisión el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea específica, conforme a criterios y estándares previamente definidos. (Bejarano et al., 2019)

Etapas del estudio de tiempos

- **Seleccionar la operación.** Se reconoce el proceso de la actividad que se va a estudiar, para esta etapa es primordial contar con un operario con experiencia. (Villacreses Lozada, 2018)
- **Registrar la información.** Se registra la información correspondiente a cada una de las tareas que se ejecutan en el proceso y en las condiciones bajo las que opera un trabajador.
- **Comprobar el método.** Aquí verifica y normaliza la secuencia de pasos para llevar a cabo el estudio de tiempos, por lo cual se debe anotar el método a utilizar.
- **Descomponer la tarea.** Definida la tarea se establece un desglose en elementos más pequeños para mejorar la medición y análisis.

Medición del trabajo

La medición del trabajo es una técnica que se encarga del registro de tiempos de determinada tarea en condiciones de trabajo específicas con el objetivo de obtener el tiempo de trabajo en un nivel de rendimiento determinado. La medición de tiempo se efectúa en tres pasos básicos que todo analista debe realizar.

- Observar y registrar el tiempo requerido para llevar a cabo cada tarea del trabajo.
- Normalizar o estandarizar cada tiempo registrado.
- Calcular el promedio de los tiempos estandarizados para determinar el tiempo básico de cada tarea. (Ricardo Caballero, 2018)

Pasos para realizar un estudio de tiempos

En el desarrollo del estudio de tiempos es importante seguir una secuencia establecida para obtener resultados acordes al objeto de estudio. De esta manera se establece:

- 1) Definir el objeto de estudio.
- 2) Recolectar información sobre el proceso y seleccionar el operador calificado.
- 3) Dividir la tarea en elementos precisos.

- 4) Determinar el número de observaciones.
- 5) Medir y registrar el tiempo.
- 6) Determinar el tiempo observado promedio.
- 7) Calcular el tiempo normal.
- 8) Calcular el tiempo estándar.

a) Tiempo promedio: Se trata de una medida aritmética que determina el tiempo medio necesario para llevar a cabo una tarea, para objeto de cálculo la actividad principal se desglosa en una serie de grupos pequeños con la finalidad de facilitar el control y medición, lo cual resulta importante para evaluar cada actividad. (Andrade et al., 2019)

b) Tiempo normal: Se conoce como el tiempo que tarda el personal en realizar una tarea a un ritmo normal y sin interrupciones. Para calcular se multiplica el tiempo promedio observado por un determinado índice de desempeño, sin tomar en cuenta el valor de los suplementos, de acuerdo con la expresión calculada: (Soriano Osorio, 2021)

$$Tn = \bar{T}_o * ID \quad (2)$$

Donde:

Tn = Tiempo normal.

\bar{T}_o = Tiempo observado promedio.

ID = Índice de desempeño.

El índice de desempeño según el método Westinghouse se calcula en base a la tabla 2-3, en la cual se evalúa habilidad, desempeño, condiciones y constancia de la actividad analizada.

Tabla 2-3: Factor de valoración suplementario Westinghouse.

TABLA DE VALORACIÓN DEL TRABAJO					
HABILIDAD			DESEMPEÑO		
0,15	A1	Superior	0,13	A1	Excesivo
0,13	A2		0,12	A2	
0,11	B1	Excelente	0,1	B1	Excelente
0,08	B2		0,08	B2	
0,06	C1	Buena	0,05	C1	Buena
0,03	C2		0,02	C2	
0	D	Media	0	D	Medio
-0,05	E2	Aceptable	-0,04	E2	Aceptable
-0,1			-0,08		
-0,16	F1	Pobre	-0,12	F1	Pobre
0,22	F2		-0,17	F2	
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0,06	A	Ideales	0,04	A	Perfecta
0,04	B	Excelentes	0,03	B	Excelente
0,02	C	Buenas	0,01	C	Buena
0	D	Medias	0	D	Media
-0,03	E	Aceptables	-0,02	E	Aceptable
-0,07	F	Pobres	-0,04	F	Pobre

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

c) **Suplementos:** Es necesario tomar en consideración los posibles acontecimientos de demora y la fatiga que puede llegar a generar en los trabajadores paros imprevistos o necesarios, tomando en cuenta que el desempeño de los operarios no se mantiene constante durante una jornada laboral, pues alcanzan un estado de cansancio y estrés los mismos que deben ser considerados dentro el cálculo global para la realización de un producto. Se toma en cuenta varios factores para el cálculo total de los suplementos, entre los principales tenemos la necesidad por satisfacer necesidades básicas, entre otros. (Quinto de la Cruz, 2019)

Tabla 2-4: Sistema de suplementos por descanso.
Sistema de suplementos por descanso porcentajes de los Tiempos Básicos¹

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES			
	Hombres	Mujeres	
A. Suplemento por necesidades personales	5	7	
B. Suplemento base por fatiga	4	4	
2. SUPLEMENTOS VARIABLES			
	Hombres	Mujeres	
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	4
B. Suplemento por postura anormal			45
Ligeramente incómoda	0	1	
incómoda (inclinado)	2	3	
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)			
Peso levantado [kg]			
2,5	0	1	
5	1	2	
10	3	4	
25	9	20	
35,5	22	máx	
D. Mala iluminación			
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	
Bastante por debajo	2	2	
Absolutamente insuficiente	5	5	
E. Condiciones atmosféricas			
Índice de enfriamiento Kata			
16		0	
8		10	
F. Concentración intensa			
Trabajos de cierta precisión			0
Trabajos precisos o fatigosos			2
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos			5
G. Ruido			
Continuo			0
Intermitente y fuerte			2
Intermitente y muy fuerte			5
Estridente y fuerte			5
H. Tensión mental			
Proceso bastante complejo			1
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos			4
Muy complejo			8
I. Monotonía			
Trabajo algo monótono			0
Trabajo bastante monótono			1
Trabajo muy monótono			4
J. Tedio			
Trabajo algo aburrido			0
Trabajo bastante aburrido			2
Trabajo muy aburrido			5

¹ Introducción al Estudio del trabajo – segunda edición, OIT. Ejemplo sin valor normativo
Fuente: (Lopez, 2019)

d) **Tiempo estándar (Ts):** Se trata del tiempo que utiliza un operario para llevar a cabo la operación seleccionada por lo cual debe contar con la experiencia, desempeño y preparación

necesaria para ejecutar la tarea a una velocidad normal. Se lo calcula de acuerdo con la siguiente expresión: (Méndez Meléndez et al., 2020)

$$Ts = Tn * \left(1 + \frac{\sum \text{Suplementos}}{100} \right) \quad (3)$$

Donde:

Tn = Tiempo normal

Ts = Tiempo estandar

e) Tiempo de ciclo (Tc): El tiempo ciclo denota el lapso máximo permitido para cada estación en procesar una unidad de producto.

$$Tc = \left(\frac{1}{q} \right) \left(\frac{\text{horas}}{\text{unidad}} \right) * 3600 \left(\frac{\text{segundos}}{\text{horas}} \right) \quad (4)$$

Donde “q” expresa la producción objetivo determinadas en unidades/horas y se obtiene dividiendo la producción deseada por el periodo productivo y el número de horas de trabajo disponibles en ese periodo. (Palacios Acero, 2009). También, el tiempo de ciclo promedio se calcula haciendo uso de la siguiente fórmula.

$$Tc = \frac{\text{Tiempo estandar}}{\text{Número de ciclos}} \quad (5)$$

2.2.3 Inventarios

El término inventarios hace referencia a los elementos que forman parte de los activos o existencias de una organización, ya sean objetos, personas, productos o servicios. Álvarez Buylla define al inventario como el conjunto de recursos o mercancías, que se encuentran almacenados con la finalidad de satisfacer una necesidad futura. Por otra parte, control, hace referencia al poder o dominio que se ejerce sobre algo. En otras palabras, la medida de control determinará la capacidad de dirigir, administrar, supervisar y ajustar lo que se está controlando con el fin de mantenerlo bajo nuestra influencia. (Céspedes Trujillo et al., 2017)

2.2.3.1 Clasificación de sistemas de inventarios

Los sistemas de inventarios se pueden clasificar en permanentes y continuos.

Sistema de inventarios permanente: También denominado perpetuo es aquel sistema que permite el control contante del inventario, mediante el registro de las entradas y salidas de los

artículos, haciendo uso de tarjetas Kardex en el cual se documenta el nombre del producto, valor y fecha de adquisición, así también como el valor y fecha de salida del inventario. De tal manera que se conoce el saldo, costo de venta en base a los registros de inventario.

Sin embargo, en este sistema se presentan inconvenientes con los precios de los artículos al adquirirse en fechas y con precios diferentes, para solucionar este problema se utilizan métodos como el método de promedio ponderado, Método Peps, Método Ueps, que permiten determinar un costo de los inventarios más cercano al valor real. (Sánchez López et al., 2011)

2.2.3.2 *Control de inventarios*

El control de inventarios se define como la capacidad de ejercer dominio sobre los activos o existencias que forman parte de una entidad. Sin embargo, en la práctica, no es tan sencillo como su definición. En realidad, se trata de un sistema que funciona en el contexto de sistemas más amplios cuya finalidad es contribuir al cumplimiento de los objetivos generales de la organización en su conjunto. (Céspedes Trujillo et al., 2017)

2.2.3.3 *Método ABC*

El control de inventarios ABC se refiere a la gestión y supervisión de los activos de inventario en una organización utilizando métodos, sistemas o herramientas específicas para asegurar un seguimiento preciso de las existencias disponibles.

Este control implica el monitoreo constante de los niveles de inventario, tanto de productos terminados como de materias primas o componentes, para optimizar la cantidad almacenada y asegurar que se cumplan las demandas del mercado sin excesos ni faltantes. Este proceso busca minimizar costos de almacenamiento, evitar la obsolescencia de productos y garantizar una eficiente capacidad de respuesta a las necesidades del cliente.

El sistema de clasificación de inventarios ABC es una herramienta de gestión y control de inventarios que permite identificar los productos de mayor valor económico que fabrica o posee una empresa manufacturera, así también para determinar las materias primas con mayor importancia en el sistema productivo y establecer estrategias para el control y gestión de inventarios, de tal manera que, el suministro de materiales no genere problemas en el área de producción por falta de stock.

2.2.3.4 *Gestión de inventarios*

La gestión del inventario implica determinar los niveles de inventario requeridos, los puntos de reorden, las cantidades a solicitar y el método de control a aplicar. Los aspectos esenciales que considerar en la gestión de inventarios incluyen:

- **Reducir la inversión:** La idea de inventario mínimo implica mantener el inventario en cero y producir solo cuando se recibe un pedido. Sin embargo, esta estrategia es poco viable para la mayoría de las empresas, ya que deben atender las demandas de los clientes de inmediato. Las empresas buscan reducir al máximo los niveles de inventario, ya que su mantenimiento es costoso, pero al mismo tiempo garantizar que tengan suficiente inventario para satisfacer la demanda.
- **Satisfacer la demanda:** Si la única meta de la gestión de inventario fuera maximizar las ventas al satisfacer de inmediato la demanda, esto llevaría a mantener grandes cantidades de productos en almacén y evitaría los costos asociados con la insatisfacción del cliente o la pérdida de ventas.

Sin embargo, mantener inventarios estáticos en grandes cantidades resulta extremadamente costoso y paraliza capital que podría utilizarse de manera más provechosa en otras operaciones.

Por lo tanto, la empresa debe determinar el nivel óptimo de inventario considerando el equilibrio entre los beneficios esperados de evitar la falta de productos y el costo de mantenerlos.

2.2.3.5 *Pronósticos*

Los pronósticos desempeñan un papel esencial en la planificación, siendo cruciales para tomar decisiones precisas. La proyección de valores futuros es clave y, aunque ningún pronóstico es infalible, su elaboración tiene un impacto trascendental en diversas áreas organizativas, desde las financieras y de mercadeo hasta la producción y la gestión de inventarios.

Pronóstico de la demanda

Un pronóstico es una predicción de acontecimientos futuros que se utilizarán para realizar planificaciones, mientras más exactas sean las proyecciones garantizará la eficacia de su cadena de suministros. Los métodos de pronósticos pueden ser fundamentados en modelos matemáticos

en donde se emplean datos históricos, o técnicas cualitativas, que capitalizan la experiencia administrativa y los juicios de los clientes. (Krajewski et al., 2008)

Método de Winters multiplicativo

El método Holt-Winters es una técnica avanzada para generar pronósticos en series temporales que presentan tanto tendencia como estacionalidad.

Este enfoque incorpora tres parámetros: α , β y γ . Los parámetros α y β se utilizan de manera similar a la metodología de Holt, que ajusta el nivel y la tendencia de los datos. Adicionalmente, el parámetro γ se introduce para modelar la componente estacional. Los valores de estos parámetros deben encontrarse en el rango $[0,1]$.

Las ecuaciones para obtener el pronóstico son:

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-p}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (6)$$

Por su parte la ecuación para obtener la tendencia, T_t , es:

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (7)$$

Siendo todos sus términos los mismos del modelo de Holt. La estacionalidad S_t , se obtiene con la ecuación siguiente:

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-p} \quad (8)$$

Donde S_{t-p} es el factor estacional del periodo anterior. Finalmente se obtiene el pronóstico suavizado \hat{Y}_t con la ecuación (4).

$$\hat{Y}_t = (L_{t-1} + T_{t-1})S_{t-p} \quad (9)$$

Método de descomposición

Este método se enfoca en el análisis de datos de series temporales, con la finalidad de identificar los distintos componentes que tienen incidencia en cada valor de la serie. Este procedimiento

permite aislar y caracterizar individualmente cada componente, además las proyecciones que se obtienen se combinan con el fin de generar pronósticos para valores fruto de la serie temporal.

Para comprender la descomposición, se inicia con los cuatro componentes de las series de tiempo, descritos en la tabla 2-5. (Hanke et al., 2010)

Tabla 2-5: Componentes de la serie de tiempo.

Componente	Desarrollo
Tendencia	Se define como el componente que encapsula el crecimiento o la declinación subyacente en una serie temporal.
Componente cíclico	Se trata de una serie de fluctuaciones en forma de onda o ciclos que tienen una duración superior a un año.
Componente estacional	Los componentes estacionales son típicamente identificados en conjuntos de datos que se presentan en intervalos trimestrales, mensuales o semanales, además variación estacional se refiere a un patrón cíclico más o menos constante que se manifiesta anualmente y se reproduce de manera consistente de un año a otro.
Componente irregular	El componente irregular consiste en fluctuaciones impredecibles o aleatorias.

Fuente: (Hanke et al., 2010)

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Para aplicar el método de descomposición se emplea la siguiente fórmula:

$$S(t) = T(t) * Y * C * \mu \quad (10)$$

Donde:

S = Valor pronosticado.

T = Factor de tendencia.

Y = Componente estacional.

C = Componente cíclico.

μ = Componente irregular.

Los métodos de descomposición de series de tiempo se clasifican en:

Descomposición aditiva

El método de descomposición aditiva presenta la variación estacional constante a lo largo del tiempo, es decir, no cambia significativamente con el nivel de la serie temporal. Es un modelo

fácil de interpretar y aplicar, además presenta un buen desempeño cuando los componentes de la serie temporal son aditivos. Este modelo matemático viene dado por la siguiente ecuación:

$$S(t) = T(t) + St + E \quad (11)$$

Donde:

T: Tendencia.

St: Estacionalidad.

E: Error aleatorio.

Modelo de descomposición multiplicativo

El termino multiplicativo del modelo hace referencia a que la variación estacional cambia proporcionalmente con el nivel de la serie temporal. Se utiliza cuando la variación estacional es proporcional al nivel de la serie, capturando mejor la variación estacional proporcional al nivel de la serie, motivo por el cual es utilizado frecuentemente en datos económicos y financieros.

El modelo de descomposición multiplicativo esta dado por el siguiente modelo matemático:

$$S(t) = T(t) + St + E \quad (12)$$

Modelo de descomposición mixto

Este modelo permite capturar patrones más complejos en los datos, apropiado cuando la serie temporal presenta una combinación de patrones aditivos y multiplicativos por su flexibilidad para modelar series temporales complejas, sin embargo, resulta más complejo de implementar y ajustar, debido a que requiere una mayor comprensión de los datos y de los métodos de descomposición. El modelo de descomposición mixto esta dado por el siguiente modelo matemático:

$$S(t) = T(t) + St * E \quad (13)$$

$$S(t) = T(t) * St + E \quad (14)$$

Los estadísticos empleados para el análisis del error de pronóstico son:

MAD (Desviación media absoluta)

Este indicador cuantifica el error promedio del pronóstico en términos absolutos, sirviendo como medida de la dispersión entre un valor observado y el valor predicho se lo determina mediante la

magnitud absoluta de las disparidades entre la demanda real y la pronosticada dividida por la cantidad total de errores. (Bravo Gomez et al., 2011)

MAPE (Error porcentual absoluto medio)

Se define como la relación del porcentaje del error absoluto sobre el número de errores utilizados, es una herramienta útil para medir la precisión de modelos de predicción, especialmente cuando se necesita una métrica que proporcione una interpretación clara y comprensible de los errores relativos. (Bravo Gomez et al., 2011)

Inventario de seguridad con demanda variable y tiempo de entrega variable

La cantidad de unidades utilizadas para mitigar la variación de la demanda, este término denota el excedente de inventario que se mantiene para hacer frente a eventualidades relacionadas con fluctuaciones en la demanda, su propósito fundamental del stock de seguridad se radica en asegurar la disponibilidad de un cierto nivel de existencias con el fin de evitar una disminución de inventario y por ende evitar retrasos en la producción e inconformidad al cliente. (Slimstock, 2022)

Cálculo del inventario de seguridad

Para el cálculo se hace uso de la ecuación (15).

$$\text{Stock de seguridad (SS)} = z * \sqrt{\bar{L} * \sigma_d^2 + \bar{d}^2 * \sigma_L^2} \quad (15)$$

Donde:

z = Factor de seguridad.

L = Tiempo de entrega promedio.

d = Demanda promedio diaria.

σ_d^2 = Desviación estándar de la demanda.

σ_L^2 = Desviación estándar del tiempo de entrega.

2.2.3.6 Modelos de inventarios

Un modelo de inventario tiene como objetivo diseñar una política de inventario para controlar el nivel de existencias en una empresa, dando respuesta a las preguntas: ¿Cuánto y cuándo hacer un

pedido?, por sus características, ayudan a optimizar la cantidad de productos que una empresa debe mantener en su almacén o punto de venta con el propósito de llevar a cabo su actividad.

Según (Sánchez Ramos, 2007) la clasificación de inventarios según el tipo de revisión puede ser:

- Revisión periódica o modelos de cantidad de pedido fijo: cuando la recepción de nuevo pedido de la cantidad especificada por EOQ en intervalos de tiempo.
- Revisión continua o modelos probabilísticos: cuando el nivel de inventario llegue al punto establecido para un nuevo pedido (Punto de reorden R), se coloca el pedido, de tamaño igual a $EOQ = Q$ (óptima).
- Sistemas de período fijo de pedido.

Para comprender cada uno de los modelos se debe analizar los siguientes conceptos:

Costo de almacenamiento (Ca): es el costo de mantener una unidad en inventario durante un período de tiempo, generalmente un año, se puede expresar como una fracción del costo unitario del producto e incluye al costo de capital, almacenar y obsolescencia.

$$Ca = h * C \quad (16)$$

$$\text{Costo de retención anual} = \frac{Q * Ca}{2} \quad (17)$$

Costo fijo de pedido (Co): es el costo que se incurre al colocar cada pedido independientemente de su tamaño, siendo su unidad en \$/ lote.

Costo de pedido anual: está asociado con realizar los pedidos de reposición del inventario y no con el costo del inventario en sí. Se calcula mediante la ecuación (18).

$$\text{Costo de pedido anual} = \frac{D * Co}{Q} \quad (18)$$

Donde:

D: Demanda anual.

Co: Costo fijo de ordenar.

Q: Cantidad económica a ordenar.

Costo anual de material: es el precio promedio por unidad adquirida. El costo de material anual es al costo unitario (C) por la demanda anual (D).

$$\text{Costo anual de material} = C * D \quad (19)$$

a) Modelos de cantidad de pedido fijo

Modelo básico de la cantidad de pedido económico (EOQ): Representa la cantidad optima a ordenar en cada ciclo de pedido considerando que puede fluctuar a lo largo del tiempo.

Esta metodología se puede aplicar para el manejo de inventarios con demanda independiente basando supuestos que incluyen una tasa de demanda y el plazo de entrega son conocidos y constantes, no son posibles los descuentos por cantidad, los costos variables son el costo de preparación y almacenamiento.

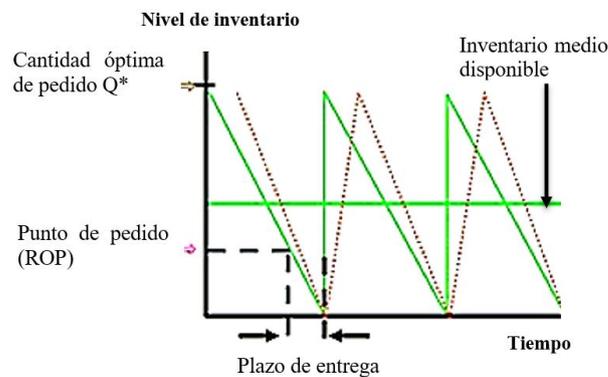


Ilustración 2-5: Modelo EOQ.
Fuente: (Rodríguez Montenegro, 2011)

Las ecuaciones para el modelo EOQ son las siguientes:

Cantidad económica de pedido (Q*): se emplea para determinar la cantidad óptima de unidades que se deben pedir cada vez que se realiza un pedido con el fin de minimizar los costos totales asociados con el inventario.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * C_o}{C_a}} \quad (20)$$

Frecuencia óptima de pedido (n*): es el número de veces que una empresa debe realizar pedidos de inventario en un período determinado para minimizar los costos totales de inventario.

$$n^* = \frac{D}{Q} * 0 \sqrt{\frac{2 * D * C_o}{C_a}} \quad (21)$$

Tiempo esperado entre cada pedido (T): es el intervalo de tiempo que transcurre entre la realización de un pedido y el siguiente. Este tiempo es esencial para una gestión eficiente del inventario, ya que ayuda a planificar cuándo debe realizarse el próximo pedido para mantener los niveles de inventario óptimos y evitar tanto excesos como faltantes de stock.

$$T = \frac{\text{días laborables/año}}{n *} \quad (22)$$

Demanda diaria (d): es la cantidad promedio de unidades de un producto que se consumen o venden por día.

$$d = \frac{D}{\text{días laborables/año}} \quad (23)$$

Punto de reorden (ROP): es el nivel de inventario en el cual se debe realizar un nuevo pedido para evitar la falta de stock.

$$ROP = d * L \quad (24)$$

Donde:

d: Demanda diaria.

L: Tiempo de entrega (lead time) en días.

Representación gráfica del modelo EOQ

La ilustración 2-6 correspondiente al modelo EOQ muestra el punto de intersección la protección de los costos de mantener el inventario con el costo anual de ordenar, en las coordenadas de la cantidad económica de pedido y el costo anual mínimo de inventarios.

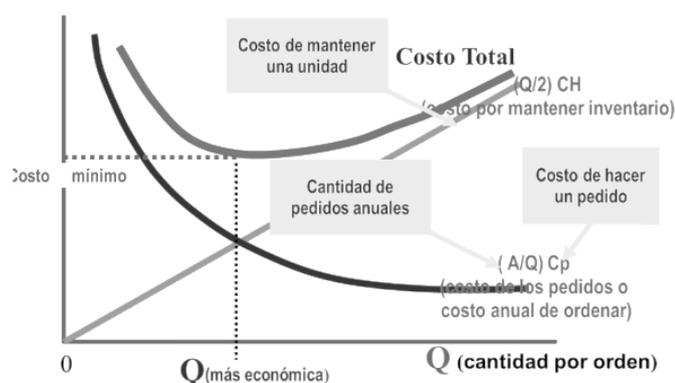


Ilustración 2-6: Representación gráfica del modelo de inventario EOQ.

Fuente: (Rodríguez Montenegro, 2011)

Método de agregación de múltiples productos

Se pueden considerar tres enfoques para tomar la decisión sobre el tamaño óptimo del lote al agregar múltiples productos en un solo pedido:

- Ordenar los productos de manera independiente, implica no realizar ninguna agregación y suele resultar en costos más elevados.
- Ordenar conjuntamente cada producto en cada lote, consiste en agregar todos los productos en cada pedido, la desventaja es combinar productos de baja demanda con productos de alta demanda en todos los pedidos e incurrir en altos costos, especialmente si el costo del pedido de un producto con baja demanda es grande.
- Ordenar subconjuntos seleccionados de productos, el objetivo de este método es reducir los costos, al solicitar productos de baja demanda con menor frecuencia que los productos con alta demanda, lo que conlleva a una mayor eficiencia en términos de costos. (Grass Guaqueta, 2016)

La metodología de aplicación de este modelo es la siguiente:

1. Identificar los productos a estudiar y su demanda en base a los criterios de frecuencia
2. Identificar los costos, unitario, fijo de por pedido y el costo de mantenimiento
3. Calcular la frecuencia de pedido óptima/ año (n^*)

$$n^* = \sqrt{\frac{D_{ai} * h * C_{ai} + D_{te} * h * C_{te}}{2 * C_o^*}} \quad (25)$$

4. Calcular el tamaño óptimo de pedido e inventario de ciclo.

$$Q^* = \frac{D}{n} \quad (26)$$

$$\text{Inventario de ciclo} = \frac{Q^*}{2} \quad (27)$$

5. Evaluar la frecuencia de pedido de cada producto y el costo total.

$$\text{Costo pedido anual} = n * C_o^* \quad (28)$$

$$\text{Costo de mantenimiento} = \frac{Q}{2} * h * C = \frac{D * h * C}{2n} \quad (29)$$

$$\text{Costo de mant anual} = \frac{D_{ai} * h * C_{ai}}{2n} + \frac{D_{te} * h * C_{te}}{2n} \quad (30)$$

$$\text{Costo total anual} = n * C_o^* + \frac{D_{ai} * h * C_{ai}}{2n} + \frac{D_{te} * h * C_{te}}{2n} \quad (31)$$

$$\text{Costo total anual} = n * C_o^* + \frac{D_{ai} * h * C_{ai}}{2n} + \frac{D_{te} * h * C_{te}}{2n} \quad (32)$$

Donde:

h = Costo de mantenimiento de inventario.

Co = Costo de ordenar.

Ca = Costo de mantener o almacenar.

Dx = Demanda.

C = Costo unitario.

Modelo de cantidad de pedido de producción y consumo simultaneo: Cuando el inventario influye de manera continua o se acumula durante un periodo después de colocar una orden, el material producido se utiliza inmediatamente. Hace uso de los criterios EOQ. Los supuestos de este modelo son:

- La recepción de inventario, producción, demanda y tiempo de entrega o lead time son datos conocidos y constantes.
- No existen descuentos por cantidad
- Los costos importantes son el de mantener el inventario y el costo de hacer un pedido.
- La ruptura de stock se evita si el pedido se realiza en el momento adecuado.

Para el cálculo de costo de inventario se hace uso de las siguientes formulas:

Cantidad óptima de pedido

$$Q_p^* = \sqrt{\frac{2 * D * S}{H * \left(1 - \frac{d}{p}\right)}} \quad (33)$$

$$\text{Nivel máximo de inventario} = Q^* \left(1 - \frac{d}{p}\right) \quad (34)$$

$$\text{Costo de preparación} = \frac{D}{Q} * S \quad (35)$$

$$\text{Costo de almacenamiento} = 0,5 * H * Q \left(1 - \frac{d}{p}\right) \quad (36)$$

Donde:

D: Demanda anual.

S: Costo de preparación.

H: Costo de almacenamiento.

d: Demanda diaria.

p: Producción diaria.

Modelo de descuento por cantidad: El intercambio de mas importante es entre el costo de producto más bajo y un costo de mantener más alto. Permite a las empresas ofrecer descuentos por la adquisición de grandes volúmenes de compra. La diferencia con los anteriores es el precio reducido del producto con el mismo objetivo de minimizar los costos totales. Para ello se hace uso de las siguientes formulas:

$$\text{Costo total} = \text{costo de preparación} + \text{costo de mantener} + \text{costo del producto} \quad (37)$$

$$\text{Costo total} = \frac{D}{Q} * S + \frac{Q}{2} * H + PD \quad (38)$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * S}{I * P}} \quad (39)$$

Donde:

I: Índice de descuento (%).

b) Modelos probabilísticos

Son herramientas que permiten analizar el sistema de gestión de inventarios donde existe una gran incertidumbre respecto a las proyecciones de demanda a futuro, permitiendo la variación de la demanda y que esta se ajuste a una distribución normal, son conocidos como sistemas de inventarios de revisión continua debido a que, genera una orden cuando el inventario alcanza su punto de reorden, expresado gráficamente en la ilustración 2-7.

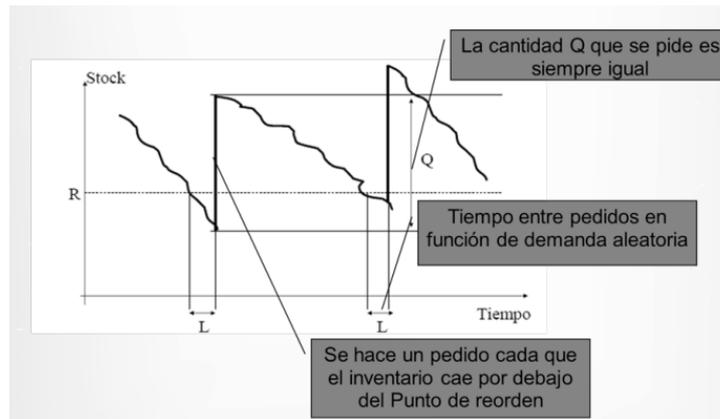


Ilustración 2-7: Gráfica modelo de inventario revisión continua.

Fuente: (MBA, 2011)

Los modelos de inventario de revisión continua hacen uso de las hipótesis EOQ y su principal característica es la consideración del nivel de servicio y el inventario de seguridad, permitiendo establecer políticas del punto de reorden y cantidad a ordenar. (Grass Guaqueta, 2016)

$$NS = 1 - \text{probabilidad de la ruptura de stock} \quad (40)$$

Donde:

NS: Nivel de significancia.

Los modelos de inventario probabilístico se dividen en tres tipos:

Modelo con demanda variable y tiempo de entrega constante

Se aplica cuando se enfrenta a una demanda altamente variable pero el plazo de entrega (Lead time) es determinístico y cuando se experimenta retrasos en las entregas a los clientes las ventas no se pierden dado que los clientes están dispuestos a tolerar, pero se incurre en un costo por incumplimiento (C_f).

$$ROP = \text{Demanda promedio} * \text{tiempo de entrega} + Z\sigma_{XLT} \quad (41)$$

$$\sigma_{XLT} = \sigma_D * \sqrt{L} \quad (42)$$

$$R = \mu_D * L + Z_{(X \geq r)} * \sigma_D * \sqrt{L} \quad (43)$$

Modelo con demanda probabilística y tiempo de entrega variable

Este enfoque se emplea donde la demanda y el tiempo de entrega (Lead Time) son variables y cuando se experimenta retrasos en las entregas a los clientes las ventas no se pierden dado que los clientes están dispuestos a tolerar, pero se incurre en un costo por incumplimiento (C_f).

$$ROP = \text{Demanda promedio} * \text{tiempo de entrega promedio} + Z * D * \sigma_{XLT} \quad (44)$$

Modelo de demanda y tiempo de entrega variables

$$ROP = \text{Demanda diaria promedio} * \text{tiempo de entrega promedio} + Z\sigma_{XLT} \quad (45)$$

$$\sigma_{XLT} = \sigma_D \sqrt{\mu_L * \sigma_D^2 + \mu_D * \sigma_{LT}^2} \quad (46)$$

$$ROP = \mu_D * \mu_{XLT} + Z_{(X \geq r)} * \sigma_D * \sqrt{\mu_L * \sigma_D^2 + \mu_D * \sigma_{LT}^2} \quad (47)$$

Una vez determinado el tipo de modelo de inventario el cálculo de costos totales de inventario viene dado por la siguiente metodología:

1) Calcular la cantidad óptima de pedido.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * C_o * \mu_D}{C_a}} \quad (48)$$

2) Calcular la demanda durante el tiempo de entrega supere el punto de reorden ROP.

$$P(X \geq R) = \frac{C_a * Q^*}{\mu_D * C_f} \quad (49)$$

3) Calcular el punto de reorden óptimo R en función del modelo probabilístico.

4) Calcular los costos totales.

$$CT = \frac{C_o * \mu_D}{Q} + C_u * \mu_D + \frac{C_f * \mu_{BR} * \mu_D}{Q} + C_a * (\mu_I + R + \mu_X) \quad (50)$$

Donde:

μ_{BR} : número de faltantes durante el ciclo de pedido en el punto de reorden R.

μ_I : inventario promedio del producto.

C_f : costo por faltante.

μ_X : demanda promedio durante el plazo de entrega.

μ_L y σ_L : Media y desviación estándar del tiempo de entrega.

μ_D y σ_D : Media y desviación estándar de la demanda.

μ_X y σ_X : Media y desviación estándar de la demanda durante el plazo de entrega.

$Z_{X \geq R}$: Desviación estándar desacuerdo a la distribución normal.

L : Plazo de entrega.

2.2.4 *Planificación de la producción*

2.2.4.1 *Plan agregado de producción*

El plan agregado de producción constituye a una ruta de estrategias que adopta la empresa antes de comenzar un proceso de fabricación. En este plan se establecen cuáles son los recursos esenciales (recursos humanos o materiales) para producir los bienes que serán comercializados tanto a mayoristas o clientes finales.

Tipos de estrategias en el plan agregado de producción: Existen tres modalidades distintas: la estrategia de persecución, la de nivelación y la mixta.

Estrategia de persecución: la estrategia se ajusta a las necesidades de la demanda de los clientes, se contempla la disminución de la fuerza de trabajo o la tasa de producción si fuera necesario.

Estrategia de nivelación: implica la capacidad de trabajo y la tasa de producción se mantiene constante, ante una disminución en la demanda, se recurre a la reducción de la jornada laboral, vacaciones o similares.

Estrategia mixta: representa una combinación de las estrategias previamente mencionadas por razones de conveniencia es la más utilizada en empresas del sector industrial. (MY GESTION, 2022).

La cantidad de operario puede variar mes por mes en función de la demanda, este método permite tener productos en inventario, así como productos faltantes los cuales se producen en durante las horas extras. (Suarez, 2018)

Pasos para desarrollar el método mixto

1) Definir el horizonte el horizonte de planificación este puede ser a largo plazo, mediano plazo o corto plazo.

2) Definir los días laborables

Definir la demanda mensual obtenida a partir de un estudio de mercado o de métodos de pronóstico de la demanda.

3) Definir los parámetros necesarios para el cálculo:

- Producción promedio por operario
- Operarios actuales
- Inventario inicial
- Costo diario por jornal, costo de contratar, costo de despedir, costo de almacenar, costo por hora extra

Definidos los parámetros, a continuación, se realizan los siguientes cálculos:

4) Producción por operario (mensual) (P_{op})

La cantidad de unidades fabricadas por operario están en función de la producción promedio por operario y los días laborables por mes, de la siguiente manera:

$$U_{op} = \text{Días laborables} * \overline{P_{op}} \quad (51)$$

Donde:

P_{op} : Producción por operario.

Operarios requeridos (Op_r)

$$Op_r = \frac{D}{\text{Unidades por operario}} \quad (52)$$

Donde:

D: Demanda.

5) Operarios actuales (Op_{ac})

En este caso para el inicio de mes es igual al último mes antes de iniciar esta planificación.

6) Operarios contratados (Op_c)

La contratación de operarios se realiza cuando el número de operarios requerido es mayor al número de operarios actuales, se realiza la resta de operarios requeridos menos los actuales, de lo contrario es igual a cero. Si el número de operarios requeridos es mayor al número de operarios actuales, el número de operarios contratados es la diferencia, de lo contrario si es número de operarios requeridos es menor al número de operarios actuales, no se realiza ningún proceso de contratación.

$$Op_c = Op_{ac} - Op_r \quad (53)$$

7) Operarios despedidos (Op_d)

El despido de operarios se basa en la siguiente restricción, se despide operarios si el operario actual es mayor que los operarios requeridos mediante la siguiente fórmula, de lo contrario no se realizan despidos.

$$Op_d = Op_{ac} - Op_r \quad (54)$$

Donde:

Op_{ac} : Operarios actuales.

Op_r : Operarios requeridos.

Operarios utilizados (Op_u)

$$Op_u = Op_{actuales} + Op_{contratados} - Op_{despedidos} \quad (55)$$

Unidades producidas (U_p)

$$U_p = Op_{utilizados} * U_{por\ operario} \quad (56)$$

Unidades disponibles (U_d)

$$U_d = U_p + I_{inicial} \quad (57)$$

8) Inventario (I)

Se tiene inventario si las unidades disponibles son mayores a la demanda, siendo igual a la resta de las unidades disponibles menos la demanda, de lo contrario es igual a cero, de la siguiente manera.

$$I = U_d - D \quad (58)$$

Donde:

U_d : unidades disponibles.

D: demanda.

I: inventario.

9) Unidades en hora extra

Las unidades producidas en las horas extras se rigen a la condición de la demanda, si esta es mayor a la unidad disponible va a existir un faltante el cual se va a producir en horas extra. Si la demanda es mayor a las unidades disponibles, las unidades a fabricar en las horas extra son igual a la diferencia de la demanda menos las unidades disponibles, de lo contrario, no se requieren trabajar horas extra para cubrir la demanda.

Horas extras totales

$$H_{extras\ totales} = \frac{U\ en\ hora\ extra}{\bar{P}_h} \quad (59)$$

Donde:

P_h : producción por hora.

Horas extra por operario

$$H_{\text{extras por operario}} = \frac{\text{Horas extras totales}}{Op_{\text{utilizados}}} \quad (60)$$

10) Finalmente se calculan los costos del plan agregado de producción.

Costo de contratar (C_c): El costo de contratar incluye todos los gastos relacionados con la incorporación de nuevos empleados, como publicidad y reclutamiento, selección y entrevistas, entrenamiento y capacitación, y costos administrativos y legales asociados con la documentación y formalización del empleo.

$$C_c = N^{\circ} op \text{ contratados} * \text{Costo de contratar} \quad (61)$$

Costo de despedir (C_d): El costo de despedir abarca los gastos derivados de la reducción de la fuerza laboral, incluyendo indemnizaciones legales, contribuciones a beneficios por desempleo, costos administrativos del proceso de despido, y posibles servicios de asesoramiento y reubicación para los empleados afectados.

$$C_d = N^{\circ} op \text{ despedidos} * \text{Costo de despedir} \quad (62)$$

Costo de mano de obra (C_M): El costo de mano de obra representa los gastos asociados con el empleo regular de trabajadores, incluyendo salarios, beneficios (seguros, pensiones, vacaciones), contribuciones a la seguridad social, y costos de capacitación continua para mantener la eficiencia y productividad de la fuerza laboral.

$$C_M = N^{\circ} op \text{ utilizados} * \text{días laborales} * \text{costos/día de trabajo} \quad (63)$$

Costo de almacenar (C_a): El costo de almacenar se refiere a los gastos de mantener inventarios, que incluyen el costo del espacio de almacenamiento, seguros para proteger el inventario, pérdidas por deterioro y obsolescencia, y costos financieros del capital inmovilizado en el inventario.

$$C_a = I * Ca \quad (64)$$

Donde:

I: inventario.

Ca: costo de almacenar.

Costo de horas extras: El costo de horas extras incluye los pagos adicionales a los empleados por trabajar más allá de su jornada regular, usualmente a una tasa mayor que el salario base, y posibles

beneficios adicionales. Siendo igual al número de horas extras multiplicado por el costo por hora extra.

$$\text{Costo de horas extras} = N^{\circ} H \text{ extra} * \text{costo de la hora extra} \quad (65)$$

2.2.4.2 Plan maestro de producción

Es un elemento crítico en contexto de producción para inventarios donde la proyección de la demanda guía la planificación productiva. Desacuerdo con el MPS es comúnmente el principal impulsor de la actividad productiva, presión y viabilidad son cruciales para impactar positivamente la rentabilidad empresarial. Esta herramienta puede ser empleado en entornos de fabricación bajo pedido y en operaciones de fabricación mixta donde una empresa produce productor estándar, este tipo de escenario, la previsión de ventas y el plan maestro de producción son principalmente utilizadas para planificar el inventario requerido para la producción. (MRPeasy, 2023)

Características del Plan Maestro de Producción

- El MPS proporciona detalles específicos sobre qué productos se fabricarán, en qué cantidades y en qué fechas.
- Se enfoca en los productos terminados y no en los componentes o materias primas.
- Cubre un periodo de tiempo específico, usualmente de semanas a meses.
- Utiliza datos históricos de ventas y pronósticos de demanda para planificar la producción.
- Debe ser lo suficientemente flexible para ajustarse a cambios en la demanda o en la capacidad de producción.
- Está integrado con otros planes de la empresa, como el plan de ventas y operaciones (S&OP) y la planificación de recursos materiales (MRP).
- Optimizar el uso de recursos, reducir inventarios y mejorar la eficiencia de la producción.

Pasos para realizar un PMP

- 1) Recopilación de Datos: Demanda histórica, capacidad de producción, políticas de inventario.
- 2) Definición del Horizonte de Planificación: Establecer el periodo del MPS.
- 3) Determinación de la Demanda: Análisis de la demanda para productos finales.
- 4) Planificación de la Producción: Programación de producción y ajuste de capacidad. (Salazar et al., 2022)

2.2.4.3 Planificación de requerimientos de materiales (MRP)

Constituye una pieza clave en la logística empresarial uniendo las funciones de producción tanto en el ámbito del control como en el de la planificación de materiales. La MRP es flexible ya que se puede adoptar en industrias manufactureras, incluso en empresas de menor tamaño debido a su carácter casi universal, además proporciona un programa detallado que especifica los momentos precisos en los que se deben solicitar o producir cada uno de los elementos, este tipo de sistema se basa en la demanda surge como consecuencia de la necesidad de satisfacer la misma con artículos de nivel superior. (SAP, 2023)

Pasos para la estructuración de un MRP

- 1) Recolección de datos en base al BOM de materiales, inventario, pedidos abiertos y órdenes de producción.
- 2) Determinación de requerimientos de producción en base al PMP para definir cantidades y fechas de productos finales.
- 3) Explosión de la lista de materiales (Bom explosión) para identificar todos los componentes necesarios mediante el despiece del producto.
- 4) Cálculo de requerimientos netos considerando inventarios y lead times.
- 5) Planificar órdenes de producción y compra alineadas con los tiempos de entrega.
- 6) Crear un plan detallado especificando necesidades y fechas.
- 7) Implementación del Plan: Comunicar y coordinar con todos los departamentos relevantes.
- 8) Monitoreo y Control: Supervisar el progreso y ajustar el plan según sea necesario (SAP, 2023)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de estudio

El proyecto técnico corresponde a la optimización del proceso productivo de la empresa Inoxidables Élite mediante las técnicas de ingeniería de métodos y el control de inventarios; debido a que la institución carece de orden, control y organización en la fabricación de los productos e inventario de la materia prima. El proyecto contempla un sistema de gestión estructurada para la mejora de las diferentes áreas de la línea productiva, la optimización y control de los procesos de producción.

Con la investigación de campo se identifica una carencia organizativa en los puestos de trabajo, en conjunto con la ausencia de un sistema de control de inventarios y una planificación logística estructurada para el suministro de materiales.

Para desarrollar el proyecto se han identificado problemas en la línea de ensamblaje de frigoríficos. Entre ellas, destacan la prolongación de los ciclos de producción, lapsos de espera excesivos y desplazamientos innecesarios por parte del personal operativo.

De manera adicional, se evidenció que se requiere de tablas, matrices y un cuestionario que permitan obtener resultados precisos que entreguen lineamientos y guíen para el proceso continuo de un sistema de control de inventarios y optimización mediante métodos de tiempo.

3.2 Tipo de investigación

Se empleó un tipo de investigación aplicada, para mejorar la calidad y eficiencia de los procesos de producción, además, de aplicar metodologías que permiten obtener resultados exitosos en la mejora del proceso de fabricación sin grandes inversiones de dinero.

3.2.1 *Investigación documental*

Es necesaria para la recopilación de información mediante diferentes fuentes secundarias, tales como: libros, artículos científicos, tesis, catálogos, decretos y normativas, las que permiten obtener definiciones, técnicas y métodos para la optimización de tiempo y control de inventarios.

La investigación bibliográfica es relevante e importante para el correcto desarrollo del proyecto técnico y con ayuda de fuentes primarias se adquiere datos importantes para el análisis y estudio del tema propuesto.

3.2.2 *Investigación de campo*

La investigación de campo es una fase fundamental en el desarrollo de la presente investigación, pues permite conocer y evaluar de primera mano la realidad de la empresa y contrastar las hipótesis con la realidad, al estar en contacto directo con el personal operativo, sistema de producción, maquinaria, instalaciones, de esta manera se realizará la identificación de problemas, uso y verificación de las herramientas para la adquisición de información.

3.3 Metodología

3.3.1 *Método Deductivo*

En la elaboración del proyecto, se realizó una revisión y fundamentación bibliográfica de los principios de la ingeniería de métodos, puesto que esta es una técnica encargada de mejorar la productividad en las empresas, esto como base fundamental y metodológica, para realizar una inferencia específica, es decir; determinar soluciones particulares a problemas existentes en la empresa, para mejorar la productividad a través de la aplicación de la ingeniería de métodos.

3.3.2 *Método inductivo*

El método inductivo tiene como finalidad analizar desde las características más particulares hasta llegar a lo general, por lo que a través de un análisis en los distintos puestos de trabajo en el área de producción y almacenamiento se puede identificar las falencias y las actitudes erróneas que se llevaban durante el proceso de producción para luego poder ejecutar los respectivos cambios de mejora.

3.4 Unidad de estudio

La unidad de estudio del proyecto técnico se enfocó en la línea de productos de refrigeración de la empresa Inoxidables Élite, debido a que, a través del análisis ABC de datos históricos de demanda del año 2023, se determinó que estos equipos representan el mayor valor económico para la empresa. En particular, se identificó como objeto de interés la familia de frigoríficos

horizontales, teniendo en cuenta que la producción de la empresa es bajo pedido y OIT recomienda el estudio de tiempos de ciclos superiores a 40 min se requiere dos o tres observaciones, por lo tanto, para la fase de recolección de datos iniciales se analizaron dos equipos y posteriormente para la evaluación de mejoras se evaluaron 3 equipos.

3.5 Alcance del proyecto

El presente trabajo de titulación se centró en identificar y mejorar áreas deficientes en la fabricación de frigoríficos horizontales de 5 bandejas en la empresa Inoxidables Élite. Se propuso soluciones técnicas como la implementación de la metodología 5S y la reorganización de la planta productiva.

También se realizó un pronóstico de la demanda y se establece un control de inventario digital con un stock de seguridad establecido para garantizar un suministro eficiente de materiales al proceso productivo.

3.6 Delimitación temporal

El desarrollo del proyecto técnico abarca un tiempo de 5 meses a partir del mes de noviembre del 2023 hasta marzo del 2024.

3.7 Instrumentos y equipos

Los instrumentos para emplear en el análisis y ejecución de operaciones específicas que se emplearon para la elaboración del presente trabajo de titulación se detallan en la tabla 3-1.

Tabla 3-1: Instrumentos

Nombre	Descripción	Ilustración
Cronómetro	Proporciona las especificaciones, técnicas y atributos que incluyen aspectos como la precisión, cronometraje que ayudan a cumplir las funciones particulares.	
Teléfono Celular	La función principal radica en capturar visualmente los procesos de producción en diferentes secciones de trabajo, con el propósito de evaluar los tiempos empleados.	

Continuación Tabla 3-1

Microsoft Office	Con la asistencia de estas aplicaciones y software, ya que es un conjunto de programas creadas para la documentación, cálculos que facilita la comunicación en un informe.	
AutoCAD	Este software 2021 en versión ingles se utilizó para realizar planos, diagramas de recorrido, layout de la fábrica.	

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.8 Metodología para el desarrollo del trabajo

Fases para el desarrollo del estudio

Para la optimización del proceso productivo de la empresa Inoxidables Élite haciendo uso de ingeniería de métodos e inventarios, se detalla el procedimiento en las etapas descritas del diagrama de bloques en la ilustración 3-1 que se presenta a continuación:

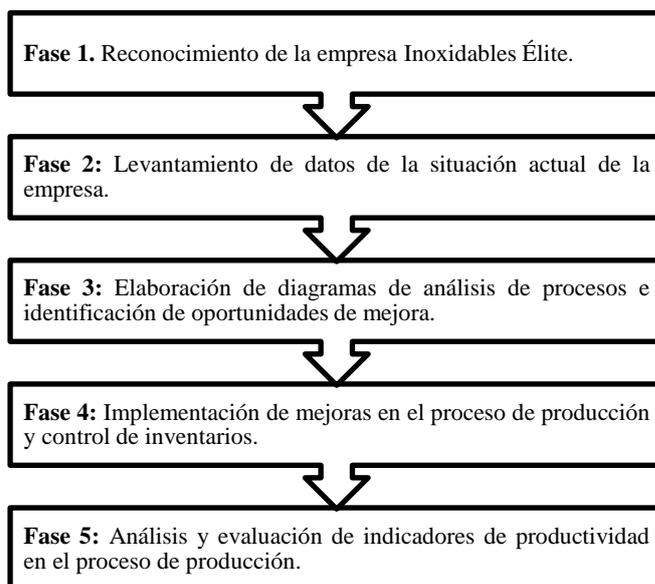


Ilustración 3-1: Metodología desarrollo del proyecto

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Plan de recolección y análisis de datos

El plan de recolección y análisis de datos describe el flujo de información desde su origen hasta su conversión en datos cuantificables y procesables para análisis. Este proceso se lleva a cabo mediante la implementación de herramientas de recolección de datos diseñadas para garantizar la

validez de los resultados obtenidos en el presente proyecto técnico. Este trabajo se enmarca en el ámbito de la ingeniería de métodos y control de inventarios. La estructura detallada del plan de recolección y análisis de datos se presenta en la tabla 3-2.

Tabla 3-2: Plan de recolección y análisis de datos.

 PLAN DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS		
Responsables: Kelly Sinche & José Panata		Fecha: 05/01/2024
Pasos	Acciones	Herramientas
Identificación de problemas	Reconocimiento de la empresa e identificación de posibles problemáticas	Investigación de campo Entrevistas
Identificar la accesibilidad de los datos	Recolectar información acerca del proceso de producción y tiempo de ciclo	Hojas de procesos Diagramas de procesos Herramientas de medición Material audio visual
	Recopilar datos históricos de las ventas para la identificación de la línea de estudio	Herramientas ofimáticas Portafolio de compras y ventas de la empresa Inoxidables Élite
Determinar el número de datos necesarios	Establecer el número de ciclos a evaluar	Criterios de la OIT
	Realizar un informe de compras y ventas referentes a la producción de frigoríficos	Histórico de ventas correspondientes a los años 2020-2021-2022-2023
Método de medición de datos	Registro de tiempo observado para el proceso de producción de frigoríficos	Formatos de análisis del proceso Cronómetro Material audio visual
Analistas	Recolectar la información	Kelly Sinche & José Panata
Fuente de datos	Ing. métodos: Área de producción Inventarios: Gerencia	Herramientas de análisis del proceso Herramientas de pronóstico y control de inventarios
Procesamiento de datos	Evaluación e interpretación de la información	Indicadores de productividad Indicadores de gráficos
Mejora del sistema	En base a los problemas encontrados, implementar soluciones eficientes	Metodología 5S Redistribución de la planta Herramientas de ingeniería de métodos Modelos de inventario probabilísticos
Evaluación de las mejoras	Posterior a la implementación de mejorar se evalúa nuevamente el proceso Estandarizar mediante criterios de la OIT y Westinghouse Establecer el modelo óptimo de inventario	Diagramas de análisis del proceso Indicadores de productividad Auditoría 5S Tablas de estudio de métodos y tiempos de la OIT Modelo de inventarios probabilísticos de tiempo de entrega variable PMP, PRM, PAP

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

3.8.1 Fase 1: Reconocimiento de la empresa

3.8.1.1 Información general de la empresa Inoxidables Élite

Inoxidables Élite es una empresa del sector primario, dedicada a la manufactura del acero inoxidable para fabricación de equipos para la industria alimenticia, sus actividades inician a partir del año 2008 con su fundador el Sr. Jorge Tenegusñay en la ciudad de Riobamba en su planta matriz ubicada en el barrio La Libertad donde se encuentran las oficinas, maquinaria y de desarrollan todos los procesos productivos.

En primer lugar, como una empresa metal mecánica se dedicó a la fabricación de cocinas industriales, pero con la adquisición de tecnología y maquinaria al pasar de los años actualmente cuenta varias líneas de producción entre las que destacan: la línea de frío compuesta por equipos frigoríficos y refrigeración, la línea caliente conformada por hornos y cocinas semi industriales e industriales, fabricación de equipos para la industria lechera y procesamiento de cárnicos.

Actualmente la empresa Inoxidables Élite está inmersa en un ambiente bastante competitivo y de constantes cambios, es por ello por lo que el control de calidad, la mejora continua y la gestión de los procesos y recurso, se plantean como factores indispensables para la supervivencia de la empresa, en la investigación de campo realizada se identificó la deficiencia de procesos estandarizados, procesos repetitivos, desperdicio de materiales.

Por este motivo la empresa requiere una mejor gestión de sus recursos y actividades con el fin de lograr resultados eficientes y eficaces haciendo uso de ingeniería de métodos y control de inventarios que permitan la optimización del proceso productivo y gestión de recursos de la cadena de valor de la empresa.

3.8.1.2 Delimitación espacial

El presente proyecto limitó el estudio para la optimización del proceso fabricación de productos a la línea fría de la empresa Inoxidables Élite, misma que está ubicada en la provincia de Chimborazo, ciudad de Riobamba.

A continuación, en la tabla 3-3 y tabla 3-4 se muestra a detalle la macro y micro localización de la empresa tomada para el desarrollo del presente proyecto.

Tabla 3-3: Macro localización de la empresa Inoxidables Élite

	Provincia:	Chimborazo
	Cantón:	Riobamba
	Límites de Riobamba	
	Norte:	Cantones Guano y Penipe
	Sur:	Cantones Coita y Guamote
	Este:	Cantón Chambo
	Oeste:	Provincia de Bolívar

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Tabla 3-4: Micro localización de la empresa Inoxidables Élite

	Ciudad:	Riobamba
	Barrio:	La Libertad
	Nombre de la empresa	Inoxidables Elite
	Dirección:	Av. Juan Félix Proaño e Islandia. Barrio: La Libertad-Vía a San Luis
	Coordenadas	1°40'23" S, 78°38'54"

Fuente: (Google Maps, 2024)

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

La ilustración 3-2 muestra la fachada externa de la matriz principal de la empresa Inoxidables Elite, lugar donde se ejecutó el presente proyecto técnico.



Ilustración 3-2: Fachada de la empresa Inoxidables Elite.

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.8.1.3 Ficha de la empresa

Tabla 3-5: Ficha de la empresa Inoxidables Élite

Razón Social		INOXIDABLES ÉLITE
Estructura Legal	Personal Natural con RUC	
Ámbito Económico	Industria Metal Mecánica	
Recursos	Propios	
Instalaciones	País	Ecuador
	Provincia	Chimborazo
	Cantón	Riobamba
	Dirección	Av. Juan Félix Proaño e Islandia. Barrio: La Libertad-Vía a San Luis
RUC	0603484783001	
Correo Electrónico	jorgeteneguñay@gmail.com	
Teléfonos	098 489 1774	

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.8.1.4 Organigrama estructural de la empresa

La empresa Inoxidables Élite cuenta con una organización estructural adecuada, ilustración 3-3, teniendo como principal representante al Sr. Jorge Teneguñay como gerente general y 4 áreas de producción definidas con un número adecuado de operarios. El presente trabajo se desarrolló en el área de equipos frigoríficos.

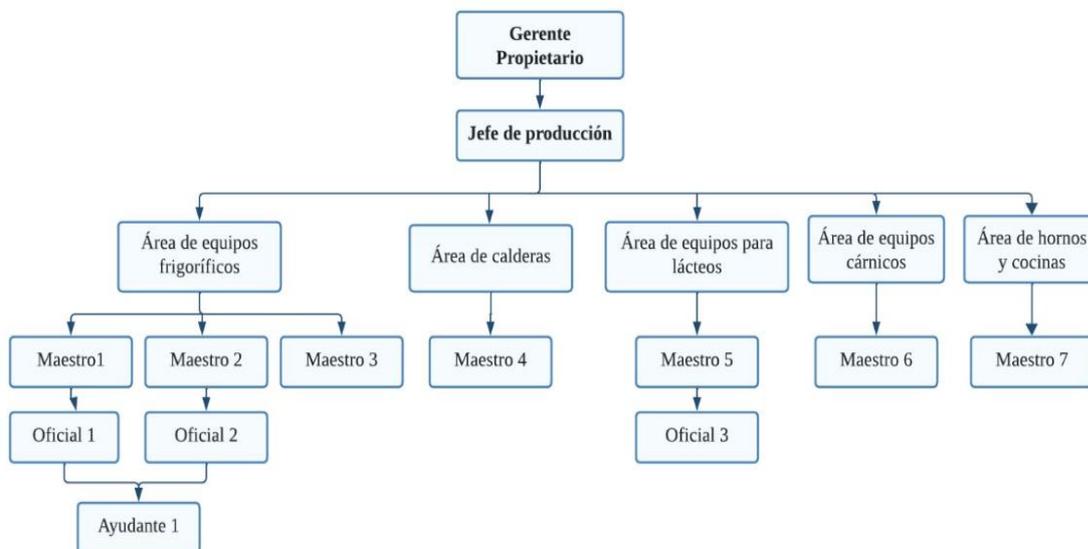


Ilustración 3-3: Organigrama de le empresa Inoxidables Élite

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.8.1.5 Productos ofertados

Los productos ofertados resultantes de los procesos productivos están enfocados a maquinaria para el procesamiento y preservación de alimentos del sector agroindustrial, restaurantes, hospitales entre otros. Entre las líneas de productos representativos se tiene:

- Línea de frío.
- Línea de panadería.
- Procesamiento de carnes.
- Equipos de lechería.
- Tanques y bidones.
- Procesamiento de alimentos.
- Línea caliente.

En la tabla 3-6 se muestra a detalle cada uno de los productos representativos por cada línea de producción de la empresa Inoxidables Elite.

Tabla 3-6: Productos ofertados por Inoxidables Élite

Tipo	Producto	Ilustración
Línea Frío	Frigoríficos de 1 hasta 3 puertas.	
	Congelador mixto de 3 y 4 bandejas.	
	Góndola horizontal G150 y G200.	
	Góndola vertical para frutas y legumbres.	
	Congelador panorámico de 4 y 5 puertas.	
	Congelador cárnico de 4 hasta 6 bandejas.	
	Congelador de helados 12 bandejas.	
	Mesa fría – congelante.	
	Galleteras.	
	Cuartos fríos.	
Línea Panadería	Amasadora de 15 libras.	
	Amasadora de 25 libras.	
	Amasadora de 50 libras.	
	Batidora de 20 litros.	
Procesamiento de carnes	Degollador de pollos de 6 hasta 10 conos.	
	Cortadora de hueso con mesa fija.	
	Molino de carne 2 HP	
	Bandeja para cárnicos.	

Continuación Tabla 3-6

Equipos de lechería	Yogurtera de 150 L.	 
	Yogurtera y Fermentador de 150 L.	
	Lira de corte.	
	Agitador de leche.	
	Descremadora de leche.	
	Empacadora al vacío.	
	Bomba sanitaria para leche.	
	Moldes redondos de 3 y 4 in.	
	Mesa de trabajo 110x50x90 cm	
	Prensa de tornillo para quesos de 120 o 600 L.	
	Olla presurizada de 200, 300, y 600 L.	
Tanques y bidones	Bidones de 250 y 300 L sin salida.	
	Bidones de 250 L con salida y tapón.	
	Bidones de 250 L con salida y válvula.	
	Bidones de 300 L con salida y tapón.	
	Bidones de 300 L con salida y válvula.	
	Tanque doble de 1000 L.	
	Tanque elíptico de 500 L.	
Procesamiento de alimentos	Licuada industrial de 6, 10, 16 y 25 L.	
	Picador industrial de papas risadas.	
	Picador de papas semiautomático y doméstico.	
	Rebanador de chifles.	
Línea caliente	Quemador industrial de 3 y 4 llaves.	
	Cocinas industriales.	
	Caldera vertical de 5 a 20 HP.	
	Caldera horizontal de 5 a 20 HP.	

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.8.1.6 Layout de la empresa Inoxidables Élite

La distribución de la planta de producción se muestra en la ilustración 3-4, donde en un entorno de dos plantas se observa la distribución de áreas de trabajo, así como de la maquinaria dispuesta para la fabricación de los productos detallados.

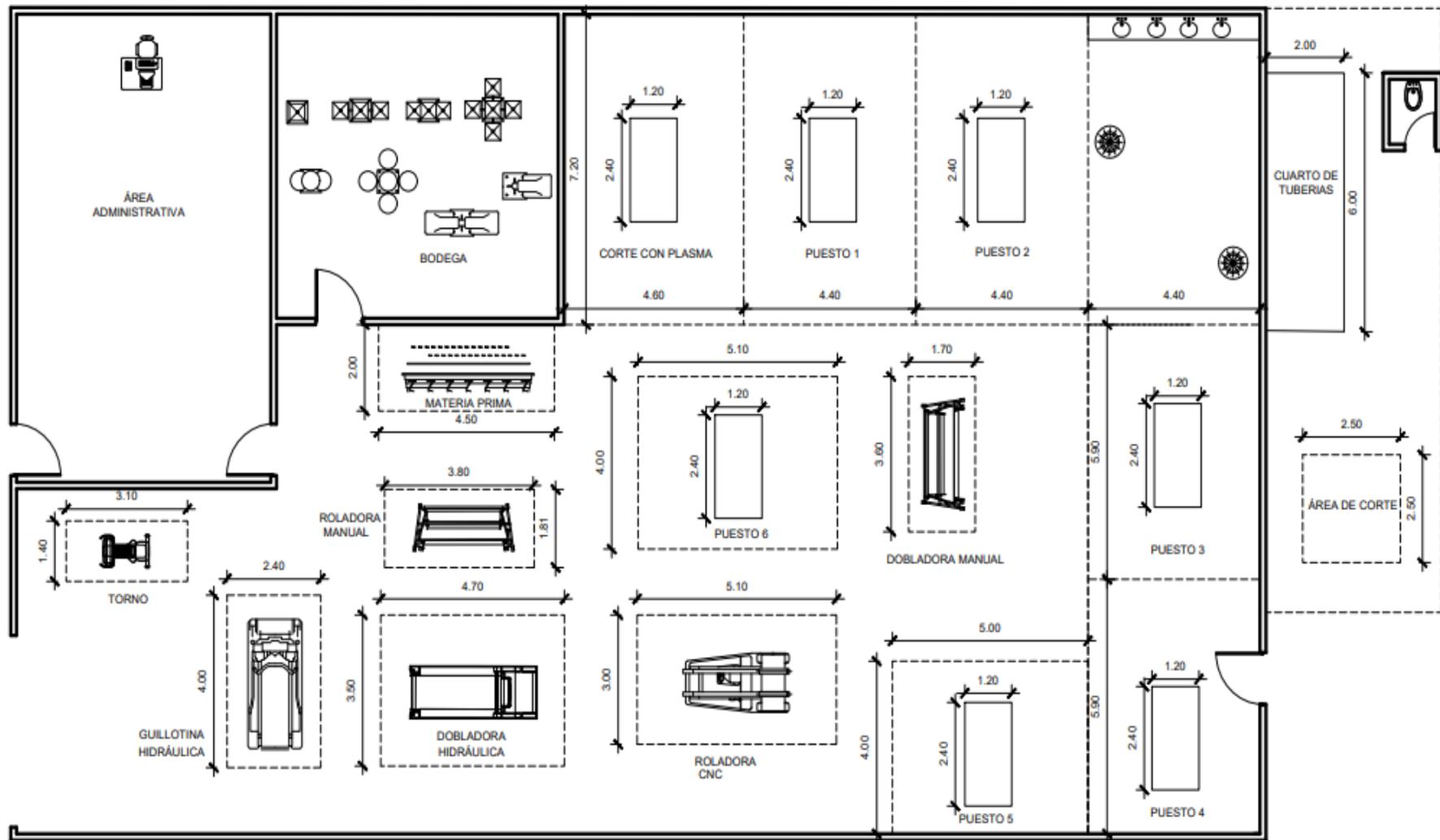


Ilustración 3-4: Layout de le empresa Inoxidables Élite
 Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

La tabla 3-7 muestra las áreas de la empresa de acuerdo a la planta de trabajo.

Tabla 3-7: Áreas de trabajo de Inoxidables Élite

Planta	Área	No	Descripción
Baja	Área de carga y descarga de materia prima y productos terminados	1	
	Almacén de materia prima	2	
	Área de corte	3	
	Área de doblado	4	
	Área de rectificado	5	
	Área de corte mediante plasma	6	
	Área de taladro	7	

Continuación Tabla 3-7

	Área de pintura	8	
Alta	Gerencia	9	
	Almacén de materia prima	10	

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Planta baja

- En el área de carga y descarga, se realiza el proceso de descarga de materia prima y materiales, así como el despacho de productos terminados. La responsabilidad de gestionar estos procesos recae en el Ingeniero Samuel, quien garantiza un control efectivo de la entrada y salida de mercancías.
- La bodega en la planta baja almacena planchas de acero inoxidable de distintos espesores, planchas de acrílico y productos terminados. La organización metódica de estos materiales es esencial para garantizar un flujo de trabajo eficiente.
- En el área de corte, se cuenta con una máquina guillotina CNC especializada en realizar cortes precisos en planchas metálicas de diversos espesores. Esta tecnología contribuye a la precisión y calidad en la fabricación de los productos.
- El área de doblado, equipada con una máquina plegadora CNC, se dedica a realizar los distintos dobleces requeridos en planchas metálicas. La maquinaria avanzada permite una conformación precisa de las piezas, cumpliendo con los estándares de calidad.
- El área de torneado y rectificado cuenta con un torno paralelo utilizado para la fabricación de piezas y componentes esenciales para los equipos. El proceso de torneado y rectificado asegura la precisión y funcionalidad de estas partes.
- En el área de corte mediante plasma, se lleva a cabo el corte de distintos espesores mediante tecnología de plasma, principalmente utilizado en la elaboración de componentes específicos para los productos.

- El área de taladrado, con dos taladros de banco verticales, se enfoca en la perforación y avellanado de piezas, siendo esencial en la fabricación de moldes para quesos y otros elementos.
- El área de pintura está destinada a la aplicación de capas de pintura en placas o tuberías de hierro al carbono, garantizando un acabado estético y protector en los productos.

Planta alta

- En el almacén de materiales de la segunda bodega se resguardan los materiales y accesorios complementarios necesarios para la elaboración de las máquinas. Además, aquí se almacenan y distribuyen los equipos de protección personal proporcionados periódicamente a los trabajadores.
- En el área de gerencia el Sr. Jorge Tenenguzñay en calidad de Gerente Propietario lleva a cabo las funciones administrativas y de gestión de la empresa. Desde la atención al cliente hasta la recepción de pedidos y el diseño de equipos, la Gerencia coordina las actividades clave que aseguran el funcionamiento eficaz de la empresa.

3.8.1.7 Puestos de trabajo

Dentro de la empresa Inoxidables Élite se cuenta con los siguientes puestos de trabajo:

Puesto de trabajo 1 (Gerente): Lidera la gestión administrativa y el abastecimiento de recursos para la empresa. Su función principal es asegurar el funcionamiento eficiente de los procesos internos y externos de la planta.

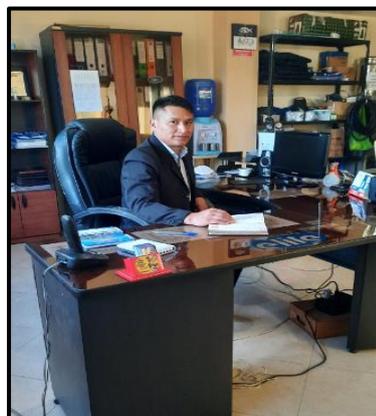


Ilustración 3-5: Puesto de trabajo gerente
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Puesto de trabajo 2 (Jefe de personal): Encargado del control y supervisión de los sistemas de producción de la planta, coordina la recepción de materia prima y el suministro de materiales al sistema productivo. Su enfoque se centra en mantener la eficiencia operativa.



Ilustración 3-6: Puesto de trabajo jefe de personal.
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Puesto de Trabajo 3 (Equipos de refrigeración y panadería): Este puesto de trabajo se dedica a la fabricación de equipos de refrigeración, congeladores y equipos para panadería el cual involucra 2 operarios quienes ejecutan la manufactura de piezas mediante el trazado, cortado, doblado haciendo uso de tecnología CN, para su posterior ensamble e instalación de componentes y sistemas de iluminación y refrigeración.



Ilustración 3-7: Puesto de trabajo equipos de refrigeración.
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Puesto de Trabajo 4 (Calderas y maquinaria para procesamiento de alimentos): Este puesto se especializa en la fabricación de maquinaria para la industria agroindustrial. Se enfoca en la producción de equipos como calderas generadoras de vapor, despulpadoras de fruta y máquinas para la fabricación de queso parmesano. Esta área se encuentra un solo operario y hace uso principalmente de la máquina roladora hidráulica para la conformación de la estructura, posteriormente el proceso de adecuación de las piezas se realiza de manera manual y su ensamble de componentes es a base de soldadura Tig y finaliza con la instalación del sistema de control automático.



Ilustración 3-8: Puesto de trabajo calderas.
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Puesto de Trabajo 5 (Frigoríficos mixtos y verticales): Este puesto de trabajo se dedica a la fabricación de frigoríficos mixtos, asegurando altos estándares de calidad en la producción de estos equipos especializados, la diferencia con los equipos horizontales es principalmente la división del frigorífico en dos cámaras la primera tiene la función de congelar y la segunda refrigerar los alimentos.



Ilustración 3-9: Puesto de trabajo frigoríficos mixtos.
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Puesto de Trabajo 6 (Frigoríficos mixtos y verticales): Este puesto complementa la fabricación de equipos frigoríficos verticales, esta área hace uso de la máquina cortadora hidráulica, plegadora hidráulica y manual para la manufactura de la mayoría de sus componentes, la diferencia con los anteriores, esta área fabrica equipos de mayor volumen, cuyas características varían en función la longitud y el número de puertas y bandejas que requiera el cliente.



Ilustración 3-10: Puesto de trabajo frigoríficos verticales.
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Puesto de Trabajo 7 (Marmitas y tanques lecheros): Este puesto se especializa en la fabricación y reparación de marmitas y tanques lecheros de diversas dimensiones, al trabajar con equipos de características cilíndricas hace mayor uso de las máquinas roladoras manual e hidráulica en función del tamaño del producto a trabajar, contribuyendo a la versatilidad de la empresa.



Ilustración 3-11: Puesto de trabajo marmitas y tanques lecheros.
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Puesto de Trabajo 8 (Peladoras de pollo y fileteadoras de carne): Este puesto se enfoca en la fabricación y mantenimiento de máquinas fileteadoras de carne, esta área trabaja un solo operario y este hace uso de la mayoría de la maquinaria de la planta debido a las características de los equipos a fabricar.



Ilustración 3-12: Puesto de trabajo peladoras de pollo.
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Puesto de Trabajo 9 (Hornos y cocinas industriales): Este puesto se dedica a la fabricación de hornos y cocinas industriales, calentadores de comida, mesones en acero inoxidable, y otros elementos esenciales para la industria.



Ilustración 3-13: Puesto de trabajo hornos y cocinas.
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Puesto de Trabajo 10 (Oficiales): En este puesto, los trabajadores ayudantes se centran en la fabricación de elementos de menor tamaño, como moldes para quesos, degolladores de pollos y mesas. Además, brindan asistencia en equipos de mayor complejidad, contribuyendo a la versatilidad del equipo.



Ilustración 3-14: Puesto de trabajo oficiales.
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Puesto de Trabajo 11 (Ayudante): Este puesto se encarga de tareas básicas como corte de piezas, doblaje y pulido. Además, tiene la responsabilidad de transportar materiales hacia los puestos de trabajo y asistir en actividades que le asignen sus superiores, asegurando un flujo eficiente en la producción.



Ilustración 3-15: Puesto de trabajo ayudante.
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.8.1.8 Clasificación de la maquinaria por áreas

De acuerdo con los puestos de trabajo descritos en la tabla 3-8 se presenta la maquinaria y la distribución en la planta de producción.

Tabla 3-8: Clasificación de maquinaria por área.

N°	Áreas	Cantidad	Maquinaria
1	Área de corte	1	Guillotina hidráulica CNC
2	Área de doblado	1	Dobladora hidráulica CNC
3	Área de corte con plasma	1	Cortadora de plasma
4	Área de rectificación	1	Torno
5	Área de rolado	1	Roladora manual
		1	Roladora CNC 3 ejes
7	Área de doblado manual	1	Dobladora manual
9	Área de troquelado	1	Matriz de troquelado manual
10	Área de taladro	3	Taladros de banco
11	Puesto de trabajo	6	Soldadoras TIC
		7	Soldadoras MIG
		1	Soldadora Autógena
		6	Amoladoras
		3	Pulidoras
		7	Taladros
		5	Remachadoras
		1	Montacargas manual

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.8.1.9 Clasificación de los productos por familia que oferta Inoxidables Élite

La clasificación de los productos se realizó mediante la agrupación de productos en función de la familia y se designa la nomenclatura que permita la identificación de los equipos de acuerdo a sus características. La clasificación de productos y agrupación por familias se realizó a través de la organización de equipos y máquinas que compartan características similares, siendo así que una vez distribuidos en cada grupo o familia se nombró a cada equipo con la nomenclatura especial que indica el tipo de equipo y su característica principal mediante iniciales, como se puede observar en la tabla 3-9 descrita a continuación.

Tabla 3-9: Clasificación de productos por familias.

Línea	Código	Producto
Frio	F4P	Frigoríficos de 4 puertas
	F3P	Frigoríficos de 3 puertas
	F2P	Frigoríficos de 2 puertas
	F1P	Frigoríficos de 1 puerta
	CMX4B	Congelador mixto 4 bandejas
	CMX3B	Congelador mixto 3 bandejas
	GH-G150	Góndola Horizontal G150

Continuación Tabla 3-9

	GH-G200	Góndola Horizontal G 200
	GV-FL	Góndola vertical para frutas y legumbres
	CP5P	Congelador panorámico de 5 puertas
	CP4P	Congelador panorámico de 4 puertas
	CCR6B	Congelador cárnico 6 bandejas
	CCR5B	Congelador cárnico 5 bandejas
	CCR4B	Congelador cárnico 4 bandejas
	CH12B	Congelador de helados 12 Bandejas
	MFR-C	Mesa fría - congelante
	GTERA	Galleteras
	CFRIO	Cuarto frío
Panadería	AMZ-15L	Amasadora 15 Libras
	AMZ-25L	Amasadora 25 Libras
	AMZ-50L	Amasadora 50 Libras
	BT-20L	Batidora de 20 litros
Procesadora de carnes	DGP-6C	Degollador de pollos 6 conos
	DGP-8C	Degollador de pollos 8 conos
	DGP-10C	Degollador de pollos 10 conos
	CHMF	Cortadora de hueso mesa fija
	MC-2HP	Molino de carne 2 Hp
	BNDJC	Bandeja para cárnicos
Lechería	YG-150L	Yogurtera 150 L
	FR-150L	Fermentador 150 Lt
	LCR	Lira de corte
	AG-LH	Agitador de leche
	DCR-LH	Descremadora de leche
	EMPAC-V	Empacadora al vacío
	SALM-500L	Salmuera Cap 500 Ltr
	BST-LH	Bomba sanitaria para leche
	MRD-3IN	Moldes redondos 3 in
	MRD-4IN	Moldes redondos 4 in
	MR-110X50X90	Mesa de trabajo 110x50x90
	MRT-100L	Marmita Cap 100 L
	PRTQ-600L	Prensa de tornillo para quesos Cp 120 quesos o 600 L
	OP-200L	Olla pasteurizadora 200 L
	OP-300L	Olla pasteurizadora 300 L
	OP-600L	Olla pasteurizadora 600 L
	MEFC	Marmitas esféricas cilíndricas
Tanques y bidones	BDSS-250L	Bidones 250L sin salida
	BDSS-300L	Bidones 300 L sin salida
	BDCST-250L	Bidones 250L con salida y tapón
	BDCSV-250L	Bidones 250L con salida y válvula
	BDCST-300L	Bidones 300 L con salida y tapón

Continuación Tabla 3-9

	BDCSV-300L	Bidones 300 L con salida y válvula
	TDBL-1000L	Tanque doble 1000 L
	TDBLE-500L	Tanque elíptico 500 L
Procesador alimentos	LCI-6L	Licuadora industrial 6L
	LCI-10L	Licuadora industrial 10L
	LCI-16L	Licuadora industrial 16L
	LCI-25L	Licuadora industrial 25L
	PM	Picador manual
	PIPR	Picador Industrial de papas risadas
	PPSA	Picador de papas semiautomático
	PPD	Picador de papas doméstico
	RDCH	Rebanador de chifles
Cocina	QI-3LL	Quemador industrial 3 llaves
	QI-4LL	Quemador industrial 4 llaves
	CIDS	Cocinas Industriales
	CLDV 5-20HP	Caldera vertical 5-20 Hp
	CLDH 5-20HP	Caldera Horizontal 5-20 Hp
	CH	Calderas horizontales

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.8.2 Fase 2. Levantamiento de datos de la situación actual de la empresa

3.8.2.1 Diagrama de Pareto

El presente diagrama lo utilizamos para la toma de decisiones en cuanto al estudio y optimización de la principal línea de productos de la empresa Inoxidables Élite para ello se realizó un análisis de Pareto en función de las ventas correspondientes al año 2023.

Tabla 3-10: Ventas correspondientes al año 2023.

Productos	Ventas (Miles de dólares)	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
Línea fría	191,24	50%	50%
Línea de equipos de lechería	57,11	15%	65%
Tanques y bidones	53,42	14%	79%
Línea de cárnicos	31,10	8%	87%
Línea de panadería	17,98	5%	92%
Procesadoras de alimentos	17,63	5%	96%
Línea caliente	14,88	4%	100%
Total	383,00		

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

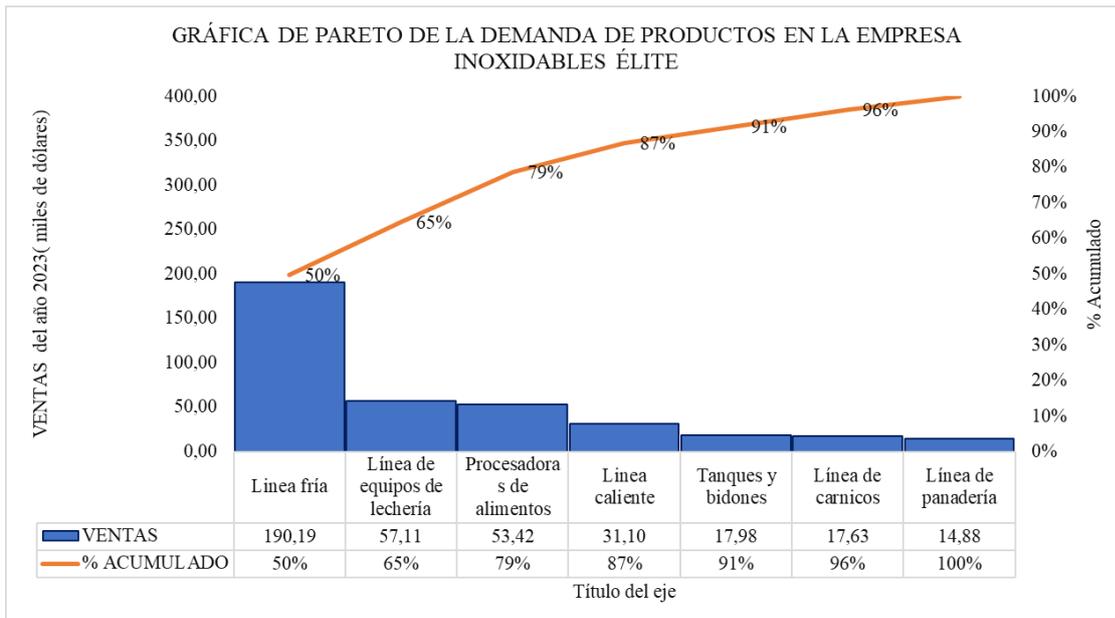


Ilustración 3-16: Gráfica de Pareto Demanda.

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

En función del diagrama de Pareto, de la demanda de productos de la empresa Inoxidables Élite correspondientes al año 2023 se identifica que el 50% de productos corresponden a la línea fría por lo tanto se debe realizar un análisis entorno a la misma.

3.8.2.2 Análisis ABC para la selección del producto de estudio

El análisis ABC al ser una herramienta de gestión de inventarios permite categorizar los productos en función de su importancia relativa, de tal manera que se priorice la atención y recursos en aquellos de alta prioridad o de tipo A en este caso en función del valor económico, B producto de prioridad media y C para los equipos de menor valor de la familia de equipos.

Con la aplicación del análisis se identificó el producto de mayor demanda dentro de la línea fría de la empresa Inoxidables Élite, para ello se realizó la recopilación de unidades vendidas y el costo unitario correspondientes a las ventas del año 2023.

En la tabla 3-11, en base a los criterios de ponderación del análisis de Pareto 80-20, se realiza la ponderación para los elementos de categoría A corresponden al 79% de las ventas de la línea de frío, la categoría B corresponden al 14% y consecuentemente el 8% restante corresponde a la categoría C.

Tabla 3-11: Análisis ABC año 2023 de la demanda de productos de la línea fría.

ANÁLISIS ABC CORRESPONDIENTE A LOS PRODUCTOS DE MAYOR DEMANDA EN LA LÍNEA FRÍA								
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	DEMANDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	% RELATIVO	% ACUMULADO	ABC	% ABC
FC5B	Frigorífico cárnico de 5 bandejas	18	\$ 1.650	\$ 29.700	15,59%	16%	A	79,30%
FC6B	Frigorífico cárnico de 6 bandejas	14	\$ 1.740	\$ 24.360	12,79%	28%	A	
CP4P	Frigorífico panorámico de 4 bandejas	5	\$ 3.900	\$ 19.500	10,24%	39%	A	
FV4P	Frigorífico vertical de 4 puertas	9	\$ 1.550	\$ 13.950	7,32%	46%	A	
CP5P	Congelador panorámico de 5 bandejas	7	\$ 1.850	\$ 12.950	6,80%	53%	A	
FV2P	Frigoríficos de 2 puertas	2	\$ 6.000	\$ 12.000	6,30%	59%	A	
CFRIO	Cuarto frío	4	\$ 2.600	\$ 10.400	5,46%	64%	A	
GV-FL	Góndola vertical para frutas y legumbres	6	\$ 1.650	\$ 9.900	5,20%	70%	A	
FV3P	Frigorífico vertical de 3 puertas	3	\$ 3.300	\$ 9.900	5,20%	75%	A	
CMX3B	Congelador mixto 3 bandejas	8	\$ 1.050	\$ 8.400	4,41%	79%	A	
GH-G150	Góndola Horizontal G150	4	\$ 2.100	\$ 8.400	4,41%	84%	B	14,22%
CMX4B	Congelador mixto 4 bandejas	6	\$ 1.140	\$ 6.840	3,59%	87%	B	
CH12B	Congelador de helados 12 Bandejas	4	\$ 1.650	\$ 6.600	3,46%	91%	B	
FV1P	Frigoríficos de 1 puerta	5	\$ 1.050	\$ 5.250	2,76%	94%	B	
MFR-C	Mesa fría - congelante	2	\$ 2.550	\$ 5.100	2,68%	96%	C	6,48%
GH-G200	Góndola Horizontal G 200	3	\$ 1.450	\$ 4.350	2,28%	98%	C	
GTER	Galleteras	2	\$ 1.450	\$ 2.900	1,52%	100%	C	
TOTAL		109	102	\$ 36.680	\$ 190.500			

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Tabla 3-12: Tabla resumen del análisis ABC.

TABLA RESUMEN ABC					
CLASIFICACIÓN ABC	# ARTICULOS	% ARTICULOS	% ACUMULADO	% VENTAS	% VENTAS ACUMULADO
A	10	59%	59%	79,30%	79,30%
B	4	24%	82%	14,22%	93,52%
C	3	18%	100%	6,48%	100,00%
TOTAL	17	100%			

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Según la tabla 3-12, resumen del análisis ABC de inventario se puede apreciar que, el 59 % de los artículos tipo A de la empresa representa el 78,51% del inventario de equipos vendidos por la empresa Inoxidables Élite. El 24% corresponde tipo B y a su vez el 13,93% de las ventas y el

18% de los artículos de tipo C corresponde al 7,55 % de las ventas del año 2023, como se muestra en la ilustración 3-17.

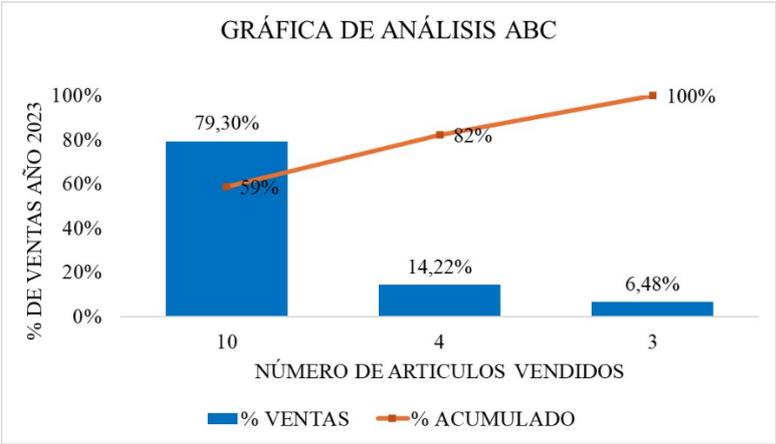


Ilustración 3-17: Clasificación ABC.
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

En base al análisis de ABC y la ilustración 3-18 se determina que el 78,51% de las ventas corresponden productos de tipo A correspondiente a la familia de frigoríficos cárnicos de cuatro y cinco bandejas por lo tanto este el presente proyecto técnico se enfoca en la optimización del proceso productivo de la fabricación de frigoríficos de 5 bandejas.

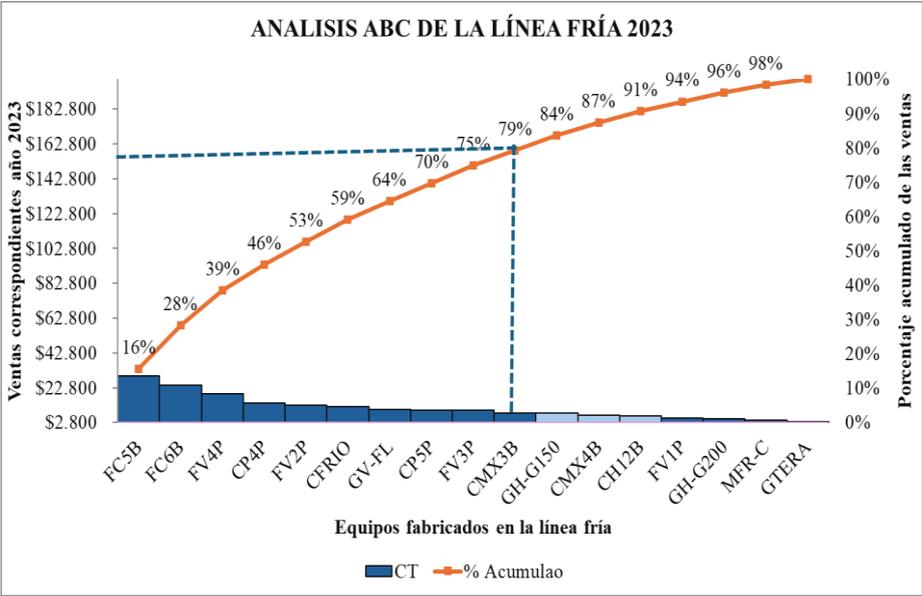


Ilustración 3-18: ABC correspondiente a la línea fría.
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.8.2.3 Proyección de la demanda

La recolección de información de ventas de frigoríficos fue a través de facturas manejadas por la empresa, se agruparon mensualmente desde el año 2020 hasta el año 2023 la información se presenta en la tabla 3-13.

Tabla 3-13: Registro de ventas de equipos frigoríficos Inoxidables Élite 2020-2023

Año	Mes	Periodo	Ventas Frigoríficos
2020	Enero	1	3
	Febrero	2	2
	Marzo	3	2
	Abril	4	3
	Mayo	5	3
	Junio	6	2
	Julio	7	3
	Agosto	8	3
	Septiembre	9	3
	Octubre	10	3
	Noviembre	11	1
	Diciembre	12	3
2021	Enero	13	2
	Febrero	14	4
	Marzo	15	3
	Abril	16	2
	Mayo	17	4
	Junio	18	3
	Julio	19	6
	Agosto	20	4
	Septiembre	21	3
	Octubre	22	7
	Noviembre	23	3
	Diciembre	24	3
2022	Enero	25	2
	Febrero	26	2
	Marzo	27	3
	Abril	28	4
	Mayo	29	6
	Junio	30	3
	Julio	31	3
	Agosto	32	2
	Septiembre	33	3
	Octubre	34	3
	Noviembre	35	4
	Diciembre	36	2
	Enero	37	4
	Febrero	38	3
	Marzo	39	4
	Abril	40	3

Continuación Tabla 3-13

2023	Mayo	41	3
	Junio	42	6
	Julio	43	4
	Agosto	44	6
	Septiembre	45	5
	Octubre	46	4
	Noviembre	47	5
	Diciembre	48	2

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

De acuerdo con los datos proporcionados la proyección de la demanda se la realizó por los métodos: Winter y Descomposición.

Pronóstico de la demanda

El pronóstico de la demanda para la fabricación de frigoríficos en la empresa Inoxidables Élite para el año 2024 se realizó mediante los métodos de pronósticos de series de tiempo mediante los métodos de Winter multiplicativo y el método de descomposición aditivo, realizado en Excel y comprobado mediante Minitab.

Método de Winters multiplicativo

El método de Winters para el pronóstico multiplicativo de la demanda con las constantes de suavización de nivel, tendencia y estacionalidad de 0,2 reflejan las medidas de exactitud de MAPE de 31,35%, MAD de 1 unidad y un MSD de los datos de 1,46 como se observa a continuación en la ilustración 3-19 y en la tabla 3-14.

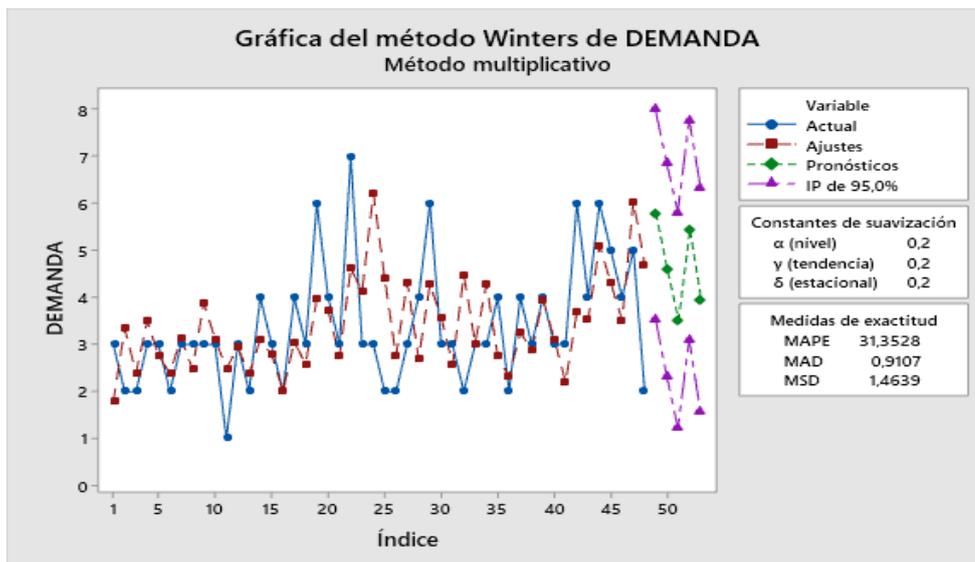


Ilustración 3-19: Gráfica del pronóstico de la demanda mediante el método de Winter.
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Tabla 3-14: Pronóstico de la demanda equipos frigoríficos para el 2024 - Método de Winter

Año 2024	Período	Pronóstico	Inferior	Superior
En	49,00	3,94	1,49	6,39
Feb	50,00	3,88	1,39	6,37
Mar	51,00	4,25	1,71	6,78
Abr	52,00	4,19	1,61	6,77
May	53,00	5,55	2,92	8,18
Jun	54,00	4,97	2,29	7,66
Jul	55,00	5,54	2,80	8,29
Agos	56,00	5,25	2,44	8,05
Sept	57,00	4,98	2,11	7,85
Oct	58,00	5,94	3,00	8,88
Nov	59,00	4,72	1,71	7,72
Dic	60,00	3,61	0,53	6,69

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

La tabla 3-14 determina un pronóstico de la demanda promedio mensual de 5 frigoríficos y un límite inferior de 2 y un máximo de 7 frigoríficos para el año 2024.

Método de descomposición aditivo

Mediante la aplicación del método de descomposición, se generaron los pronósticos de ventas mensuales para el año 2024, abarcando el periodo de enero a diciembre, con valores estimados entre 3 y 6 unidades por mes. Este método proporciona un MAPE de 28.82 %, un MAD de 0.81 unidades y un MSD de 1.19, mostrado en la ilustración 3-20 y la tabla 3-15.

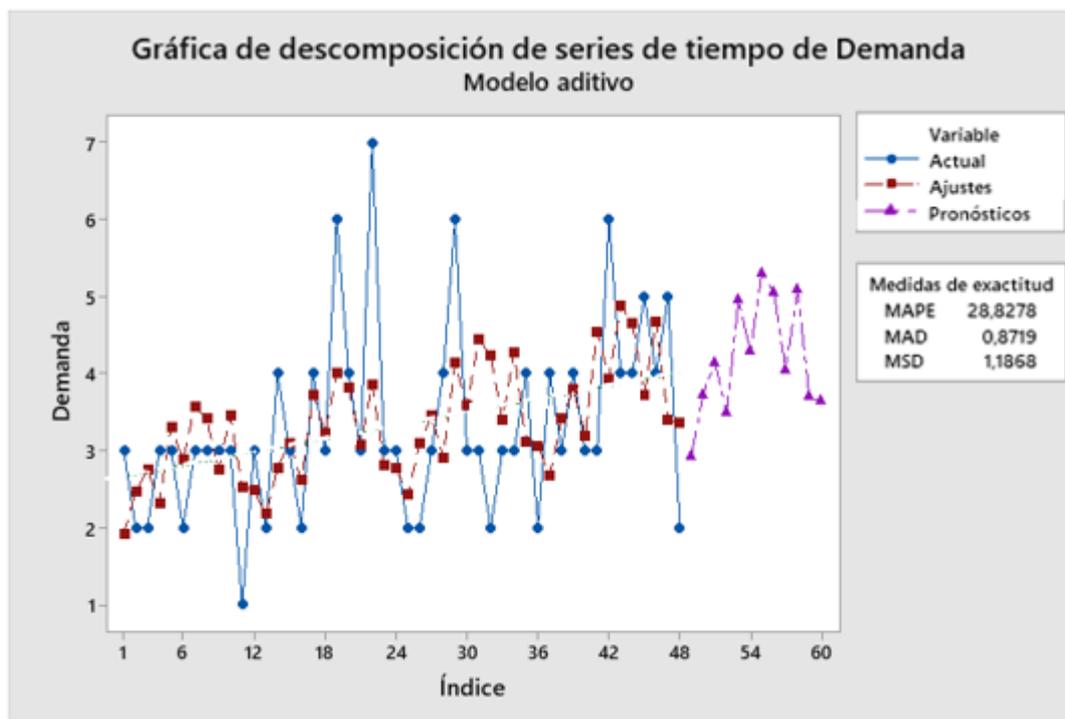


Ilustración 3-20: Gráfica del pronóstico de la demanda mediante el método descomposición.

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Tabla 3-15: Pronóstico demanda frigoríficos año 2024 - Método descomposición aditivo

Pronósticos 2024			
Mes	Periodo	Minitab	Excel
En	49	3	3
Feb	50	4	4
Mar	51	4	4
Abr	52	4	4
May	53	5	6
Jun	54	4	4
Jul	55	5	6
Agos	56	5	4
Sept	57	4	4
Oct	58	5	6
Nov	59	4	4
Dic	60	4	4

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Tras un análisis comparativo, tabla 3-16, se determinó que el método de descomposición se ajusta de manera más precisa a la demanda real, reflejando un Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) del 28,82% al presentar un menor porcentaje de error en contraste con el método de Winters, que presentó un error de pronóstico del 31,35%, cabe recalcar que la variabilidad de 1,46 y 1,18 sé que el método de producción de la empresa se realiza mediante pedido.

Tabla 3-16: Comparación de estadísticas en la medición de errores del pronóstico.

Método	Método de Winter	Método de descomposición
MAPE	31,35	28,82
MAD	0,91	0,87
MSD	1,46	1,18

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Se evidencia un Error Absoluto Medio (MAD) cercano a 1 unidad entre el pronóstico obtenido y la demanda real de ventas de frigoríficos. Esto sugiere una alta similitud entre los pronósticos y los datos reales. Con base en la proyección de la demanda de frigoríficos para el año 2024 se realiza el estudio de métodos y tiempos para la estandarización y optimización del proceso como se desarrolla a continuación. Por lo tanto, el pronóstico de la demanda que utilizara el presente trabajo es el método de descomposición aditiva el cual refleja un promedio de demanda de 4 unidades, con error absoluto de 0,87 unidades y una desviación cuadrática media de 1,18 dando como resultado una demanda de 53 frigoríficos para el año 2024.

Con este criterio se deduce para 2024 se prevé la producción de frigoríficos por lo tanto se requiere de la optimización del método de producción y de la planificación de la producción a través de un control de inventarios.

3.8.3 Fase 3: Estudio de tiempos e identificación de oportunidades de mejora

El estudio de tiempos comprende un análisis del proceso de producción actual mediante registro de actividades y el tiempo empleado en la fabricación de frigoríficos con el objetivo de identificar falencias u oportunidades de mejora y desarrollar un método que optimice la productividad del proceso de fabricación de frigoríficos en la empresa Inoxidables Élite. Este proceso se compone de 3 etapas: preparación, ejecución e identificación de oportunidades de mejora.

3.8.3.1 Preparación

La fase de preparación parte con el levantamiento de información acerca del proceso de producción, donde se describe cada actividad en orden cronológico mediante un diagrama de bloques del proceso de producción.

Para ello se conoce que la fabricación de un frigorífico es un proceso complejo que requiere de conocimientos técnicos y destreza para ejecutar una serie de procesos, ilustración 3-21, el cual inicia con la recepción de la materia prima, emisión de la orden de trabajo, trazado, corte y doblado de componentes en acero inoxidable, posteriormente se realiza el ensamble e instalación del sistema de iluminación y vidrio, para finalmente instalar el sistema de refrigeración pasar la prueba de calidad, embalaje y almacenamiento, como se describe el diagrama de flujo del proceso.

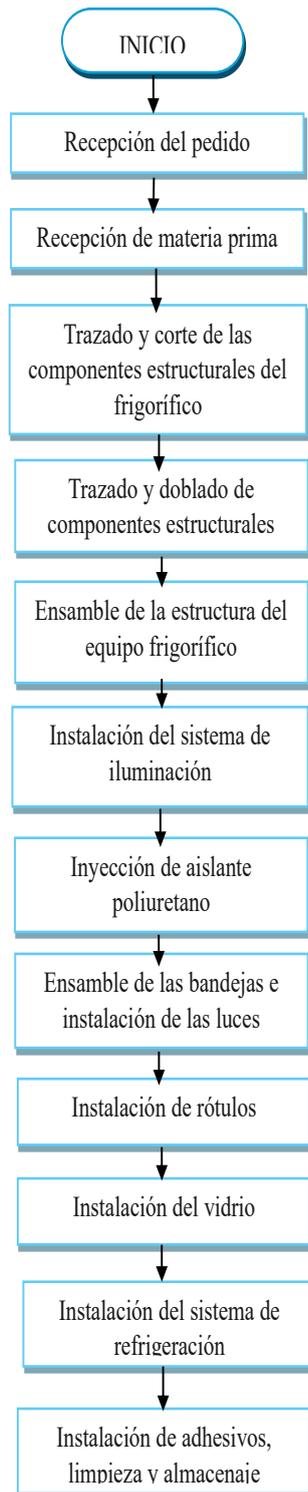


Ilustración 3-21: Diagrama de bloques proceso de producción frigorífico.
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.8.3.2 Técnicas y herramientas de análisis del proceso productivo

En la ejecución del estudio de tiempo se desarrolla a profundidad los elementos que forman parte del proceso productivo para ello se desarrolla el diagrama de flujo del proceso actual en el cual se describe las fases, condicionantes y materiales que forman parte del proceso de producción.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO			
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE		PROCESO	Fabricación frigorífico de 5 bandejas
MÉTODO: MÉTODO ACTUAL TIPO: MATERIAL		DIAGRAMA N°: 1	FECHA :7/12/2023
FAMILIA DE PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS		REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN		REVISADO Y APROBADO POR:	Ing.Samuel Yungán

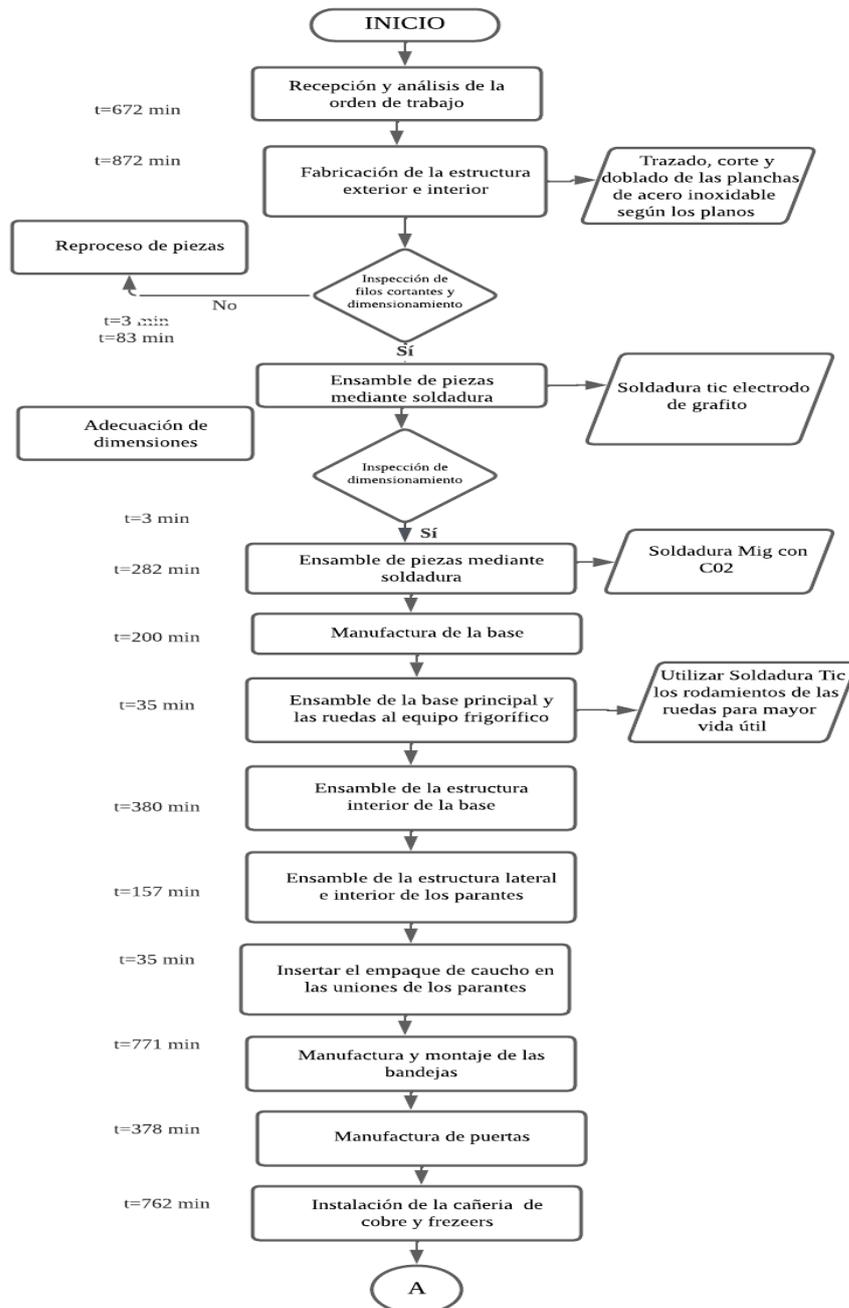


Ilustración 3-22: Diagrama de flujo del proceso general (parte 1).
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO			
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE		PROCESO	Fabricación frigorífico de 5 bandejas
MÉTODO: MÉTODO ACTUAL TIPO: MATERIAL		DIAGRAMA N°: 1	FECHA :7/12/2023
FAMILIA DE PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS		REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN		REVISADO Y APROBADO POR:	Ing.Samuel Yungán

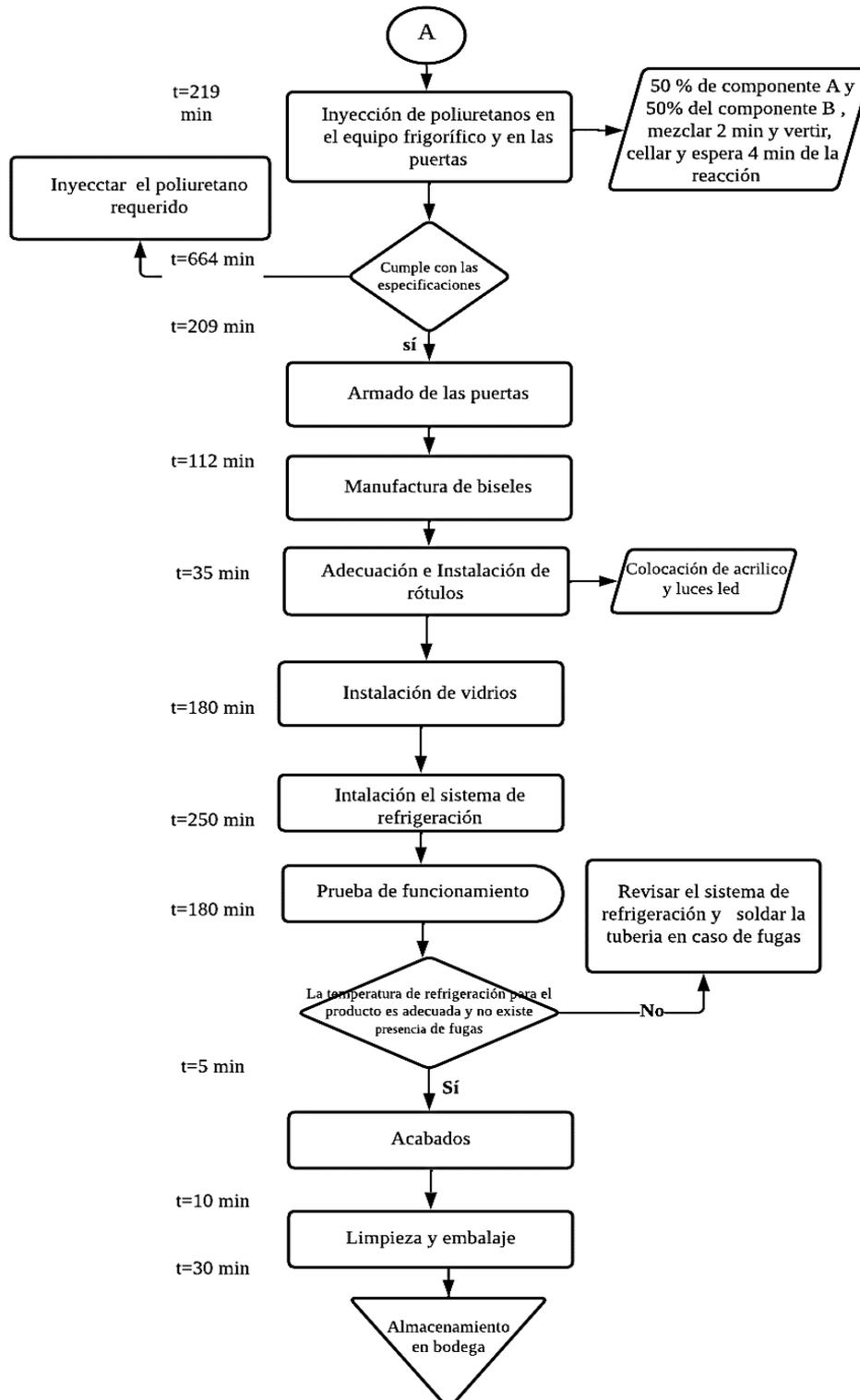


Ilustración 3-23: Diagrama de flujo del proceso general (parte 2).

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.8.3.3 Determinación de elementos

La ingeniería de métodos y tiempos se basa en el análisis de cada una de las actividades realizadas durante el proceso de producción de frigoríficos, en base al tiempo establecido de 8 días para la fabricación de un equipo frigorífico, se distribuyó el proceso de producción en 17 subprocesos los cuales se describen en la tabla 3-17.

Tabla 3-17: Determinación de elementos del estudio de métodos y tiempos.

N	Proceso
1	Manufactura de la estructura exterior e interior
2	Ensamble de la estructura exterior
3	Manufactura de la estructura base
4	Ensamble estructura interior y exterior
5	Ensamble estructura interna de los parantes e inserción de empaques
6	Manufactura de las bandejas
7	Manufactura de las puertas
8	Manufactura del condensador y evaporador
9	Instalación de las bandejas
10	Instalación del sistema de iluminación
11	Manufactura de las cubiertas del condensador y evaporador
12	Inyección de poliuretano
13	Manufactura de biseles
14	Montaje de rótulos
15	Instalación del vidrio
16	Instalación del sistema de refrigeración
17	Instalación de acabados, limpieza y embalaje del producto

Fuente: Inoxidables Élite

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

En base al análisis de los 17 subprocesos de producción se destacan tres grupos, el primero corresponde a las actividades de manufactura y el segundo correspondiente a los procesos de ensamble de piezas mediante soldadura y el tercero a la instalación de componentes externos en los cuales se incluyen el vidrio, sistema de refrigeración y adhesivos en vinil, para comprender de mejor manera los primeros se explica amañera general el siguiente procedimiento:

- 1) Recibir y analizar la orden de trabajo.
- 2) Transportar la plancha hacia la mesa de trabajo.
- 3) Trazar las medidas en la plancha de acero inoxidable.
- 4) Transportar la plancha hacia la máquina guillotina hidráulica.
- 5) Cortar la plancha según los trazos realizados.

- 6) Transportar hacia la máquina plegadora hidráulica.
- 7) Doblar las piezas según los planos.
- 8) Transportar hacia la máquina plegadora manual.
- 9) Calibrar la máquina.
- 10) Realizar los dobleces restantes y remaches según las especificaciones.
- 11) Transportar las piezas hacia el puesto de trabajo.

3.8.3.4 Herramientas de análisis del proceso

Una vez establecida la cantidad y los tipos de procesos involucrados la fabricación de frigoríficos, las herramientas a utilizar son los diagramas de flujo, de recorrido y de análisis del proceso para estudiar a detalle las actividades e identificar falencias y oportunidades de mejora. A continuación, en la tabla 3-18 se muestra el detalle de cada uno de ellos.

Tabla 3-18: Descripción de la simbología para el estudio de métodos.

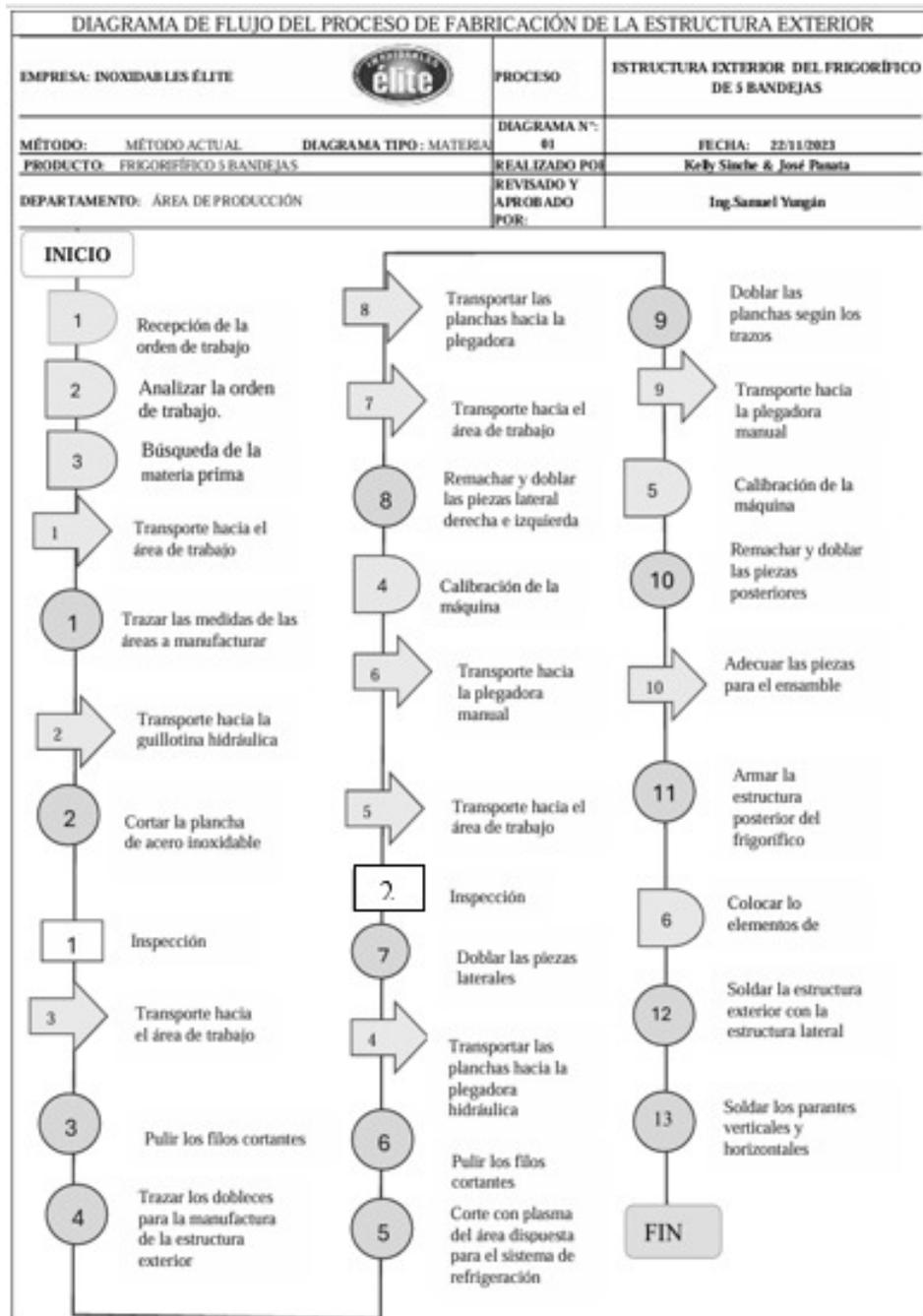
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
Operación	
Almacenaje	
Inspección	
Demora	
Transporte	
Operación combinada	

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

3.8.3.5 Diagrama de flujo del proceso

La tabla 3-19 describe el flujo del proceso inicial para la manufactura de la estructura exterior del frigorífico, el cual inicia con la recepción y análisis de la orden de trabajo, a continuación se procede al suministro de materia prima, misma que se encuentra a disposición del trabajador, a continuación se procede a realizar el trazado y corte de las piezas posteriores y laterales del frigorífico, su transporte hacia la mesa de trabajo para el trazado de los dobleces necesarios para la obtención de las piezas en la máquina plegadora hidráulica y manual, posteriormente se realiza el proceso de soldar las uniones con la soldadura TIG y finalmente se realiza el ensamble de las piezas estructurales de equipo frigorífico de 5 bandejas.

Tabla 3-19: Flujograma del proceso de manufactura de la estructura exterior.



Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

3.8.3.6 Diagramas de recorrido.

El diagrama de flujo del proceso permitió la recolección de información necesaria para el desarrollo de del diagrama de recorrido y evidenciar de manera gráfica las distancias recorridas durante las actividades de manufactura de componentes estructurales de los equipos frigoríficos, para ello cabe recalcar únicamente los procesos de manufactura de componentes incluyen transportes durante su proceso, como se muestra en el Anexo A.

3.8.3.7 Diagramas de análisis del proceso

En base a la estructuración de los diagramas anteriormente desarrollados se procede a realizar el análisis de actividades.

Tabla 3-20: Diagrama proceso N° 1 Manufactura estructura exterior e interior del frigorífico

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO							
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE 			PROCESO	MANUFACTURA DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR			
MÉTODO: MÉTODO INICIAL TIPO: MATERIAL			DIAGRAMA N°: 1	FECHA: 22/11/2023			
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS			REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata			
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN			REVISADO Y APROBADO POR:	Ing. Samuel Yungán			
N°	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	SIMBOLOS				HOJA N° 1
							DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
1	20	0					Recibir la orden de trabajo
2	102	0					Analizar la orden de trabajo
3	10	11					Buscar la plancha de acero Inoxidable para la estructura externa del frigorífico
4	6	3					Transportar la plancha de acero hacia el área de trabajo
5	32	0					Trazar las medidas del área de las piezas a manufactura
6	6	11					Transportar la plancha de acero hacia la guillotina hidráulica
7	30	0					Cortar las plancha en piezas según las medidas de las piezas a manufacturar
15	10	0					Inspección del dimensionamiento
8	6	3					Transportar la plancha de acero hacia el área de trabajo
9	12	0					Pulir los filos cortantes
10	182	0					Trazar las medidas de la estructura posterior y estructura lateral externa e interna según los planos
11	15	2					Corte con plasma el área dispuesta para el sistema de refrigeración
12	12	0					Pulir los filos cortantes
13	4	7					Transportar las piezas de la estructura lateral hacia la dobladora hidráulica
14	81	0					Realizar el proceso de doblado y remachado según los planos
15	10	0					Inspección del dimensionamiento
16	3	0					Transporta las piezas hacia el puesto de trabajo
17	6	13					Transportar las piezas laterales hacia la dobladora manual
18	2	0					Calibración de la dobladora manual
19	20	0					Remachar la piezas posteriores según los planos
20	8	7					Transporte de las piezas laterales hacia el puesto de trabajo
21	6	7					Transporte de las piezas porteriores hacia la plegadora hidráulica
22	120	0					Doblar las piezas según los planos
23	6	13					Transportar hacia la plegadora manual
24	15	0					Calibración de la dobladora manual
25	40	0					Doblado y remachado de las piezas posteriores
26	4	7					Transporte de las piezas laterales hacia el puesto de trabajo
27	45	0					Adecuar las piezas para el ensamblaje
28	28	0					Armar la estructura posterior del frigorífico
29	2	0					Colocar las herramientas de sujeción
30	45	0					Soldar la estructura posterior con la estructura lateral
31	35	0					Soldar los parantes verticales

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Tabla 3-21: Tabla resumen diagrama N° 1

TABLA RESUMEN – DIAGRAMA N° 01				
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)
Operación		13	697	0
Almacenaje		0	0	0
Inspección		2	20	0
Demora		5	151	0
Transporte		10	41	71
Op. combinada		0	0	0
TOTAL		30	909	71

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El diagrama de análisis del proceso de la manufactura de la estructura exterior, tiene correlación con los diagramas de flujo del proceso como de recorrido en el cual se muestra la distribución del área de producción de la empresa Inoxidables Élite, en el cual mediante el diagrama de recorrido se describe el proceso correspondiente a la manufactura de la estructura exterior, cuyo recorrido inicia en el área de almacenamiento de materia prima, proceso de corte, pulido, doblado, remachado y finalmente la soldadura incluye la ejecución de 30 actividades en un tiempo promedio de 909 min equivalentes a 1,92 días laborales y una distancia recorrida de 71 m.

Nota: El análisis del proceso productivo para los siguientes procesos a partir de la manufactura de la estructura exterior e interior es el mismo, por lo tanto, se hace uso de los mismos diagramas, a continuación, se describen los diagramas de análisis de actividades de cada uno de los procesos descritos en la tabla 3-20 cuyo resumen final se refleja en la tabla 3-21.

Tabla 3-22: Diagrama proceso N° 2 Ensamble de la estructura mediante soldadura MIG.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO							
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE				PROCESO :			
MÉTODO: MÉTODO INICIAL TIPO : MATERIAL		DIAGRAMA N°: 2		ENSAMBLE DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR CON SOLDADURA MIG			
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS		REALIZADO POR:		FECHA: 23/11/2023			
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN		REVISADO Y APROBADO POR:		Kelly Sinche & José Panata			
				Ing.Samuel Yungán			
N°	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	SIMBOLOS				HOJA N° 1
							DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
1	2	5					Transportar la pieza frontal inferior hacia la mesa de trabajo
2	38	0					Soldar la estructura Frontal Inferior
3	2	0					Inspección de soldadura y dimensionamiento
4	44	0					Soldar la estructura Frontal Inferior
5	6	0					Inspección de soldadura y dimensionamiento
6	5	0					Girar 180° la estructura soldada
7	15	0					Enderezar la estructura inferior mediante golpes con un martillo de goma
8	4	0					Colocar la base del frigorífico sobre el ensamble de la estructura
9	10	0					Preparar la soldadora Tig y los materiales necesarios
10	2	0					Colocar los playos de presión para sujetar las partes a soldar
11	155	0					Soldar la base y laterales inferiores del frigorífico
TABLA RESUMEN							
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)			
OPERACIÓN		4	252	0			
INSPECCIÓN		2	8	0			
DEMORA		4	21	0			
TRANSPORTE		1	2	5			
TOTAL		11	283	5			

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El diagrama de análisis del proceso N° 2 corresponde al ensamble de la estructura exterior mediante soldadura MIG con electrodo de carburo, este proceso incluye la ejecución de 11 actividades realizadas en un tiempo promedio de 283 min y una distancia recorrida de 5 m.

Tabla 3-23: Diagrama proceso N° 3 Manufactura de la estructura base del frigorífico

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE				PROCESO	MANUFACTURA DE LA ESTRUCTURA BASE			
MÉTODO: MÉTODO INICIAL TIPO : MATERIAL			DIAGRAMA N°: 3	FECHA: 23/11/2023				
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS			REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata				
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN			REVISADO Y APROBADO POR:	Ing.Samuel Yungán				
N°	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	SIMBOLOS					HOJA N° 1
								DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
1	2	5						Transportar las planchas de acero inoxidable y tubo galvanizado hacia la mesa de trabajo
2	80	0						Trazar las medidas para la elaboración de la estructura base 1 y base 2
3	4	11						Transportar las piezas hacia la cortadora hidráulica
4	5	0						Cortar las piezas
5	4	11						Transportar las piezas hacia la mesa de trabajo
6	83	0						Pulir los filos cortantes y soldadura del ensamble
7	20	0						Ensamblar la base 1 y la base 2 mediante soldadura
8	20	0						Soldar la plataforma fija con la plataforma móvil de las ruedas garruchas
9	15	0						Soldar las ruedas garruchas con la base de tubo galvanizado
TABLA RESUMEN								
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)				
OPERACIÓN		5	140	0				
TRANSPORTE		3	10	27				
OP. COMBINADA		1	83	0				
TOTAL		9	233	27				

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

El diagrama de análisis del proceso N° 3 corresponde a la manufactura de la estructura base la cual está compuesta de una parte en acero inoxidable y la otra en tubo cuadrado galvanizado, este proceso incluye la ejecución de 9 actividades realizadas en un tiempo promedio de 233 min y una distancia recorrida de 27 m.

Tabla 3-24: Diagrama proceso N° 4 Ensamble soldadura TIG estructura interior-exterior

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO							
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE 		PROCESO		ENSAMBLAR CON SOLDADURA TIG LA ESTRUCTURA INTERIOR Y EXTERIOR			
MÉTODO: MÉTODO INICIAL TIPO : MATERIA		DIAGRAMA N°: 4		FECHA: 24/11/2023			
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS		REALIZADO POR:		Kelly Sinche & José Panata			
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN		REVISADO Y APROBADO POR:		Ing.Samuel Yungán			
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	SIMBOLOS				HOJA N° 1
							DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
1	99	0					Premontaje de la estructura interior
2	5	0					Preparación y sujeción de las partes de la estructura interior
3	20	0					Soldar la estructura interior mediante soldadura Tic
4	6	0					Retirar el plástico
5	75	0					Premontaje de la estructura exterior e interior
6	15	0					Preparación y sujeción de las piezas interior y exterior
7	80	0					Ajuste y adecuación de las piezas interior e exterior ha soldar
8	35	0					Soldar la estructura interior con la exterior mediante soldadura Tic
9	3	0					Inspección de soldadura y dimensionamiento
10	37	0					Acondicionamiento y pulido de la estructura
TABLA RESUMEN							
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)			
OPERACIÓN		7	352	0			
INSPECCIÓN		1	3	0			
DEMORA		2	20	0			
TOTAL		10	375	0			

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El diagrama de análisis del proceso N° 4 corresponde al ensamble de la estructura interior y exterior juntamente con las bases, conlleva la ejecución de 10 actividades realizadas en un tiempo promedio de 375 min y al ser un proceso de ensamble no tiene recorridos.

Tabla 3-25: Diagrama proceso N° 5 Ensamble estructura lateral e interna de los parantes

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO							
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE				PROCESO			
MÉTODO: MÉTODO INICIAL TIPO: MATERIAL		DIAGRAMA N°: 5		SOLDADURA DE LA ESTRUCTURA LATERAL E INTERNA			
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS		REALIZADO POR:		FECHA: 24/11/2023			
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN		REVISADO Y APROBADO POR:		Ing.Samuel Yungán			
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	SIMBOLOS				HOJA N° 1
							DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
1	17	0	●	→	■	◐	Ajuste del dimensionamiento estructural
2	6	0	●	→	■	◐	Soldar la estructura lateral derecha
3	2	0	●	→	■	◐	Soldar la estructura lateral izquierda
4	4	0	●	→	■	◐	Inspeccionar el dimensionamiento
5	11	0	●	→	■	◐	Soldar la estructura inferior de forma vertical
6	4	0	●	→	■	◐	Inspección de soldadura y dimensionamiento
7	15	0	●	→	■	◐	Soldar la estructura inferior de forma horizontal
8	3	0	●	→	■	◐	Pulir rebabas de la soldadura
9	5	0	●	→	■	◐	Inspección de la soldadura y del dimensionamiento
10	44	0	●	→	■	◐	Soldar la estructura inferior de forma horizontal
11	5	0	●	→	■	◐	Retirar el plástico de los parantes
12	10	0	●	→	■	◐	Inspección de la parte superior del frigorífico
13	4	20	●	→	■	◐	Demora operativa en la localización del disco de pulido
14	8	0	●	→	■	◐	Pulir la soldadura superior del frigorífico
15	10	0	●	→	■	◐	Preparación y sujeción a nivel la estructura superior
16	11	0	●	→	■	◐	Soldar la estructura superior interna con los parantes
17	2	0	●	→	■	◐	Inspección de medidas
18	3	20	●	→	■	◐	Transportar los empaques de caucho desde bodega hacia la mesa de trabajo
19	14	0	●	→	■	◐	Medir y cortar los empaques de caucho
20	7	0	●	→	■	◐	Pulir filos de los empaques
21	5	0	●	→	■	◐	Retirar los elementos de sujeción de la parte superior del frigorífico
22	85	0	●	→	■	◐	Ajuste de dimensionamiento estructural
23	5	0	●	→	■	◐	Inspección
TABLA RESUMEN							
OPERACIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA A (m)			
OPERACIÓN		13	228	0			
INSPECCIÓN		6	30	0			
DEMORA		4	22	40			
TOTAL		23	280	40			

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El diagrama de análisis del proceso N° 5 corresponde al ensamble de la estructura lateral interna final de la estructura del frigorífico y continua con la inserción de empaques de caucho este proceso conlleva la ejecución de 23 actividades realizadas en un tiempo promedio de 280 min y un recorrido de 40 m.

Tabla 3-26: Diagrama proceso N° 6 Manufactura de las bandejas

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO						
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE				PROCESO		
				MANUFACTURA DE BANDEJAS		
MÉTODO: MÉTODO INICIAL		DIAGRAMA TIPO: MATERIAL		DIAGRAMA N°: 6		
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS				FECHA: 27/11/2023		
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN				REALIZADO POR: Kelly Sinche & José Panata		
				REVISADO Y APROBADO POR: Ing.Samuel Yungán		
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	SIMBOLOS		HOJA N° 1	
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO						
1	3	11				Transportar la plancha de acero inoxidable 430 0,07 mm hacia la cortadora
2	7	0				Cortar la plancha
3	3	11				Transportar hacia la mesa de trabajo
4	12	0				Eliminar los filos cortantes
5	98	0				Trazar las medidas para las bandejas
6	4	0				Cortar el excedente de material para proceso de doblado
7	3	0				Unir ambas planchas y sujetar con herramientas de sujeción
8	12	0				Realizar perforaciones guía mediante plasma para la incorporación de luces
9	7	0				Taladrado de agujeros para la visualización de luces
10	10	15				Demora operativa en la preparación de la máquina de corte con plasma
11	20	0				Realizar perforaciones guía mediante plasma para la incorporación de luces
12	198	0				Taladrado de agujeros para la visualización de luces
13	5	0				Realizar la guía mediante punto guía
14	60	0				Manufactura de la bandeja desmontable
15	5	2				Transportar las planchas de acero inoxidable a al área de corte
16	4	6,5				Transportar las bandejas hacia la dobladora hidráulica CNC
17	75	0				Doblar los filos de las bandejas 1,2,3
18	4	14				Transpórtalas las bandejas 1,2,3 al dobladora manual
19	30	0				Terminar el dobles en la dobladora manual
20	6	21				Transportar las bandejas a la mesa de trabajo
21	25	0				Enderezar los filos y soldar
22	12	0				Pulir las rebabas de soldadura de las bandejas 1,2,3
23	60	0				Manufacturar los separadores para cada bandeja
24	32	0				Medir y realizar las perforaciones para la colocación de soportes para la bandeja base
25	23	0				Colocar los soportes
26	3	0				Montaje de la bandeja base
27	25	0				Montaje de las bandejas 1,2,3
TABLA RESUMEN						
SÍMBOLO		CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)		
OPERACIÓN		20	634	0		
DEMORA		6	162	0		
TRANSPORTE		5	25	65,5		
TOTAL		31	821	65,5		

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El diagrama de análisis del proceso N° 6 correspondiente al proceso de fabricación de las bandejas en el cual se ejecutan 31 actividades con un tiempo de ejecución promedio de 821 min y un recorrido de 65,5 m.

Tabla 3-27: Diagrama proceso N° 7 Manufactura de puertas

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO						
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE			 CESO			
MÉTODO: MÉTODO INICIAL TIPO : MATERIAL			DIAGRAMA N°: 7	FECHA: 28/11/2023		
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS			REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata		
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN			REVISADO Y APROBADO POR:	Ing.Samuel Yungán		
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	SIMBOLOS			HOJA N° 1
			●	➔	■	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
1	5	7	●	➔		Transportar la plancha de acero Inoxidable 430 del área de almacenamiento de materia prima hacia la guillotina hidráulica
2	30	0	●			Cortar las planchas de acero inoxidable 430 para las puertas según los planos
3	4	11		➔		Transportar las planchas al puesto de trabajo
4	25	0	●			Pulir los filos cortantes
5	120	0	●			Trazar los dobleces de las puertas según los planos
6	2	6,5		➔		Transportar las piezas del área de trabajo hacia la plegadora hidráulica
7	17	0	●			Doblado de las puertas
8	3	6,5		➔		Transportar las puertas hacia la mesa de trabajo
9	2	14		➔		Transportar las 3 puertas hacia la dobladora manual
10	30	0	●			Doblar el lado restante de las 3 puertas
11	2	14		➔		Transportar las puertas hacia la mesa de trabajo
12	63	0	●			Enderezar los filos y soldar
13	15	15		➔		Transporte de los componentes de poliuretano de bodega a la mesa de trabajo
14	25	0	●			Inyección de poliuretano en la base de las puertas
15	15	0	●			Eliminar los excesos de poliruretano de las puertas
16	75	0	●			Colocación de las tapas mediante remaches
17	240	0	●			Instalación de empaques magnéticos
18	90	0	●			Instalación de tiradores en las puertas
19	4	6,5		➔		Transporte a el área de trabajo
20	15	0	●			Trazado de medidas para el taladrado de agujeros para las tiraderas
21	125	0	●			Taladrado de agujeros
22	40	0	●			Montaje de las puertas

TABLA RESUMEN				
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)
OPERACIÓN	●	14	910	0
TRANSPORTE	➔	8	37	80,5
TOTAL		22	947	80,5

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El diagrama de análisis del proceso N° 7 correspondiente al proceso manufactura de las puertas del frigorífico donde se ejecutan 23 actividades con un tiempo de ejecución promedio de 962 min y un recorrido de 80,5 m.

Tabla 3-28: Diagrama proceso N° 8 Manufactura del condensador y evaporador

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO						
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE 			PROCESO		INSTALACIÓN DE CAÑERÍA DE COBRE	
MÉTODO: MÉTODO INICIAL TIPO : MATERIAL			DIAGRAMA N°: 8		FECHA: 28/11/2023	
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS			REALIZADO POR:		Kelly Sinche & Jose Panata	
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN			REVISADO Y APROBADO POR:		Ing.Samuel Yungán	
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	SIMBOLOS			HOJA N° 1
			●	➡	■	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
1	15	5		●		Transportar la plancha de aluminio hacia la mesa de trabajo
3	40	0	●			Trazar las medidas
4	15	11		●		Transportar al área de corte
5	75	0	●			Cortar las planchas de aluminio
6	20	4		●		Transportar al área de troquelado
7	240	0	●			Troquelar manualmente las planchas de aluminio
8	3	6,5		●		Transportar al área de trabajo
9	25	0	●			Medir y cortar la cañería para la fabricación del Freezer
10	45	0	●			Ensamblar las piezas de aluminio en la cañería
11	25	0	●			Ensamblar el freezer con la cañería de las bandejas y el tubo capilar
12	45	0	●			Instalacion del el freezer superior
13	48	0	●			Manufactura de la bandeja de soporte para el freezer
14	31	0	●			Instalación de la bandeja soporte del freezer superior
15	15	0	●			Instalación de la mangera para la descarga de agua condensada del sistema de refrigeración

TABLA RESUMEN

	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)
OPERACIÓN	●	11	589	0
TRANSPORTE	➡	4	53	26,5
TOTAL		15	642	26,5

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El diagrama de análisis del proceso N° 8 correspondiente al proceso de manufactura del condensador de cobre incluye 15 actividades con un tiempo promedio de 642 min y un recorrido de 26,5 m.

Tabla 3-29: Diagrama proceso N° 9 Instalación de las bandejas.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO							
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE				PROCESO			
				INSTALACIÓN DE LAS BANDEJAS			
MÉTODO: MÉTODO INICIAL		TIPO : MATERIAL		DIAGRAMA N°: 9			
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS				FECHA: 29/11/2023			
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN				REALIZADO POR: Kelly Sinche & José Panata			
				REVISADO Y APROBADO POR: Ing.Samuel Yungán			
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCI A (m)	SIMBOLOS				HOJA N° 1
							DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
1	5	0					Dimensionar separación de las bandejas en el interior del frigorífico
2	10	0					Trazar y cortar con la maquina amoladora el espacio para el paso de la tubería de cobre
3	3	10					Demora operativa en la búsqueda de la herramienta remachadora de acordeón
4	95	0					Ensamble de bandejas
5	3	0					Toma de medidas para la manufactura de soportes para la tubería de cobre
6	2	5					Transporte de piezas del área de materia prima hacia la guillorina hidráulica
7	5	0					Cortar las piezas según los requerimientos
8	2	5					Transportar las piezas hacia el área de trabajo
9	3	0					Pulir los filos cortantes
10	4	7					Transportar las piezas hacia la plegadora hidráulica
11	15	0					Doblar las piezas según los requerimientos
12	3	7					Transporte de los soportes hacia el área de trabajo
13	36,96	0					Instalación de la tubería de cobre en la parte inferior de las bandejas
14	80	0					Instalación de la jubre bandeja base en el frigorífico y ensamble con el freezer 2
15	20	0					Montaje de la bandeja base y ensamble de la tubería de cobre
16	120	0					Instalación de la cañería de cobre en las bandejas
17	25	0					Manufactura de separadores de las bandejas
18	35	0					Taladrado y ensamblado de separadores mediante remaches
TABLA RESUMEN							
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCI A (m)			
OPERACIÓN		11	444,96	0			
DEMORA		3	11	0			
TRANSPORTE		4	11	0			
TOTAL		18	466,96	0			

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El diagrama de análisis del proceso N° 9 correspondiente al proceso de instalación de las bandejas incluye 18 actividades con un tiempo promedio de 466 min.

Tabla 3-30: Diagrama proceso N° 10 Instalación del sistema de iluminación

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO							
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE				PROCESO	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN		
MÉTODO: MÉTODO INICIAL TIPO : MATERIAL			DIAGRAMA N°: 10	FECHA: 29/11/2023			
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS			REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata			
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN			REVISADO Y APROBADO POR:	Ing.Samuel Yungán			
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCI A (m)	SIMBOLOS				HOJA N° 1
							DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
1	3	5					Transporte de materiales
2	5	0					Dimensionar el cable gemelo necesario para la instalación del sistema iluminación
3	20	0					Taladrar los agujeros en la estructura de frigorífico
4	45	0					Instalar el cable gemelo
5	15	0					Colocar las luces en las tres bandejas con cinta doble faz
6	16	0					Sujetar las luces con amarraderas
7	14	0					Realizar la conexión del cable gemelo con los focos led a través de un empalme
8	6	0					Medir la longitud de luces led necesaria para la parte frontal inferior externa del frigorífico
9	26	0					Cortar la cinta de luces led
10	19	0					Pegar las luces led en el frigorífico haciendo uso de cinta doble faz
11	20	0					Realizar la conexión de las luces led al sistema de iluminación
12	3	0					Prueba de funcionamiento
TABLA RESUMEN							
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCI A (m)			
OPERACIÓN		9	178	0			
DEMORA		2	11	5			
TRANSPORTE		1	3	0			
TOTAL		12	192	5			

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El diagrama de análisis del proceso N° 10 correspondiente a la instalación del sistema de iluminación incluye 12 actividades con un tiempo promedio de 192 min y un recorrido de 5m.

Tabla 3-31: Diagrama proceso N° 11 Manufactura de la tapa del evaporador

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO							
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE				PROCESO	MANUFACTURA DE LA TAPA DEL FREEZER N.02		
MÉTODO: MÉTODO INICIAL TIPO : MATERIAL		DIAGRAMA N°: 11		FECHA: 30/11/2023			
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS		REALIZADO POR:		Kelly Sinche & José Panata			
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN		REVISADO Y APROBADO POR:		Ing.Samuel Yungán			
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCI A (m)	SIMBOLOS				HOJA N° 1
							DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
1	5	0					Tomar las medidas para la manufactura de la tapa del freezer 2
2	5	5					Transporta una plancha de acero inoxidable AISI 430 al puesto de trabajo
3	5	0					Trazar las medidas para lo cortes y dobleces para la tapa del freezer inferior
4	3	11					Transportar la plancha hacia la cortadora
5	3	0					Cortar las piezas según las medidas requeridas
6	1	0					Inspeccionar los cortes
7	2	11					Transportar los cortes al área de trabajo
8	3	0					Eliminar los filos cortantes
9	2	0					Inspeccionar la correcta eliminación de filos cortantes
10	3	4					Transportar hacia la dobladora hidráulica
11	5	0					Realizar los dobleces
12	3	6,5					Transportar la pieza al área de trabajo
13	10	0					Realizar los agujeros en el área de montaje y tapa de freezer
14	5	0					Remachar la tapa del freezer
TABLA RESUMEN							
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)			
OPERACIÓN		6	31	0			
INSPECCIÓN		2	3	0			
DEMORA		1	5	0			
TRANSPORTE		5	16	37,5			
TOTAL		14	55	37,5			

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El diagrama de análisis del proceso N° 11 correspondiente a la manufactura del evaporador incluye 14 actividades con un tiempo promedio de 55 min y un recorrido de 37,5 m.

Tabla 3-32: Diagrama proceso N° 12 Inyección de poliuretano hoja N° 1

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO							
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE 			PROCESO	INYECCIÓN DE POLIUTERANOS			
MÉTODO: MÉTODO INICIAL DIAGRAMA TIPO : MATERIAL			DIAGRAMA N°: 12	FECHA: 04/12/2023			
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS			REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata			
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN			REVISADO Y APROBADO POR:	Ing.Samuel Yungán			
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	SIMBOLOS				HOJA N° 1 de 2
							DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
2	10	16					Espera mientras se transporta las canecas de poliuretano de la bodega hacia el área de trabajo
3	3	0					Medir 200ml del componente A y B de poliuretano
4	3	0					Mezclar
5	1	0					Aplicar la mezcla de poliuretanos en la parte interior derecha del frigorífico
6	2	0					Distribuir la mezcla de manera homogénea agitando el equipo
7	3	0					Colocar los apoyos
8	2	0					Medir 200ml del componente A y B de poliuretano
9	3	0					Mezclar
10	5	0					Aplicar la mezcla de poliuretano en la sección interna izquierda del refrigerador
11	3	0					Distribuir homogéneamente la mezcla agitando el equipo
12	10	0					Posicionar los soportes laterales
13	5	0					Espera reacción del componente químico
14	2	0					Retirar los apoyos
15	2	0					Medir 100ml del componente A y B de poliuretano
16	2	0					Mezclar
17	3	0					Aplicar la mezcla de poliuretano en la sección interna de los parantes
18	3	0					Esperar la reacción del componente químico
19	2	0					Medir 100ml del componente A y B de poliuretano
20	3	0					Mezclar
21	2	0					Aplicar la mezcla de poliuretanos sección interna de la parte superior del frigorífico
22	3	0					Ubicar los soportes en la parte superior
23	2	0					Esperar la reacción del componente químico
24	3	0					Retirar los soportes
25	3	0					Inspeccionar la calidad de la inyección de poliuretano
26	3	0					Medir 50ml del componente A y B de poliuretano
27	2	0					Mezclar
28	3	0					Aplicar la mezcla de poliuretanos en la sección interna de los parantes del frigorífico
29	2	0					Colocar los soportes
30	3	0					Esperar la reacción del componente químico
31	2	0					Retirar los soportes
32	3	0					Inspeccionar
33	2	0					Medir 50ml del componente A y B de poliuretano
34	2	0					Mezclar
35	2	0					Aplicar la mezcla de poliuretano en la sección interna de los parantes
36	2	0					Colocar los soportes

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Tabla 3-33: Diagrama proceso N° 12 Inyección de poliuretano hoja N° 2

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO						
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE 		PROCESO		INYECCIÓN DE POLIURETANOS		
MÉTODO: MÉTODO INICIAL DIAGRAMA TIPO : MATERIAL			DIAGRAMA N°: 12	FECHA: 04/12/2023		
FAMILIA DE PRODUCTO: FRIGORIFÍCO 5 BANDEJAS			REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata		
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCTOS			REVISADO Y APROBADO POR:	Ing.Samuel Yungán		
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (m)	DISTANCIA (m)	SIMBOLOS			HOJA N° 2
			→	■	◐	
37	3	0			●	Esperar la reaccion del componente quimico
38	2	0			●	Retirar los soportes
39	5	0			●	Inspeccionar
40	2	0	●			Medir 50ml del componente A y B de poliuretano
41	2	0	●			Mezclar
42	2	0	●			Aplicar la mezcla de poliuterano en la parte superior
43	2	0			●	Ubicar los soportes en la parte superior
44	3	0			●	Espera reaccion del componente quimico
45	2	0			●	Retirar los soportes
46	3	0			●	Inspeccionar la calidad de la inyección de poliuretano
47	2	0	●			Medir 40ml del componente A y B de poliuretano
48	2	0	●			Mezclar
49	2	0	●			Aplicar la mezcla de poliuterano en la parte superior interna del frigorífico
50	3	0			●	Colocar los soportes en la parte superior
51	3	0			●	Espera reaccion del componente quimico
52	2	0			●	Retirar los soportes
53	3	0			●	Inspeccionar la calidad de la inyección de poliuretano
54	15	0	●			Limpieza del exceso de poliuretano
TABLA RESUMEN						
OPERACIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)		
OPERACIÓN	●	30	96	0		
INSPECCIÓN	■	5	17	0		
DEMORA	◐	7	66	16		
TOTAL		42	179	16		

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El diagrama de análisis del proceso N° 12 correspondiente al proceso de inyección de aislante poliuretano comprende la ejecución de 42 actividades con un tiempo promedio de 179 min y un recorrido de 16 m.

Tabla 3-34: Diagrama proceso N° 13 Manufactura de biseles

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO									
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE 			PROCESO	MANUFACTURA DE BISELES PARA VIDRIO					
MÉTODO: MÉTODO INICA TIPO: MATERIAL			DIAGRAMA N°: 13	FECHA: 5/12/2023					
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS			REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata					
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN			REVISADO Y APROBADO POR:	Ing.Samuel Yungán					
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	SÍMBOLOS						HOJA N° 1
									DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
1	4	0							Colocar el frigorífico de forma inclinada apoyado en la mesa de trabajo
2	20	0							Pulir las soldaduras hasta obtener un acabado brillante
3	3	0							Tomar las medidas para los biseles
4	5	0							Cortar una Plancha de acero inoxidable AISI 430 de 0,4 mm de espesor de acuerdo con las especificaciones delineadas en los
5	2	2							Transportar a la mesa de trabajo
6	3	0							Pulir los filos cortantes
7	2	6,5							Transportar los biseles desde el área de trabajo hacia la dobladora hidráulica
8	25	0							Doblar las piezas según las medidas requeridas
9	3	0							Inspección de dimensionamiento
10	2	6,5							Transporte a el área de trabajo
11	140	0							Ensamblaje de los biseles en el equipo frigorífico
TABLA RESUMEN									
OPERACIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)					
OPERACIÓN		5	193	0					
INSPECCIÓN		1	3	0					
TRANSPORTE		3	6	15					
TOTAL		9	202	15					

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El diagrama de análisis del proceso N° 13 correspondiente al proceso de manufactura de biseles para el vidrio incluye 9 actividades con un tiempo promedio de 202 min y un recorrido de 15 m.

Tabla 3-35: Diagrama proceso N° 14 Montaje de rótulos

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO							
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE				PROCESO			
				MONTAJE DE RÓTULOS			
MÉTODO: MÉTODO INICIAL TIPO : MATERIAL		DIAGRAMA N°: 14		FECHA: 5/12/2023			
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS		REALIZADO POR:		Kelly Sinche & José Panata			
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN		REVISADO Y APROBADO POR:		Ing.Samuel Yungán			
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	SIMBOLOS				HOJA N° 1
							DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
1	3	5					Transporte de las láminas de acrílico de bodega hacia el puesto de trabajo
2	15	0					Trazado y corte del acrílico según los requerimientos
3	20	0					Pulir los bordes del acrílico
4	15	0					Colocar del acrílico en el rotulo del frigorífico
5	20	0					Instalación de luces y cableado del rótulo
6	36	0					Ensamble del rótulo en el frigorífico mediante soldadura
7	3	0					Prueba de funcionamiento
TABLA RESUMEN							
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)			
OPERACIÓN		6	109	0			
INSPECCIÓN		1	3	0			
TRANSPORTE		1	3	5			
TOTAL		8	115	5			

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El diagrama de análisis del proceso N° 14 correspondiente al proceso de montaje de rótulos comprende 8 actividades con un tiempo promedio de 115 min y un recorrido de 5 m.

Tabla 3-36: Diagrama proceso N° 15 Instalación del vidrio

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO							
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE 			PROCESO	Instalación del vidrio			
MÉTODO: MÉTODO ACTUAL TIPO : MATERIAL			DIAGRAMA N°: 15	FECHA: 6/12/2023			
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS			REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata			
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN			REVISADO Y APROBADO POR:	Ing.Samuel Yungán			
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	SIMBOLOS				HOJA N° 1
							DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
1	20	0					Preparar el área del frigorífico para la instalación del vidrio panorámico
2	5	18					Transportar el vidrio del la bodega hacia el área de trabajo
3	15	0					Limpiar el vidrio panorámico y los vidrios laterales
4	20	0					Colocar cinta doble faz en los bordes del vidrio panorámico
5	20	0					Montaje del vidrio panorámico en el frigorífico
6	30	0					Ensamble de biseles para la sujeción del vidrio panorámico
7	30	0					Pre.montaje de vidrios laterales
8	2	0					Inspección
9	3	0					Cortar el vidrio lateral para que coincida con el vidrio panorámico
10	2	0					Pulir los filos cortantes del vidrio
11	5	0					Colocar silicona en la parte inferior de los vidrios laterales
12	25	0					Ensamblar los vidrios laterales
13	3	0					Inspección
TABLA RESUMEN							
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)			
OPERACIÓN		9	140	0			
INSPECCIÓN		2	5	0			
DEMORA		1	30	0			
TRANSPORTE		1	5	18			
TOTAL		13	180	18			

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El diagrama de análisis del proceso N° 15 correspondiente al proceso de instalación del vidrio incluye 13 actividades con un tiempo promedio de 180 min y un recorrido de 18 m.

Tabla 3-37: Diagrama proceso N° 16 Instalación del sistema de refrigeración.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO					
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE 			PROCESO	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	
MÉTODO: MÉTODO INICIAL TIPO : MATERIAL			DIAGRAMA N°: 16	FECHA :7/12/2023	
FAMILIA DE PRODUCTO: FRIGORIFÍCO 5 BANDEJAS			REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata	
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN			REVISADO Y APROBADO POR:	Ing.Samuel Yungán	
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (m)	DISTANCI A (m)	SIMBOLOS		HOJA N° 1
					
1	10	18			Transportar los elementos del sistema de refrigeración de la bodega a el área de trabajo
2	180	0			Montaje del sistema de refrigeración
3	120	0			Prueba del funcionamiento del sistema de refrigeración
TABLA RESUMEN					
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	
OPERACIÓN		1	180	0	
INSPECCIÓN		1	120	0	
TRANSPORTE		1	10	18	
TOTAL		3	310	18	

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El diagrama de análisis del proceso N° 16 correspondiente al proceso de instalación del sistema de refrigeración con 3 actividades con un tiempo promedio de 310 min y un recorrido de 18 m.

Tabla 3-38: Diagrama proceso N° 17 Instalación de adhesivos y almacenamiento del equipo

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO +D3:M17					
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE 			PROCESO	INSTALACIÓN DE REVESTIMIENTOS, LIMPIEZA Y ALMACENAJE DEL EQUIPO	
MÉTODO: MÉTODO ACTUAL TIPO : MATERIAL			DIAGRAMA N°: 17	FECHA :7/12/2023	
FAMILIA DE PRODUCTO: FRIGORIFÍCO 5 BANDEJAS			REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata	
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN			REVISADO Y APROBADO POR:	Ing.Samuel Yungán	
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCI A (m)	SIMBOLOS		HOJA N° 1
					
1	5	0			Instalar un revestimiento melamínico con diseño en el equipo de refrigeración conjuntamente con el logotipo de la empresa
2	5	25			Transportar a el área de almacenamiento de productos terminados
3	80	0			Retirar la cubierta plástica interior y exterior del frigorífico
4	10	0			Limpiar el equipo frigorífico
5	15	0			Embalar el equipo frigorífico con plástico film
6	3	0			Almacenar
TABLA RESUMEN					
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	
OPERACIÓN		3	105	0	
ALMACENAJE		1	3	0	
INSPECCIÓN		1	0	0	
TRANSPORTE		1	5	25	
TOTAL		6	113	25	

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El diagrama de análisis del proceso N° 17 correspondiente al proceso final de la fabricación de frigoríficos, donde incluye la instalación de los adhesivos en melánico, eliminación de la cubierta del acero inoxidable, embalar el equipo y finalmente almacenarlo para su entrega al cliente, durante este proceso se ejecutan 6 actividades con un tiempo promedio de 113 min y un recorrido de 25 m.

Una vez concluido el análisis de proceso actual de la fabricación de frigoríficos se presenta el resumen en la tabla 3-39, en la que se incluye el detalle de número de actividades, recorrido y tiempo empleado en cada uno de los procesos.

Tabla 3-39: Tabla resumen del análisis de los procesos para la fabricación de frigoríficos.

Proceso de producción	Actividades						Recorrido (m)	Tiempo total (min)
	○	▽	□	D	➡	⊗		
Manufactura de la estructura exterior	13	0	2	5	10	0	71	909
Ensamble de la estructura exterior	4	0	2	4	1	0	5	283
Manufactura de la estructura base	8	0	0	0	6	1	27	322
Ensamblar con soldadura Mic la estructura interior y exterior	7	0	1	2	0	0	0	375
Soldadura de la estructura lateral e interna de los parantes e inserción de empaques	13	0	6	4	0	0	0	280
Manufactura de las bandejas	20	0	0	6	5	0	65,5	821
Manufactura de las puertas	14	0	0	1	8	0	80,5	962
Manufactura e instalación del condensador y evaporador	11	0	0	0	4	0	26,5	642
Instalación de las bandejas	11	0	0	3	4	0	25	467
Instalación del sistema de iluminación	11	0	0	1	1	0	25	192
Manufactura de las cubiertas del condensador y evaporador	6	0	2	7	5	0	37,5	55
Inyección de poliuretanos	30	0	5	0	0	0	16	179
Manufactura de biseles	5	0	1	0	3	0	15	202
Montaje de rótulos	6	0	1	0	1	0	0	115
Instalación del vidrio	9	0	2	0	1	0	18	180
Instalación del sistema de refrigeración	1	0	1	0	1	0	18	310
Acabados y embalaje	3	1	1	0	1	0	15	113
Total	172	1	24	33	51	1	445	6407

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

En resumen, el proceso de fabricación de frigoríficos conlleva un total de 17 procesos, 284 subprocesos, que implican tiempo de ciclo de 6407 minutos y un recorrido de 445 m.

3.9 Cálculo de indicadores de productividad

La información recolectada a través de la observación e investigación de campo y diagramas de análisis del proceso de fabricación de frigoríficos de 5 bandejas se presenta a continuación, de esta manera se proporciona los datos necesarios para la determinación de los indicadores de productividad AVA y IAVA.

La tabla 3-40 muestra el resultado del análisis del proceso de fabricación de frigoríficos con un total de 284 actividades, un tiempo empleado de 6407 min y un recorrido 445 m.

Tabla 3-40: Tabla resumen del análisis de los procesos para la fabricación de frigoríficos

PROCESO DE FABRICACIÓN DE FRIGORÍFICOS				
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)
Operación		172	8360	0
Almacenaje		1	3	0
Inspección		24	212	0
Demora		35	514	0
Transporte		51	235	445
Op. combinada		1	83	0
TOTAL		284	6407	445

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

3.9.1 Índice de valor agregado (AVA%)

Consideración: sí, el AVA es mayor o igual a 75% el proceso es efectivo en función del tiempo empleado, por lo contrario, sí el AVA es menor o igual a 75% el proceso no es efectivo. (Moyano, 2022)

$$AVA(\%) = \left(\frac{\text{Tiempo de valor agregado}}{\text{tiempo total}} \right) * 100\%$$

$$AVA(\%) = 88,26\%$$

El AVA de 88.26% determina que el proceso es efectivo en cuanto al tiempo empleado durante el proceso, sin embargo, puede ser mejorado a través de la aplicación de herramientas de ingeniería de métodos que optimicen el proceso productivo.

3.9.2 Índice de actividades que agregan valor (IAVA%)

Consideración: sí, el IVA es mayor o igual 75% el proceso es eficiente en función las actividades realizadas en el proceso de producción, por lo contrario, sí el IVA es menor o igual a 75% el proceso no es eficiente.

$$IAVA (\%) = \left(\frac{\text{Actividades valor agregado}}{\text{total de actividades}} \right) * 100\%$$

$$IAVA(\%) = 69.36\%$$

El IAVA de 69,36% indica que, en función del número de actividades realizadas, el proceso de producción no es efectivo ya que el 30% de las actividades realizadas para la fabricación de frigoríficos no agregan valor al producto final, este factor se ve reflejado principalmente en el 16% del total de actividades son transportes con un tiempo de 235 min y una distancia recorrida de 415 m y el 13% son esperas con un tiempo de 514 min.

3.9.3 Herramientas de análisis de desperdicios

Como parte del análisis de proceso se realiza el análisis de desperdicios para identificar las actividades que agregan y que no valor al producto, es decir las actividades por las que el cliente está dispuesto a pagar y por cuales actividades no lo haría, permitiendo así tomar decisiones de modificación o eliminación de actividades innecesarias, para se hace uso de la tabla 3-41.

Tabla 3-41: Nomenclatura de actividades para el diagrama de desperdicios.

Nomenclatura	Descripción	Acción
A	Agregan valor	Mantener y mejorar
B	No agregan valor, pero son necesarias	Mantener y mejorar
C	No agregan valor	Eliminar, sustituir, mejorar

Fuente: (Garcez, 2022)

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

La metodología Lean se orienta a optimizar la calidad, reducir plazos y disminuir costos a través de la erradicación de desperdicios y mejora de procesos. Para identificar estos, se realiza la descomposición del proceso en tres categorías:

Actividades que agregan valor:

- Comprenden trabajos por los cuales el cliente está dispuesto a pagar.
- Involucran la transformación del producto o información.
- Actividades que son ejecutadas correctamente en el primer intento.

Actividades sin Valor Agregado, pero necesarias:

- No contribuyen al valor del producto o servicio, pero son esenciales por razones contractuales, especificaciones del cliente, estándares de mercado, regulaciones gubernamentales, métodos de trabajo desactualizados o equipos obsoletos.

Desperdicio:

- Representa actividades que consumen recursos sin añadir valor al producto o servicio.

La clasificación de actividades en estas categorías permite trabajar en la mejora del proceso, eliminando actividades sin valor, reduciendo desperdicios y maximizando aquellas que generan valor. (Garcez, 2022)

En el análisis de desperdicios se analiza el porcentaje de valor agregado (%VA) y el porcentaje (%) de improductividad calculado mediante las siguientes formulas:

$$\%VA = \frac{a}{a + b + c} * 100 \quad (66)$$

$$\%Improductividad = 1 - \%VA \quad (67)$$

Tomando como ejemplo el proceso de manufactura de la estructura exterior e interior del frigorífico de 5 bandejas se realiza el análisis de desperdicio en función de los criterios mencionados, el cual en la tabla 3-42 refleja 14 actividades que agregan valor, 7 que no agregan valor, pero son necesarias y 9 actividades que no agregan valor, obteniendo así un porcentaje de valor agregado del 70% es decir no es un proceso eficiente al tener un 30% de improductividad.

Nota: De igual manera que los análisis anteriormente realizados el análisis de desperdicios emplea la misma metodología para todos los procesos, cuyo resumen se detalla y fundamenta en los diagramas detallados en los anexos correspondientes al análisis de desperdicios inicial.

Tabla 3-42: Diagrama análisis desperdicios N° 01 Manufactura estructura del frigorífico

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS									
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE 			PROCESO	ESTRUCTURA EXTERIOR E INTERIOR DEL FRIGORÍFICO					
MÉTODO:	MÉTODO ACTUAL	DIAGRAMA TIPO : MATERIAL	01	FECHA: 22/11/2023					
PRODUCTO:	FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS		REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata					
DEPARTAMENTO:	ÁREA DE PRODUCCIÓN		REVISADO Y APROBADO POR:	Ing. Samuel Yungán					
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOS						HOJA N° 1		
							TIEMP O (min)	ACTIVIDAD a, b, c	OBSERVACIÓN
Recibir la orden de trabajo							20	a	No se emite una orden de trabajo formal
Analizar la orden de trabajo							102	b	Realizar cálculos de dimensionamiento de partes del equipo
Buscar la plancha de acero inoxidable para la estructura externa del frigorífico							2	b	
Transportar la plancha de acero hacia la cortadora hidráulica							3	c	
Cortar las planchas de acero inoxidable							32	a	
Transportar la plancha de acero hacia el área de trabajo							2	c	
Pulir los filos cortantes							7	b	
Traza las medidas de la estructura posterior según los planos							162	a	
Trazar las medidas de la estructura lateral inferior según los planos							20	a	
Corte de la estructura lateral inferior							20	a	
Corte con plasma de la estructura para el sistema de refrigeración							5	b	
Pulido de filos cortantes							7	b	
Transportar las piezas posteriores hacia la dobladora hidráulica							2	c	
Realizar el proceso de doblado y remachado según los planos							61	a	Largas distancias de recorrido de la plegadora cnc hacia la plegadora manual
Inspección del dimensionamiento							10	a	
Transporta las piezas hacia el puesto de trabajo							3	c	
Transportar las piezas exteriores hacia la dobladora manual							2	c	Desperdicio de tiempo en la calibración de la máquina dobladora manual
Calibración de la dobladora manual							2	c	
Remachar la piezas posteriores según los planos							5	a	
Doblado y remachado de las piezas laterales							168	a	
Transporte de las piezas laterales hacia el puesto de trabajo							2	c	
Adecuar las piezas para el ensamblaje							45	b	
Armar la estructura posterior del frigorífico							28	a	
Colocar las herramientas de sujeción							2	b	Desperdicio de tiempo en la búsqueda de herramientas
Soldar la estructura posterior con la estructura lateral							33	a	
Soldar los parantes verticales							20	a	
TABLA RESUMEN				RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES V.A. Y DESPERDICIO					
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (Min)	ACTIVIDADES	CANTIDAD				
OPERACIÓN		13	697	Agregan valor (a)	14				
ALMACENAJE		0	0	NAV pero es necesario (b)	7				
INSPECCIÓN		2	20	No agregan valor (c)	9				
DEMORA		5	151	$%VA = (a+b) / (a+b+c) * 100$	70,00%				
TRANSPORTE		10	41	$%Improductividad = 1 - %VA$	30,00%				
OP. COMBINADA		0	0						
TOTAL		30	909						

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.9.3.1 Resultados del análisis de desperdicios de las actividades de valor agregado

Una vez realizado en análisis del valor agregado para cada uno de los procesos para la fabricación de frigoríficos, la tabla 3-43 indica que el 47% de los procesos corresponden a la manufactura de las partes en acero inoxidable de un equipo frigorífico, estas tienen un promedio de 69% de actividades de valor agregado y un promedio de 31% de improductividad, por lo tanto, se identifica una oportunidad de mejora en la reducción de las actividades que no agregan valor.

Tabla 3-43: Resumen del análisis de actividades de valor agregado

PROCESO PRODUCTIVO	ANÁLISIS DE VALOR AGREGADO				
	a	b	c	% VA	% IMPRODUCTIVIDAD
Manufactura de las puertas	6	7	8	61,90%	38,10%
Manufactura de biseles para el vidrio	4	3	4	63,64%	36,36%
Manufactura de la cubierta del evaporador y condensador	3	6	5	64,29%	35,71%
Manufactura de las bases 1 y 2	5	2	2	66,67%	33,33%
Instalación del sistema de refrigeración	2	0	1	66,67%	33,33%
Manufactura de la estructura interior	10	15	1	69,23%	30,77%
Ensamble de la estructura exterior	12	7	9	70,00%	30,00%
Manufactura e instalación del condensador y evaporador	7	3	4	71,43%	28,57%
Ensamblar con soldadura Mig la estructura interior y exterior	5	2	3	72,73%	27,27%
Manufactura de las bandejas	8	9	6	73,91%	26,09%
Inyección de poliuretanos	4	8	6	75,93%	24,07%
Soldadura de la estructura lateral e interna de los parantes e inserción de empaques	13	5	4	81,82%	18,18%
Instalación de las bandejas	5	3	2	83,33%	16,67%
Instalación del sistema de iluminación	3	6	3	83,33%	16,67%
Acabados y embalaje	0	5	1	83%	17%
Montaje de rótulos	5	1	1	85,71%	14,29%
Instalación del vidrio	7	5	1	92,31%	7,69%

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

La gráfica de barras correspondiente al análisis de desperdicios del proceso de manufactura de frigoríficos, ilustración 3-24, detalla mayor índice de improductividad en las actividades para la manufactura de componentes estructurales de un equipo frigorífico con el mayor índice de improductividad de 38,10 % para la manufactura de las puertas, seguido de 36,36% para la manufactura de biseles hasta el 27,07% correspondiente a la instalación de las bandejas siendo estos los procesos que requieren de mayor énfasis en una mejora que les permita alcanzar el 75% de productividad requerida para considerarse procesos eficientes.

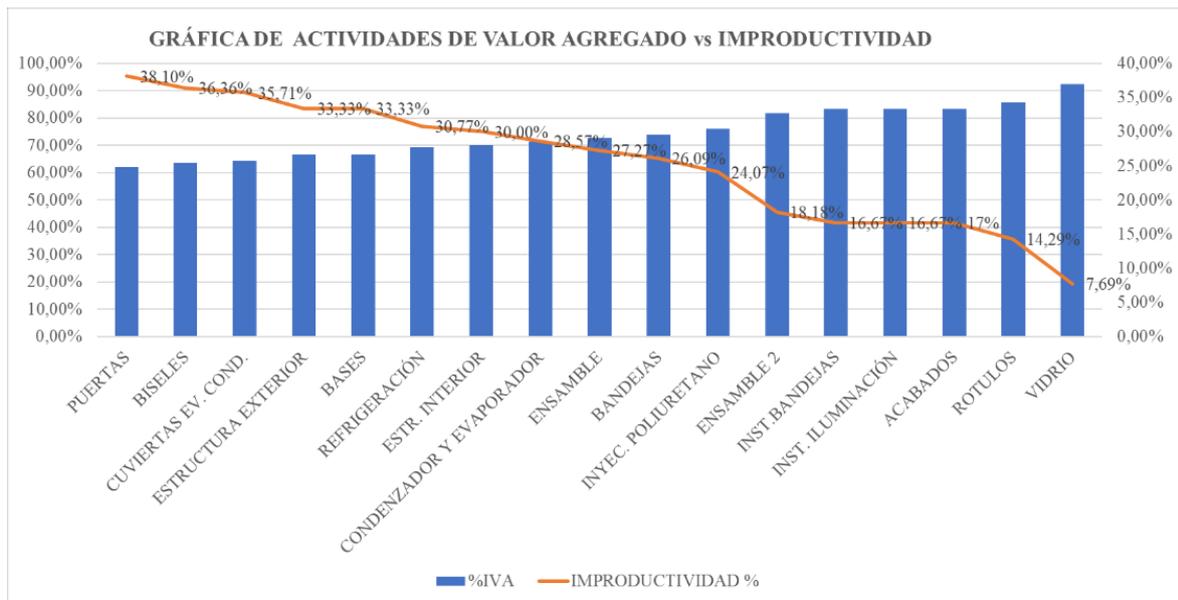


Ilustración 3-24: Gráfica de actividades de valor agregado.

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.9.3.2 Desperdicios adicionales identificados durante el proceso de producción

Adicionalmente a la improductividad calculada a partir de análisis de desperdicios, se observaron desperdicios de tiempo, materia prima y materiales, los cuales se describen a continuación en la tabla 3-44.

Tabla 3-44: Tabla resumen desperdicios proceso de fabricación de equipos frigoríficos.

Desperdicios identificados durante el proceso de manufactura de frigoríficos		
Tipo	Descripción	Frecuencia
Tiempo y energía	Exceso de transportes	9
Tiempo y energía	Búsqueda de herramientas	6
Material	Poliuretano	3
Tiempo	Falta de materiales	3
Material	Acero inoxidable	1
Material	Acrílico	1
Total		23

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.10 Análisis del costo inicial de producción inicial

El costo de producción incluye a todos los costos necesarios para generar un bien en este caso se analizará el costo de mano de obra y el costo de materiales necesarios para la fabricación de frigoríficos en la empresa Inoxidables Élite.

3.10.1 Costo de mano de obra

El cálculo de costo de la mano de obra hora para la fabricación de frigoríficos se calcula en base al salario y el número de horas laborables como lo describe la siguiente formula:

$$\text{Mano de obra por hora} = \frac{\text{salario mensual}}{8 \text{ horas laborables} * 24 \text{ días laborables al mes}}$$

Con base al cálculo anterior se determina que el costo por hora es de \$ 5,32 dólares para el proceso de fabricación de frigoríficos, a continuación, en la tabla 3-45 se muestra el costo total de la mano de obra.

Tabla 3-45: Cálculo del costo de producción de por hora empresa Inoxidables Élite

 Inoxidables Élite	COSTOS DE MANO DE OBRA	
	Área:	Producción
Cargo	Salario	Costo/h
Jefe de planta	\$ 800,00	\$ 0,32
Maestro operario	\$ 500,00	\$ 2,60
Ayudante	\$ 460,00	\$ 2,40
Costo de producción por hora		\$ 5,32

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El tiempo de ciclo de fabricación de un frigorífico inicial fue de 106,78 horas, traducido a días 13,30 más 2,5 horas correspondientes a los reprocesos, dando como resultado el costo de mano de obra total de \$ 581,44 dólares.

Tabla 3-46: Costo de la mano de obra para la fabricación de frigoríficos inicial.

 Inoxidables Élite	COSTOS DE MANO DE OBRA		
		Producto	Frigoríficos
Tiempo de ciclo (min)	Tiempo de ciclo (h)	Costo hora	Costo de la mano de obra
6407	106,78	\$ 5,32	\$ 568,14
Tiempo adicional (min)	Tiempo adicional (h)	\$ 5,32	\$ 13,30
150	2,50		
Costo total			\$ 581,44

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.10.2 Costo de materiales

El costo de materiales incluye la materia prima y materiales necesarios para la fabricación de un frigorífico como se detalla en la tabla 3-47, en la cual se describe el material, cantidad utilizada, costo unitario y finalmente un costo total de \$ 811.95 dólares de materiales.

Tabla 3-47: Costo de materiales.

COSTO DE MATERIA PRIMA Y MATERIALES					
Componente	Material	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
Estructura	Acero Inoxidable 430 0,07	4,3	u	\$ 47,00	\$ 202,10
	Tubo galvanizado	2	u	\$ 9,00	\$ 18,00
	Ruedas garruchas	4	u	\$ 3,00	\$ 12,00
	Electrodos de tungsteno	5	u	\$ 0,50	\$ 2,50
	Electrodo de carbón	3	u	\$ 0,20	\$ 0,60
	Gas Argón	0,2	u	\$ 12,50	\$ 2,50
	Remaches	0,25	u	\$ 3,00	\$ 0,75
	Silicona	2	u	\$ 3,13	\$ 6,25
	Poliuretano	0,79	l	\$ 8,17	\$ 6,45
Sistema de iluminación	Cable gemelo n18	5	m	\$ 0,35	\$ 1,75
	Tubos led	3	u	\$ 2,80	\$ 8,40
	Cinta led	2	m	\$ 0,30	\$ 0,60
	Cinta doble fas	5	m	\$ 1,80	\$ 9,00
	Emplames	0,25	u	\$ 2,50	\$ 0,63
	Amarraderas	4	u	\$ 6,50	\$ 26,00
	Enchufe	1	u	\$ 3,50	\$ 3,50
Sistema de refrigeración	Tubería de cobre	1,5	m	\$ 38,00	\$ 57,00
	Alambre capilar	3	u	\$ 7,00	\$ 21,00
	Manguera	1,5	m	\$ 1,50	\$ 2,25
	Sistema de refrigeración	1	u	\$ 317,00	\$ 317,00
Rotulo	Rotulo corte lazer	1	u	\$ 25,00	\$ 25,00
	Acrílico 1*2 m	0,35	u	\$ 2,50	\$ 0,88
Vidrio	Vidrio	1	u	\$ 83,80	\$ 83,80
	Acabados Vinil	0,5	m	\$ 8,00	\$ 4,00
Total				\$ 587,05	\$ 811,95

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Una vez calculado el costo de mano de obra y el costo de materia prima se calcula el costo de producción inicial.

$$\text{Costo de producción} = \text{costo de mano de obra} + \text{costo de materia prima}$$

$$\text{Costo de producción} = \$1393,39 \text{ dólares}$$

3.10.3 Cálculo de la productividad inicial

La productividad es un índice que relaciona o comparación entre la cantidad de recursos empleados y la cantidad de bienes producidos de un sistema de producción (Carro Paz , y otros), siendo el caso de estudio un sistema de producción por pedido se establece el valor de salida con el costo del equipo frigorífico y los recursos de entrada los costos de producción como se muestra en la siguiente formula, una productividad inicial de 78%.

$$Productividad = \frac{Bienes\ producidos}{mano\ de\ obra + materia\ prima + capital + otros} \quad (68)$$

$$Productividad\ inicial = 78\%$$

3.11 Análisis del control de inventarios

Mediante la aplicación de ABC se determinó que el producto con mayor demanda corresponde a la familia de frigoríficos representando el 44% de ventas del año 2023, por lo que es necesario la implementación de herramientas de control de inventarios que garanticen el suministro eficiente de materia prima y materiales al proceso de producción y de esta manera reducir los tiempos muertos por escasez de suministros en la cadena de producción, estas herramientas con el plan maestro de producción y el plan de requerimiento de materiales, para lo cual se parte del cálculo del stock de seguridad el cual se detalla a continuación.

Inicialmente se realiza la identificación de la materia prima utilizada para fabricación de frigoríficos, para mejor comprensión del producto en estudio se realizó el diseño en SolidWorks de cada uno de los componentes del equipo frigorífico como se muestra en la ilustración 3-25 y la tabla 3-48.

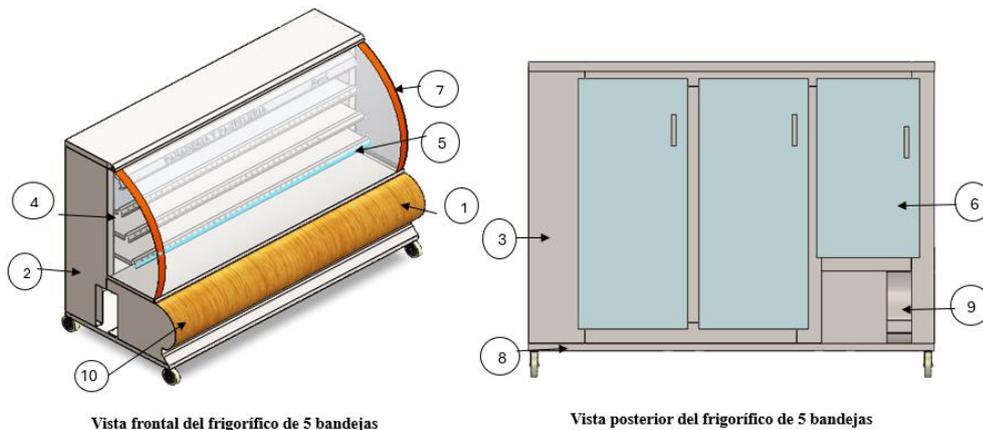


Ilustración 3-25: Frigorífico 5 bandejas.
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Tabla 3-48: Partes principales de un frigorífico.

N	Partes principales
1	Estructura frontal
2	Estructura lateral
3	Estructura posterior
4	Estructura interior
5	Bandejas
6	Puertas
7	Vidrio
8	Base
9	Sistema de refrigeración
10	Acabados en vinil

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

En base al análisis del proceso y diseño CAD del equipo frigorífico se detalla en la tabla 3-50 las partes principales, a partir de las cuales se desglosa los materiales utilizados para la conformación y manufactura de estas, como se muestra en la tabla 3-49 correspondiente al Boom de materiales.

Tabla 3-49: Boom de materiales para la fabricación de frigoríficos.

BOOM DE MATERIALES: FRIGORÍFICO				
Sistema	Materia prima	Unidad de medida	Cant/unidad	Proveedor
Estructura	Planchas acero Inoxidable 430 0,07 (1,2192*2,4384) m	Ud.	5	Import aceros
	Tubo galvanizado	Ud.	2	Import aceros
	Ruedas garruchas	Ud.	4	Comercial Vera
	Electrodos de tungsteno	Ud.	4	Comercial Vera
	Electrodo de carbón	Ud.	3	Comercial Vera
	Gas Argón	tq. /8lt	5	Disgamed
	Remaches	Ud.	1	Comercial Vera
	Silicona	Ud.	2	Distribuidora el perno
	Poliuretano	Kit 40Lt.	6	Distribuidora el perno
Sistema de iluminación	Cable gemelo n18 X 50m	m.	5	Distribuidora el perno
	Tubos led	Ud.	3	ORGATEC AP
	Cinta led	m	2	ORGATEC AP
	Cinta doble fas	m	5	ORGATEC AP
	Empalmes	Ud.	4	Distribuidora el perno
	Amarraderas	Ud.		Distribuidora el perno
	Enchufe	Ud.	1	Distribuidora el perno
Sistema de refrigeración	Tubería de cobre	Rollo	1,5	Prontofrio
	Alambre capilar	Rollo	3	Prontofrio
	Manguera	m.	1,5	Prontofrio
	Sistema de refrigeración	Ud.	1	Prontofrio

Continuación Tabla 3-49

Rotulo	Rotulo corte láser	Ud.	1	Comercial Vera
	acrílico 1*2 m	Ud.	0,25	Import aceros
Vidrio	Vidrio	Ud.	1	RioGlass
	Acabados Vinil	m2	1	Publimport

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

3.11.1 Cálculo de stock de seguridad

En base a información proporcionada por la empresa, el stock de seguridad se calculó en base a un nivel de confianza de 90% en función de la probabilidad de que se acogen las existencias en la empresa Inoxidables Élite, teniendo como elemento crítico las planchas de acero inoxidable AISI 304 de 0,07 mm con una demanda media de 22 unidades, desviación estándar de la demanda de 5,23, costo de ordenar de \$ 1, costo de almacenar \$10 y un costo por faltante de \$9,4 se calcula un una cantidad económica de pedido de 21 planchas, detallado el capítulo 4.

$$Q^* = 21$$

La probabilidad de que la demanda durante el plazo de entrega supere el punto de reorden es:

$$P(X \geq R) = \frac{C_a * Q^*}{C_f * U_d}$$

$$P(X \geq R) = \frac{10 * 21}{9,4 * 22} = 0,10$$

$$N.S. = 1 - 0,10 \rightarrow Z(X \geq R) = 1,28$$

Por lo tanto, con un nivel de confianza del 90%, se establece que existe una probabilidad del 10% de material faltante en los modelos de planificación de la producción desarrollados en el presente proyecto técnico.

$$Stock\ de\ seguridad\ (SS) = z * \sqrt{\bar{L} * \sigma_d^2 + \bar{d}^2 * \sigma_L^2}$$

El tiempo de entrega promedio \bar{L} se encuentra especificada en la tabla 3-50, las entregas inmediatas de ciertos elementos no serán consideradas debido a la desviación estándar del tiempo de entrega σ_L y Desviación estándar de la demanda σ_d es igual a cero ya que no existe variación de tiempo debido a que la empresa se encuentra situada junto a una ferretería lo cual hace que ciertos elementos no sean críticos de suministrar.

Tabla 3-50: Tiempo de espera.

	Precio	Simbolo	Material	Cantidad	Disponibilidad	Tiempo de Espera (días)	Tamaño del Lote	
		A	FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS					
Estructura	\$ 47,00	B	Acero Inoxidable 430 0,07	10	30	1	lote a lote	
	\$ 9,00	C	Tubo galvanizado	2	10	1	lote a lote	
	\$ 3,00	D	Ruedas garruchas	4	4	1	20	
	\$ 7,00	E	Electrodos de tungsteno	4	4	1	20 paquetes de 10	
	\$ 1,00	F	Electrodo de carbón	3	5	1	20 u	
	\$ 12,50	G	Gas Argón	4 o 5 al mes	6	1	lote a lote	
	\$ 3,00	H	Remaches	1 caja	10	1	caja 100	
	\$ 3,13	I	Silicona	2	2 cajas	inmediato	lote a lote	
Sistema de iluminación	\$ 16,34	J	Poliuretano	2	0	1 semana	lote a lote	
	\$ 0,35	K	Cable gemelo n18	5	1	inmediato	lote a lote	
	\$ 2,80	L	Tubos led	3	cajas	inmediato	lote a lote	
	\$ 3,00	M	Cinta led	2		inmediato	lote a lote	
	\$ 2,00	N	Cinta doble fas	5		inmediato	lote a lote	
	\$ 4,00	O	Emplames	4	bulto 40	inmediato	lote a lote	
	\$ 6,50	P	amarraderas	12	cajas	inmediato	caja 100	
Sistema de refrigeración	\$ 3,50	Q	Enchufe	1	5	inmediato	paquete 12	
	\$ 38,00	R	Tubería de cobre	1,5	2 rollos	inmediato	paquetes 10	
	\$ 7,00	S	Alambre capilar	3	2	inmediato	paquetes 10	
	\$ 1,50	T	Manguera	1,5	2	inmediato	lote a lote	
Rotulo	\$ 317,00	U	Sistema de refrigeración	1	0	inmediato	lote a lote	
	\$ 25,00	V	Rotulo corte lazer	1	0	2	lote a lote	
Vidrio	\$ 10,00	W	Acrílico 1*2 m	0,25	0	2	lote a lote	
	\$ 160,00	X	Vidrio	1	0	4	lote a lote	
	\$ 8,00	Y	Acabados Vinil		3	0	inmediato	

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El pronóstico de la demanda diaria se realizó mediante el análisis de datos históricos recopilados entre el año 2020 y 2023, como se muestra en la tabla 3-51. Este proceso generó un promedio de ventas mensuales que será fundamental para la proyección de los insumos necesarios en el proceso de fabricación de frigoríficos durante el transcurso del año 2024.

Tabla 3-51: Promedio de ventas 2020 - 2023.

PRONÓSTICO DE VENTAS -2024												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PRON. DE VENTAS 2024	3	4	4	4	6	4	6	4	4	6	4	4
2020	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	1	3
2021	2	4	3	2	4	3	6	4	3	7	3	3
2022	2	2	3	4	6	3	3	2	3	3	4	2
2023	4	3	4	3	3	6	4	6	5	4	5	2

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

A continuación, en la tabla 3-52 se proyecta la demanda de materiales para el año 2024 en la fabricación del frigorífico.

Tabla 3-52: Proyección de insumos año 2024.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	DEMANDA DE MATERIALES ENERO- DICIEMBRE 2024											
				ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
B	Rotulo corte lazer	ud.	1	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3
C	Acrilico 1*2 m	m ²	0,25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D	Vidrio	ud.	1	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3
E	Gas Argón	tq. /8lt	5	15	15	15	15	20	20	20	20	20	20	15	15
F	Poliuretano	L	2	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	6	6
G	Acero Inoxidable 430 0,07	ud.	2	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	6	6
H	Electrodos de tuksteno	ud.	4	12	12	12	12	16	16	16	16	16	16	12	12
I	Ruedas garruchas	ud.	4	12	12	12	12	16	16	16	16	16	16	12	12
J	Acabados Vinil	Rollo	3	9	9	9	9	12	12	12	12	12	12	9	9
K	Silicona	ud.	2	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	6	6
L	Cable gemelo n18 X 50m	m	5	15	15	15	15	20	20	20	20	20	20	15	15
M	Tubos led	ud.	3	9	9	9	9	12	12	12	12	12	12	9	9
N	Cinta doble fas	ud.	5	15	15	15	15	20	20	20	20	20	20	15	15
O	Cinta led	Rollo	2	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	6	6
P	amarraderas	ud.	3	9	9	9	9	12	12	12	12	12	12	9	9
Q	Emplames	ud.	4	12	12	12	12	16	16	16	16	16	16	12	12
R	Enchufe	ud.	1	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3
S	Sistema de refrigeración	ud.	1	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3
T	Manguera	Rollo	1,5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	5	5
U	Alambre capilar	Rollo	3	9	9	9	9	12	12	12	12	12	12	9	9
V	Tuberia de cobre	Rollo	1,5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	5	5
W	Tubo glabanizado	ud.	2	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	6	6
X	Electrodo de carbón	ud.	3	9	9	9	9	12	12	12	12	12	12	9	9
Y	Remaches	ud.	1	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

De esta manera se aplicó la fórmula de stock de seguridad con demanda variable y tiempo de entrega variable el cual se ajustaba a las necesidades de la empresa, obteniendo como resultado el stock de seguridad que se muestra en la tabla 3-53.

Tabla 3-53: Cálculo del stock de seguridad.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	Unidad	TIEMPO DE ENTREGA (DÍAS)	DESV. DEL TIEMPO DE ESPERA	NIVEL DE CONFIANZA (Z)	FACTOR DE SEGURIDAD (Z)	DESV. DE LA DEMANDA	$L \cdot \sigma_d^2$	$\bar{a}^2 \cdot \sigma_t^2$	$\sqrt{L \cdot \sigma_d^2 + \bar{a}^2 \cdot \sigma_t^2}$	STOCK DE SEGURIDAD
B	Rotulo corte lazer	ud.	2,00	0,10	0,90	1,28	1,00	1,98	2,45	2,11	3
C	Acrilico 1*2 m	m ²	2,00	0,10	0,90	1,28	0,25	0,12	0,15	0,53	1
D	Vidrio	ud.	4,00	0,20	0,90	1,28	1,00	3,97	9,80	3,71	5
E	Gas Argón	tq. /8lt	6,00	0,30	0,90	1,28	0,20	0,24	0,88	1,06	1
F	Poliuretano	L	5,00	0,25	0,90	1,28	5,98	178,64	551,25	27,02	35
G	cero Inoxidable 430 0,07	ud.	0,60	0,30	0,90	1,28	5,23	16,41	42,85	7,70	10
H	Electrodos de tuksteno	ud.	4,00	0,20	0,90	1,28	3,98	63,52	156,80	14,84	19
I	Ruedas garruchas	ud.	3,00	0,15	0,90	1,28	3,98	47,64	88,20	11,65	15
J	Acabados Vinil	Rollo	0,17	0,01	0,90	1,28	0,50	0,04	0,00	0,21	0
K	Silicona	ud.	0,17	0,01	0,90	1,28	1,99	0,66	0,07	0,85	1
L	Cable gemelo n18 X 50m	m	0,17	0,01	0,90	1,28	4,98	4,14	0,43	2,14	3
M	Tubos led	ud.	0,17	0,01	0,90	1,28	2,99	1,49	0,15	1,28	2
N	Cinta doble fas	ud.	0,17	0,01	0,90	1,28	0,55	0,05	0,01	0,24	0
O	Cinta led	Rollo	0,17	0,01	0,90	1,28	0,07	0,00	0,00	0,03	0
P	amarraderas	ud.	0,17	0,01	0,90	1,28	0,04	0,00	0,00	0,02	0
Q	Emplames	ud.	0,17	0,01	0,90	1,28	0,10	0,00	0,00	0,04	0
R	Enchufe	ud.	0,17	0,01	0,90	1,28	1,00	0,17	0,02	0,43	1
S	Sistema de refrigeración	ud.	0,17	0,01	0,90	1,28	1,00	0,17	0,02	0,43	1
T	Manguera	Rollo	0,17	0,01	0,90	1,28	0,03	0,00	0,00	0,01	0
U	Alambre capilar	Rollo	0,17	0,01	0,90	1,28	2,99	1,49	0,15	1,28	2
V	Tuberia de cobre	Rollo	0,17	0,01	0,90	1,28	1,49	0,37	0,04	0,64	1
W	Tubo glabanizado	ud.	2,00	0,10	0,90	1,28	1,99	7,94	9,80	4,21	5
X	Electrodo de carbón	ud.	5,00	0,25	0,90	1,28	2,99	44,66	137,81	13,51	17
Y	Remaches	ud.	7,00	0,35	0,90	1,28	1,00	6,95	30,01	6,08	8

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.12 Auditoría de las 5S

La implementación de las 5S en el entorno laboral de la empresa Inoxidables Élite es fundamental para establecer las bases de un sistema de mejora continua. La presente auditoría se centró en evaluar la situación inicial de la metodología 5S en las áreas de la empresa de estudio.

3.12.1 Seiri (Clasificación)

La auditoría de la fase Seiri evalúa los criterios de clasificación, identificación y manejo de elementos necesarios e innecesarios de la empresa Inoxidables Élite, haciendo énfasis en la eliminación del desorden. En función de este criterio se analizó la ilustración 3-26 en la cual se identifica factores que influyen en el incumplimiento de esta fase, la cual es evaluada mediante el formulario detallado en la tabla 3-54.



Ilustración 3-26: Área de almacenamiento de materia prima y productos terminados
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

A continuación, se muestra la gráfica de barras de los reactivos evaluados en la tabla 3-55.

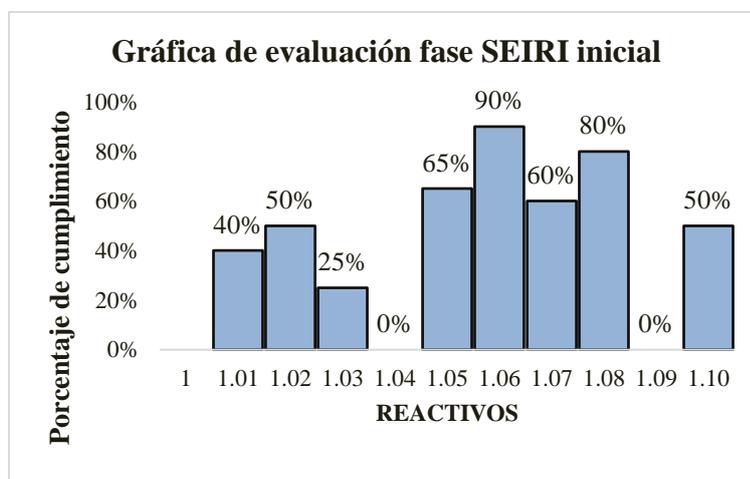


Ilustración 3-27: Gráfica auditoría 5S fase Seiri
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Tabla 3-54: Auditoría Seiri de la situación actual

PERFIL DE EVALUACIÓN				
Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
0%	25%	50%	75%	100%
CRITERIOS DE EVALUACIÓN			PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES
1	Seiri (Clasificar)	"Separar lo necesario de lo innecesario"		
1.01	No se observan elementos innecesarios en áreas de circulación y pasillos que impidan o dificulten el libre tránsito		40%	Se observa presencia de escaleras , tachos de basura y mesas de trabajo en los pasillos
1.02	No existen equipos y herramientas innecesarias		50%	Se observa la presencia de amoladoras, tijeras, bolígrafos, cuadernos, cajas, entre otros fuera de servicio
1.03	¿Están todos los objetos de uso frecuente ordenados, en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?		25%	Se observa cajas de herramientas improvisadas en los puestos de trabajo
1.04	¿Están todas las herramientas en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?		0%	Se observa que las herramientas no tienen una codificación que las identifique con las de otras áreas
1.05	La materia prima se encuentra almacenada de manera adecuada		65%	
1.06	Los objetos personales son colocados en sitios no visibles		90%	
1.07	Se observa que todos los elementos necesarios están en su lugar, no evidenciándose los elementos necesarios en otras áreas		60%	Existen herramientas necesarias fuera del alcance del operador
1.08	Todos los equipos, herramientas y mobiliario están en buenas condiciones		80%	
1.09	Se ha definido una política de incorporación de documentos de manera que exista un control de los equipos y herramientas disponibles		0%	
1.10	Existen elementos necesarios cuya frecuencia de uso no hace necesaria su permanencia y/o almacenamiento		50%	
PUNTUACIÓN S1			46%	AUDITORÍA RECHAZADA

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

La evaluación de los reactivos para esta fase Seiri de la metodología de las 5S, registra una puntuación de 46%, esta cifra indica el incumplimiento de los requisitos de la fase clasificar reflejada en la ilustración 3-27, por lo tanto, se identifica la necesidad de implementar acciones correctivas en el sistema actual en base a las observaciones encontradas.

3.12.2 Seiton (Orden)

La fase Seiton evalúa la correcta disposición y orden de herramientas y materiales y su efecto en cuanto a la accesibilidad y la eficacia en el entorno de trabajo, así también el tiempo dedicado a la búsqueda de herramientas y materiales. En este contexto, se examinó la ilustración 3-28, donde se identificó el incumplimiento del orden en equipos y herramientas de uso frecuente en el área de producción de frigoríficos.



Ilustración 3-28: Área de fabricación de frigoríficos de la empresa Inoxidables Élite
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Tabla 3-55: Auditoría Seiton de la situación actual

PERFIL DE EVALUACIÓN				
Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
0%	25%	50%	75%	100%
CRITERIOS DE EVALUACIÓN			PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES
2	Seiri (Clasificar)	"Separar lo necesario de lo innecesario"		
2.01	Las áreas de la planta se encuentran claramente identificadas		60%	Se observa presencia de escaleras , tachos de basura y mesas de trabajo en los pasillos
2.02	Los estantes y gavetas de herramientas y área de almacenamiento están ordenados		60%	Se observa la presencia de amoladoras, tijeras, bolígrafos, cuadernos, cajas, entre otros fuera de servicio
2.03	Las herramientas y materiales son fáciles de localizar, se utilizan y son ubicadas a su lugar original		60%	Se observa cajas de herramientas improvisadas en los puestos de trabajo
2.04	No existe ningún tipo de obstáculos cerca del elemento de extinción de incendios más cercano		75%	Se observa que las herramientas no tienen una codificación que las identifique con las de otras áreas
2.05	Las cajas de herramientas tienen un listado de las herramientas que contienen		0%	
2.06	Se cuenta con un archivo central para colocar documentos de uso común y se usa de forma permanente		0%	
2.07	Existe una matriz de distribución de trabajo donde se especifique los responsables de controlar el orden en las diferentes áreas de		50%	Existen herramientas necesarias fuera del alcance del operador
2.08	La distribución física de la planta permite el trabajo y transito de personal y visitantes de forma segura y eficiente		75%	
2.09	La distribución física, equipamiento y señalización del área cumple rigurosamente con las normativa vigente en el decreto ejecutivo		60%	Existen áreas y maquinaria sin señalética
2.10	Todas las identificaciones de los elementos, maquinaria, equipos y pasillos se encuentra actualizada		70%	El 50% de la señalética se encuentra en malas condiciones
PUNTUACIÓN S1			51%	AUDITORÍA RECHAZADA

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

La evaluación de los reactivos para esta fase Seiton, registró una puntuación promedio de 51%, esta cifra indica el incumplimiento requisitos de la fase ordenar, este resultado se refleja en la ilustración 3-29, determinando así, la necesidad de implementar acciones correctivas en el sistema actual en base a las observaciones encontradas.

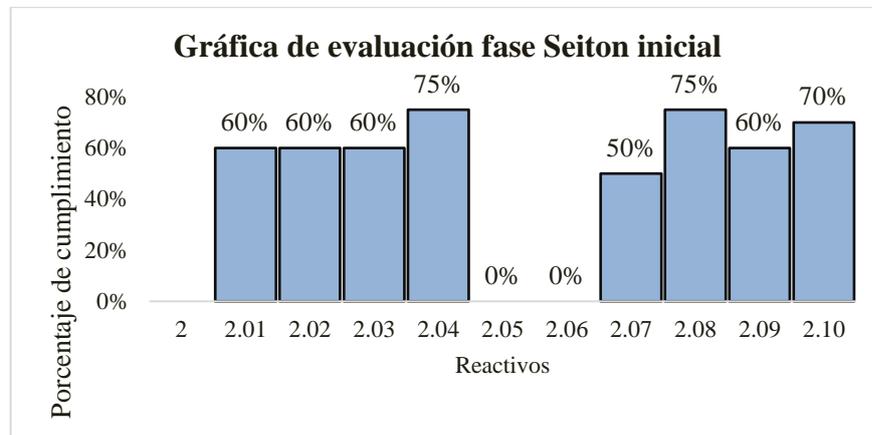


Ilustración 3-29: Gráfica auditoria 5S fase Seiton
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.12.3 Seiso (Limpieza)

La fase Seiso evalúa la limpieza y la higiene en el entorno laboral, así también las condiciones que permitan laborar en un espacio seguro y saludable a los trabajadores de la empresa Inoxidables Élite. En este contexto en base a la ilustración 3-30 se aprecia la presencia de herramientas, materiales, elementos en general en el área de trabajo, a partir de las cuales se realiza evaluación de los reactivos para esta fase Seiso detallada en la tabla 3-56.



Ilustración 3-30: Evaluación fase Seiso de la empresa Inoxidables Élite
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Tabla 3-56: Auditoría Seiso de la situación actual

CRITERIOS DE EVALUACIÓN			PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES
3	Seiso (Limpiar)	"Limpiar el puesto de trabajo y los equipos y prevenir la suciedad y el desorden"		
3.01	Los pisos están limpios en forma permanente, libre de basura y desperdicios		60%	Se observa residuos de alimentos y desperdicios de material procesado en el piso, además de las malas condiciones del mismo
3.02	Se cuenta con depositos para la colocación de desperdicios y estos son plenamente utilizados		50%	Se observan depositos de basura improvisados que no cumplen plenamente su función debido a su tamaño reducido
3.03	Los armarios, estantes y mesas de trabajo estan pintados, limpios y en condiciones adecuadas de uso		50%	Se observa desorden en bodega, en el área de almacenamiento de pintura
3.04	Las cajas de herramientas estan limpias		25%	Algunas cajas de herramientas contienen piezas y herramientas fuera de servicio
3.05	Se visualiza la limpieza en los puestos de trabajo		75%	
3.06	Las áreas comunes estan limpias (pasillos, baños, bodega, siministros, equipos, mesas de trabajo)		60%	
3.07	Se cuenta con los elementos necesarios para llevar a cabo la limpieza y estos retornan a su lugar original		70%	Los implementos de limpieza se encuentran fuera de lugar
3.08	Las tareas de limpieza están integradas a las tareas diarias del personal		80%	
3.09	Existen controles visuales, designar equipos y señalar la programación de mantenimiento y calibraciones		25%	No existe una programación de mantenimiento formal
3.10	Una vez realizada la limpieza se identifican equipos o herramientas que presentan fallas, las mismas que son registradas atreves de tarjetas de indicadores, para llevar acabo un plan de mantenimiento adecuado		0%	No se hace uso de las herramientas de etiquetado visual para registrar las fallas de los equipos
PUNTUACIÓN S1			50%	AUDITORÍA RECHAZADA

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

En función del análisis efectuado para la fase Seiso, se registró una puntuación de 50% que indica un cumplimiento moderado de los requisitos que implican el rechazo de la auditoría, entre los aspectos más importantes se destaca la presencia de residuos de alimentos y materiales procesados, materiales y herramientas fuera de servicio y de lugar, así también la falta de depósitos para la correcta eliminación de los diferentes tipos de desperdicios, a continuación en la ilustración 3-31 , se muestra de manera gráfica los resultados de la auditoría de esta fase.

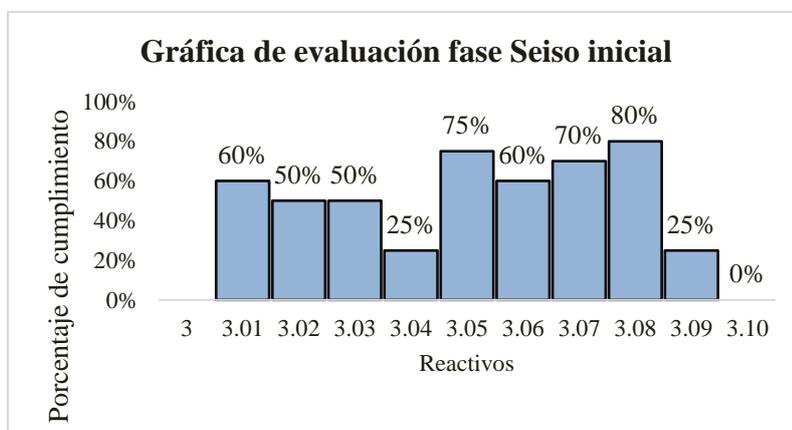


Ilustración 3-31: Gráfica auditoria 5S fase Seiso

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.12.4 Seiketsu (Estandarización)

La auditoría de la fase Seiketsu evalúa el nivel de normalización en los procedimientos para la ejecución de las 3 fases anteriores, clasificación, orden y limpieza como parte de la cultura organizacional de la empresa. A continuación, en la ilustración 3-32 se muestra gráficamente la ponderación de cada uno de los reactivos detallados en la tabla 3-57.

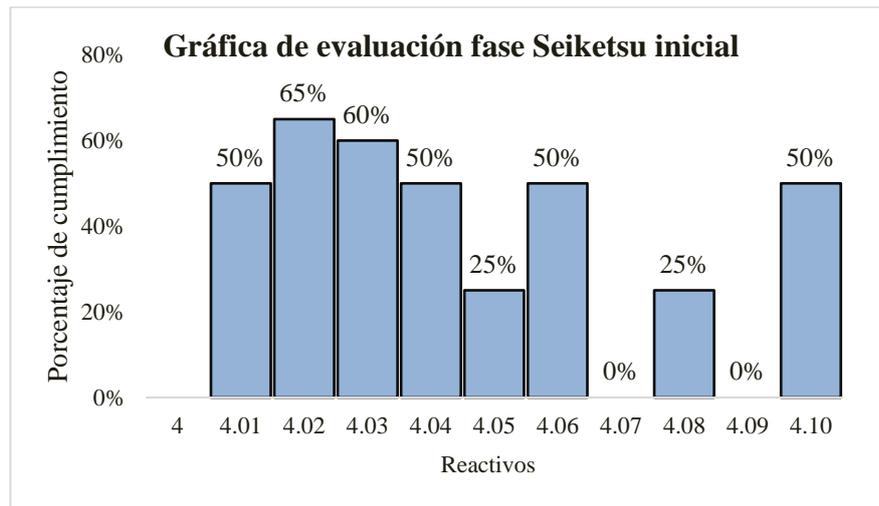


Ilustración 3-32: Gráfica auditoría 5S fase Seiso
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Además, se indica el incumplimiento en su totalidad de los reactivos 4,07 y 4,09 referentes a la estandarización de esta metodología y la socialización con los miembros de la empresa, así también, sobre la vinculación de estos para la toma de decisiones en cuanto a la mejora continua de la empresa, por lo tanto, se debe tomar acciones de mejora que fortalezcan esta fase.

Tabla 3-57: Auditoría Seiketsu de la situación actual

CRITERIOS DE EVALUACIÓN			PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES
4	Seiketsu (Estandarizar)	"Formular las normas para la consolidación de las 3 primeras S "		
4.01	Las áreas de trabajo generan confort para el trabajador(Sin ruidos, temperatura ventilación e eliminación adecuada)		50%	Los niveles de ruido sobrepasan el límite máximo permisible de 85 decibeles permitidos en el decreto ejecutivo 2393, así también la temperatura en horas de la tardes generando estrés y fatiga en el trabajador
4.02	Se han eliminado en su totalidad las condiciones inseguras que puedan ocasionar accidentes laborales		65%	La principal causa de accidentes en la empresa se debe a exceso de confianza por parte del trabajador
4.03	Se observa señalética correspondiente según el decreto ejecutivo 2393		60%	
4.04	Los equipos de trabajo presentan características adecuadas para trabajar en condiciones ergonómicas		50%	Los trabajadores no hacen uso de los EPP básicos proporcionados por la empresa.
4.05	Se encuentran habilitadas zonas de descanso, comida y espacios para fumar		25%	No existen zonas exclusivamente para el descanso de los trabajares
4.06	Existe una lista de verificación y registro de las actividades de limpieza en la empresa		50%	La empresa no maneja una lista de verificación
4.07	Se hace unos de recursos visuales como recordatorios e instructivos para mantener el orden y limpieza en la áreas de trabajo		0%	No se hace uso de recursos visuales instructivos
4.08	Se observa estandarización de procesos y documentos en general		25%	No se realizan procesos estandarizados
4.09	Se mantiene actualizada la cartelera de las 5S en la cual se describa los avances de esta metodología		0%	No existe una programación de mantenimiento formal
4.10	Se consideran futuras normas como un plan de mejora continua en la planta		50%	No se hace uso de las herramientas de etiquetado visual para registrar las fallas de los equipos
PUNTUACIÓN S4			38%	AUDITORÍA RECHAZADA

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

La auditoría correspondiente fase de normalización registró el 38% promedio con respecto al cumplimiento de los reactivos, es decir la normalización de los procesos de orden, clasificación y limpieza en la empresa Inoxidables Élite son deficientes, por lo tanto, se requiere de mecanismos de estandarización de tal manera que se ejecute plenamente el cumplimiento de las fases anteriores. Principalmente se observó el incumplimiento de lineamientos del decreto ejecutivo 2393 en cuanto al uso de equipos de protección personal y condiciones inadecuadas de trabajo, así también la falta de documentación de procesos.

3.12.5 Shitsuke (Disciplina)

La auditoría de la fase Shitsuke evalúa la disciplina, compromiso y la responsabilidad del personal para seguir los estándares establecidos. A continuación, en la tabla 3-58 se muestra la evaluación de los reactivos para esta fase Shitsuke.

Tabla 3-58: Auditoría Shitsuke de la situación actual

PERFIL DE EVALUACIÓN				
Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
0%	25%	50%	75%	100%
CRITERIOS DE EVALUACIÓN			PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES
5	Shitsuke (Disciplinar)	"Respetar las normas establecidas"		
5.01	Se monitorea permanentemente el cumplimiento de las normativas implantadas por la metodología 5S		50%	
5.02	Las responsabilidades con relación al orden y limpieza se definen a través de una matriz misma que es de conocimiento de todos los miembros de la empresa		0%	
5.03	Se realizan reuniones progresivas de por lo menos 5 min para las 5s		50%	
5.04	Se ha incorporado mecanismos de evaluación de desempeño en cuanto a los criterios de orden y limpieza		0%	La empresa no maneja mecanismos de evaluación de desempeño en cuanto a los criterios de orden y limpieza
5.05	Se hace uso de mecanismos de concientización e importancia del orden y limpieza (Capacitaciones, actividades lúdicas)		25%	
5.06	Se hace participe a los trabajadores para la búsqueda de soluciones y oportunidades mejora continua de la metodología y existe evidencia		50%	El 75% de actividades de mejora corresponden a decisiones del jefe de personal y gerente general
5.07	Se realiza una retroalimentación a los miembros de la empresa cuando no se alcanzan los objetivos planteados		60%	
5.08	Se observa la preservación del orden y limpieza en las distintas áreas de la empresa		50%	
5.09	Los puestos de trabajo reflejan el cumplimiento de las normativas bajo la metodología 5s		50%	
5.10	Se llevan a cabo de manera completa las planificaciones de las tareas asignadas sin requerir una supervisión constante por parte del jefe de producción		70%	
PUNTUACIÓN 5S			41%	AUDITORÍA RECHAZADA

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

En función del análisis efectuado para la fase de Shitsuke, se registró una puntuación de 41% de cumplimiento en los reactivos de la categoría, por lo tanto, es rechazada y requiere de acciones de mejora que fortalezcan la disciplina en los miembros de la empresa Inoxidables Élite.

Finalmente, en la tabla de resumen 3-59 se obtuvo un promedio del 45% del cumplimiento de las 5S, es decir el 55% restante de los reactivos evaluados en esta metodología y requieren de acciones que de mejora en el ámbito de orden y limpieza en la empresa Inoxidables Élite, de tal manera que se labore en un ambiente saludable, seguro y también mejore la imagen de la empresa.

Tabla 3-59: Resumen auditoria 5S inicial

	5 s	Título	Puntaje(%)
1	Seiri (Clasificar)	"Separar lo necesario de lo innecesario"	46%
2	Seiton(Ordenar)	" Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio"	51%
3	Seiso (Limpiar)	"Limpiar el puesto de trabajo y los equipos y prevenir la suciedad y el desorden"	50%
4	Seiketsu (Estandarizar)	"Formular las normas para la consolidación de las 3 primeras S "	38%
5	Shitsuke (Disciplinar)	"Respetar las normas establecidas"	41%
Puntuación 5S			45%

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.13 Análisis de improductividad

Las herramientas de ingeniería de métodos permitieron determinar un porcentaje promedio de 34% de improductividad en las actividades dedicadas a la fabricación de frigoríficos, al igual que la metodología de evaluación de las 5S determinó un cumplimiento del 49,80% por lo tanto, se realiza un análisis causa efecto para determinar el origen de la problemática, como se muestra en la ilustración 3-33.

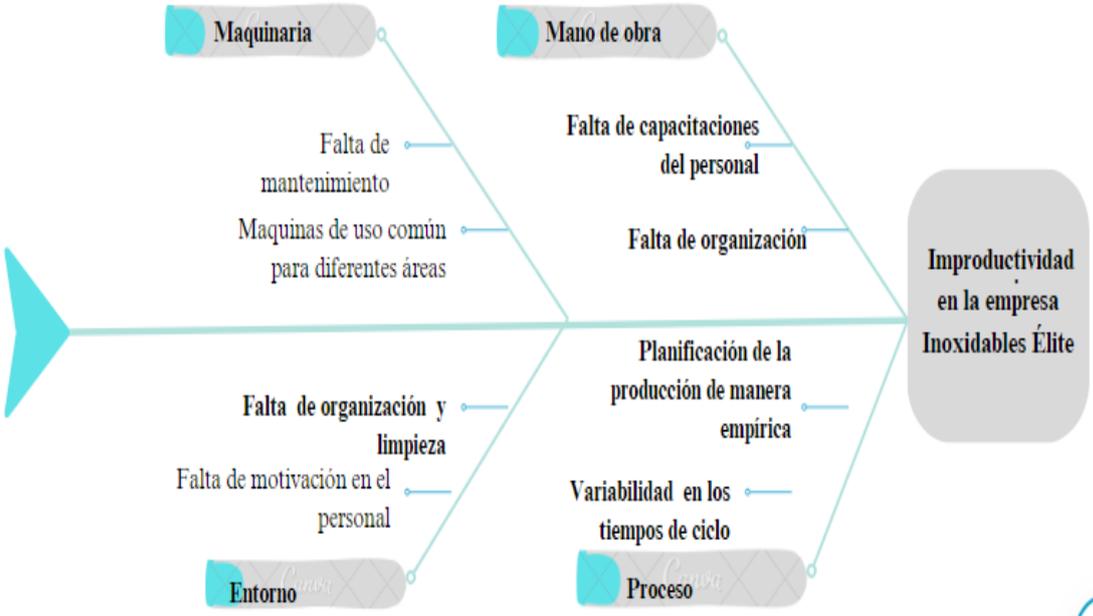


Ilustración 3-33: Diagrama causa efecto para analizar la improductividad.
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.13.1 Identificación de oportunidades de mejora

A partir del diagrama causa efecto se identificaron las falencias de la empresa y las oportunidades de mejora detalladas en la tabla 3-60.

Tabla 3-60: Identificación de oportunidades

Problema	Descripción	Acciones de mejora
<p>Distribución de la planta</p> 	<p>La distribución actual de la planta implica largas distancias de recorrido, principalmente al ubicar la máquina plegadora manual a una distancia de 14 m de la máquina plegadora manual y estas realizan trabajos continuos de doblado y remache de piezas.</p>	<p>Se propone una nueva distribución de la planta en función de criterios de cercanía y área utilizada por cada subárea del área de producción, desarrollada a través del algoritmo Corelap</p>
<p>Incumplimiento de la auditoría 5S inicial</p> 	<p>Los resultados de la auditoría 5S, determinaron el incumplimiento 48.4 % de los reactivos evaluados, dentro de ellos se destaca:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de organización de los puestos de trabajo. • Falta de orden y limpieza en bodega. • Riesgos de accidentes, como caídas al mismo nivel, cortes y aplastamiento. • Deficiente eliminación de residuos. • Los operadores no hacen uso de todos EPP requeridos para el tipo de trabajo 	<p>Implementación de las acciones correctivas 5S:</p> <p>Seiri: eliminar residuos y elementos innecesarios de los puestos de trabajo.</p> <p>Seiton: Organizar las herramientas y productos semiprocesados, mediante tableros de herramientas manuales y gavetas.</p> <p>Seiso: eliminar la suciedad y residuos en los puestos de trabajo y área de bodega</p> <p>Seiketsu: Dotar de Epp al área de estudio.</p> <p>Planificar actividades de limpieza y mantenimiento de la planta.</p> <p>Shitsuke; Incorporar mecanismos de evaluación de desempeño a los criterios de orden y limpieza.</p>
<p>Problema</p>	<p>Descripción</p>	<p>Acciones de mejora</p>
<p>Identificación de desperdicios</p>	<p>Desperdicio de tiempo en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La búsqueda de material. 	<p>Desarrollo de formatos de verificación:</p>

Continuación Tabla 3-60

	<ul style="list-style-type: none"> • Demoras por la falta de suministros. <p>Desperdicio de material durante el proceso de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inyección de poliuretano por la presencia de pandeo. • Fabricación de biseles por el dimensionamiento inadecuado. • Ejecución inadecuada de operarios. • Reprocesos por incumplimiento de especificaciones del cliente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar formatos para contratos de fabricación que detallen las características de equipo. • Check list de evaluación verificación de procesos. • Implementar la metodología Kanban con juntamente con el Software Trello a fin de controlar la ejecución de procesos de toda la planta en tiempo real.
<p>No existe un control de inventarios</p>	<p>La empresa no utiliza un sistema de control de inventarios, el proceso de adquisición de insumos se realiza en función de la demanda sin un registro documentado.</p>	<p>Implementar un sistema de control de existencias, mediante el registro de entradas y salidas de material. Pronosticar la demanda de equipos frigoríficos y planifica la producción mediante un plan de requerimiento de material.</p>

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.13.2 Fase 4: Identificación e implementación de oportunidades de mejora

3.13.2.1 Implementación de las 5S

A través de la clasificación, orden y limpieza de los espacios de trabajo evaluados en la auditoría inicial se identificó oportunidades de mejora mediante la eliminación de desechos y optimizar la eficiencia del proceso productivo. La estandarización y disciplina posteriormente se enfocan a la mejora continua. A continuación, se presentan acciones correctivas y las fichas de evaluación de la auditoría 5S del sistema mejorado, reflejando el progreso y el impacto de estas prácticas en la organización.

Seiri (Clasificar)

El objetivo de la fase Seiri es contar con áreas de trabajo más amplias y organizadas, eliminando los obstáculos y reduciendo los tiempos de búsqueda de materiales y herramientas, para ello se realizan las siguientes acciones.

- **Definir los objetivos de eliminación de objetos**

En el área trabajo se eliminaron objetos y partes de herramientas bajo los criterios de obsolescencia, objetos que terminaron su vida útil y elementos incensarios.

Se encontró principalmente piezas de acero inoxidable semiprocesadas almacenadas en cartones junto con herramientas y materiales necesarios para el proceso de producción, ante lo cual se realizó una clasificación de materiales y herramientas necesarias.

- **Establecer la cantidad de objetos necesarios**

En este punto se realizó una clasificación de materiales, equipos y herramientas fundamentales para el proceso de producción en función del criterio de uso equipos de uso diario deben estar cerca, de uso ocasional almacenados en un lugar preciso y de uso poco frecuente almacenados en lugares distantes a el área de trabajo, el mismo que se aprecia en la ilustración 3-34 y se define en la tabla 3-61 a continuación.



Ilustración 3-34: Clasificación de las herramientas manuales
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Tabla 3-61: Equipo de uso diario necesarios para el proceso de producción

EPPS DE USO DIARIO		
INOXIDABLES ÉLITE 	PROCESO: Manufactura de frigoríficos	
	ELABORADO POR:	Kelly Sinche & José Panata
	APROVADO POR:	Grte. Jorge Tenegusñay
Elemento	Ilustración	Detalle
Guantes de protección anticorte con recubrimiento de Nitrilo		Decreto ejecutivo 2393 Art. 181. Proyección de las extremidades superiores
Ropa de trabajo		Decreto ejecutivo 2393 Art. 176. Ropa de trabajo Overol de mezclilla
Calzado de seguridad		Decreto ejecutivo 2393 Art. 182. Protección de las extremidades inferiores
Casco de soldar TIG		Decreto ejecutivo 2393 Art. 61. Radiación Ultravioleta. Inciso 4 Protección personal
Gafas de protección visual		Decreto ejecutivo 2393 Art. Protección de cara y ojos
Capucha de soldador		Decreto ejecutivo 2393 Art. 176. Ropa de trabajo Overol de mezclilla
Mandil de cuero		Decreto ejecutivo 2393 Art. 176. Ropa de trabajo Overol de mezclilla

Continuación Tabla 3-61

Mascarilla con filtro		Decreto ejecutivo 2393 Art. 180 -EN 14387:2004. Equipos de protección respiratoria.
Guantes para soldar reforzados		Decreto ejecutivo 2393 Art. 181. Proyección de las extremidades superiores
Tapones auditivos		Decreto ejecutivo 2393 Art. 179. Proyección auditiva

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Tabla 3-62: Equipo de uso frecuente necesarios para el proceso de producción.

EPPS DE USO FRECUENTE		
INOXIDABLES ÉLITE 	PROCESO: Manufactura de frigoríficos	
	ELABORADO POR:	Kelly Sinche & José Panata
	APROVADO POR:	Grte. Jorge Tenegusñay
Elemento	Ilustración	Detalle
Guantes para soldar reforzados		Decreto ejecutivo 2393 Art. 181. Proyección de las extremidades superiores
Rodilleras		Decreto ejecutivo 2393 Art. 182. Protección de las extremidades inferiores
Mascarilla con filtro		EN 14387:2004. Equipos de protección respiratoria. Filtros contra gases y filtros combinado particulado y humos metálico

Continuación Tabla 3-62

Casco de soldar TIG		Uso opcional para brindar soporte a la sección dorsolumbar
Guantes para soldar reforzados		Decreto ejecutivo 2393 Art. 181. Proyección de las extremidades superiores

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Tabla 3-63: Herramientas y materiales de uso frecuente necesarios para la producción

	PROCESO: Manufactura de frigoríficos		
	ELABORADO POR:	Kelly Sinche & José Panata	
	APROVADO POR:	Grte. Jorge Teneguñay	
Herramientas de uso frecuente			
Elemento	Ilustración	Elemento	Ilustración
2 Playos de presión en C		Juego de destornilladores	
Playo de presión		Flexómetro	
Cortar tubos		Amoladora 4 ½ in	
Tijera para chapa metálica		Taladro inalámbrico	
Remachadora		Soldadora Tig	

Continuación Tabla 3-63

Materiales			
Acero inoxidable		Tanque de argón	
Electrodos de carburo y electrodos de tungsteno		Caja de remaches	

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Tabla 3-64: Herramientas

HERRAMIENTAS Y MATERIALES DE USO FRECUENTE			
INOXIDABLES ÉLITE 	PROCESO: Manufactura de frigoríficos		
	ELABORADO POR:	Kelly Sinche & José Panata	
	APROVADO POR:	Grte. Jorge Tenegusñay	
Herramientas			
Elemento	Ilustración	Elemento	Ilustración
Remachadora de acordeón		Pulidora lijadora 1300 w	
Materiales			
Poliuretano		Acrílico	
Cable gemelo		Tubo led T8 18w	
Vidrio panorámico		Tubería de cobre 1/8	

Continuación Tabla 3-64

Clasificación de objetos de uso poco frecuente			
Cortadora plasma		Cilindro de gas	

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

- Retirar objetos innecesarios y designar responsabilidades

La eliminación de objetos innecesarios debe realizarse en cada puesto de trabajo siendo el responsable el operario para ello se realizan los manuales detallados:

Tabla 3-65: Manual de funciones del jefe de producción.

INOXIDABLES ÉLITE 	Cargo:	Jefe de producción
	Área:	Producción & Almacenes
	Jefe inmediato	Gerente
Revisión: 01 Fecha: 2024/03/15	Colaboración interna: Trabajadores	Colaboración externa: clientes
Funciones	Responsabilidades	Habilidades y competencias
Gestionar y supervisar las tareas del área de producción Promover y liderar con el apoyo de la gerencia procedimientos. Coordinar la seguridad y salud en el trabajo, así también el orden y la limpieza. Gestionar y controlar el aprovisionamiento de material	Programar actividades de producción Gestión de recursos de la empresa Supervisión de operaciones diarias Garantizar estándares de calidad en los productos fabricados en la empresa. Supervisar el orden y limpieza en los puestos de trabajo. Gestionar la cadena de aprovisionamiento de la empresa	1. Compromiso 2. Liderazgo 3. Excelentes relaciones interpersonales 4. Capacidad de trabajo en equipo 5. Capacidad de trabajo bajo presión 6. Integración organizacional 7. Orientación a resultados
Perfil profesional		
Formación académica: Tecnólogo, ingeniería industrial o afines Idioma: Ingles intermedio	Experiencia Experiencia técnica de mínimo 1 año en cargos similares en una empresa metalmeccánica.	Conocimientos: procedimientos de manufactura, diseño e interpretación de planos.

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Tabla 3-66: Manual de operaciones para operarios

	Cargo:	Operario
	Área:	Producción
	Jefe inmediato	Jefe de producción
Revisión: 01 Fecha: 2024/03/15	Colaboración directos: ayudantes	Colaboración interna: área de producción
Funciones	Responsabilidades	Habilidades y competencias
Operar máquinas y equipos Interpretar y diseñar planos Ejecutar tareas de manufactura de manera eficiente	Llevar a cabo tareas de manera eficiente y de calidad Cumplir la normativa de seguridad Mantener el orden y la limpieza en el área de trabajo. Notificar problemas o fallas de la maquinaria a sus superiores Manipular responsablemente los equipos	Compromiso Liderazgo Excelentes relaciones interpersonales Capacidad de trabajo en equipo Capacidad de trabajo bajo presión Integración organizacional
Perfil profesional		
Formación académica: Tecnólogo – Nivel intermedio	Experiencia Experiencia técnica de mínimo 1 año en cargos similar en una empresa metalmecánica	Conocimientos: procedimientos de manufactura, soldadura, pintura interpretación de planos.

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Tabla 3-67: Manual de limpieza para la empresa Inoxidables Élite.

MANUAL DE LIMPIEZA INOXIDABLES ÉLITE		
	PROCESO: Manufactura de frigoríficos	
	ELABORADO POR:	Kelly Sinche & José Panata
	APROVADO POR:	Grte. Jorge Tenegusñay
Herramientas		
Implementos	Funciones en cada área	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Escobas 2. Recogedores 3. Basureros 4. Carretilla 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hacer uso adecuado de los depósitos de basura 2. Mantener el puesto de trabajo de manera ordenada y limpia 3. Evitar la obstrucción de pasillos 4. Clasificar adecuadamente los tipos de desperdicios, metal, plástico, vidrio. 5. Utilizar las herramientas adecuadamente 6. Devolver las herramientas a su lugar correspondiente 	

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

En función del análisis efectuado posterior a la implementación de mejoras en cuanto a la fase de Seiri correspondiente a la clasificación, se registró una puntuación promedio de 86% esta cifra indica un cumplimiento de los requisitos de esta categoría reflejados en la ilustración 3-35, sin embargo, se requiere de mejoras del sistema para alcanzar la meta del 14% de cumplimiento.

A continuación, en la tabla 3-68, se detalla el formato de evaluación de los reactivos de la auditoría correspondiente a la fase Seiri en función de las mejoras implementadas realizado el jueves 06 de febrero de 2024.

Tabla 3-68: Formato de evaluación metodología 5S fase Seiri actual

	FORMULARIO DE AUDITORIA RUTINARIA 5S		Código:	AI5S-01
			Número de revisión	2
			Número de página	2 de 6
Departamento:	Planta - Producción	Área y/o Puesto de trabajo	Producción	
Evaluador/res	Kelly Sinche & José Panata	Fecha actual	11/2/2024	
Revisado por:	Jorge Teneguñay	Fecha próxima	11/3/2024	
PERFIL DE EVALUACIÓN				
Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
0%	25%	50%	75%	100%
CRITERIOS DE EVALUACIÓN				
1	Seiri (Clasificar)	<i>"Separar lo necesario de lo innecesario"</i>	PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES
1.01	No se observan elementos innecesarios en áreas de circulación y pasillos que impidan o dificulten el libre tránsito		90%	
1.02	No existen equipos y herramientas innecesarias		90%	
1.03	¿Están todos los objetos de uso frecuente ordenados, en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?		90%	
1.04	¿Están todas las herramientas en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?		80%	
1.05	La materia prima se encuentra almacenada de manera adecuada		95%	
1.06	Los objetos personales son colocados en sitios no visibles		90%	
1.07	Se observa que todos los elementos necesarios están en su lugar, no evidenciándose los elementos necesarios en otras áreas		90%	
1.08	Todos los equipos, herramientas y mobiliario están en buenas condiciones		75%	
1.09	Se ha definido una política de incorporación de documentos de manera que exista un control de los equipos y herramientas disponibles		80%	
1.10	Existen elementos necesarios cuya frecuencia de uso no hace necesaria su permanencia y/o almacenamiento		80%	
PUNTUACIÓN S1			86%	AUDITORÍA APROBADA

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

La ilustración 3-35 muestra el resultado de la auditoría de la metodología 5S actual la cual en función de las mejoras realizadas registra el 86% de cumplimiento de los reactivos

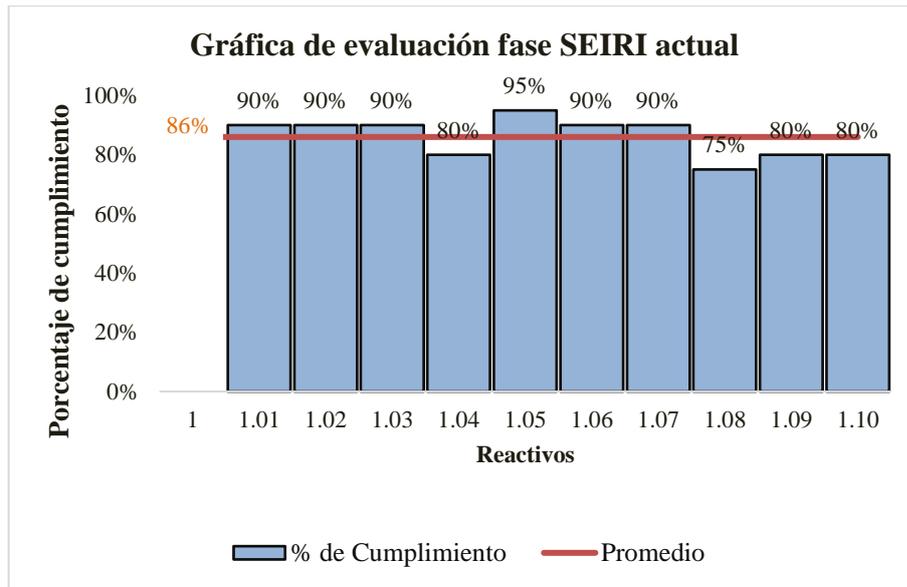


Ilustración 3-35: Gráfica de la auditoría 5S fase Seiri del sistema actual.
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

NOTA: La evaluación de la situación actual de las 5S se realizó en base a la ficha de la auditoría detallada en la fase de recolección de información en las tablas 3-54 hasta las 3-59 respectivamente para cada una de las fases.

Seiton (Ordenar)

En este apartado se definió la ubicación de las herramientas y equipos clasificados en el apartado anterior, a manera de reducir las demoras en la ubicación de herramientas y objetos y permita la fluidez durante el proceso de producción, con los criterios de funcionalidad, orden y seguridad para ello se implementó un tablero de herramientas y depósitos para el almacenamiento de productos semielaborados como placas para el condensador y evaporador, ilustración 3-36.

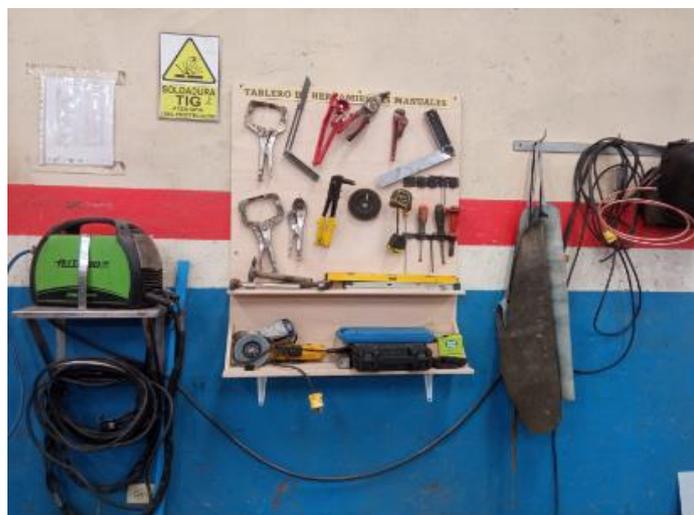


Ilustración 3-36: Tablero herramientas manuales implementación mejoras fase Seiton
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Al evaluar los reactivos, se detalla la auditoría correspondiente a la fase Seiton en función de las mejoras implementadas, registra el cumplimiento de los reactivos se refleja en la gráfica con un promedio de 90% para la fase Seiton de la situación actual de la empresa Inoxidables Élite.

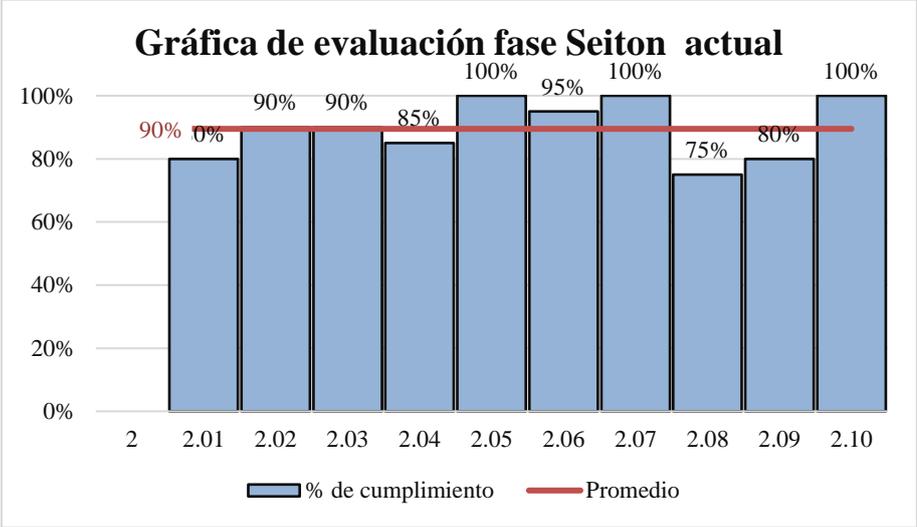


Ilustración 3-37: Gráfica de evaluación auditoria actual fase Seiton
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Seiso (Limpiar)

En este apartado se realizó la limpieza de las áreas de la empresa Inoxidables Élite, se eliminaron los desechos plásticos y la presencia de vidrios rotos en el piso que son una fuente de riesgo de accidentes, además mejoró la organización de cada uno de los elementos como se muestra en la ilustración 3-38.



Ilustración 3-38: Área bodega posterior a implementación de mejoras fase Seiso
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

De igual manera se aplicaron estos criterios en las diferentes áreas de la empresa, mismas que evalúan mediante la ficha 5S en la fase Seiso establecida, a partir de la cual se registró un cumplimiento promedio del 84% de reflejado en la ilustración 3-39.

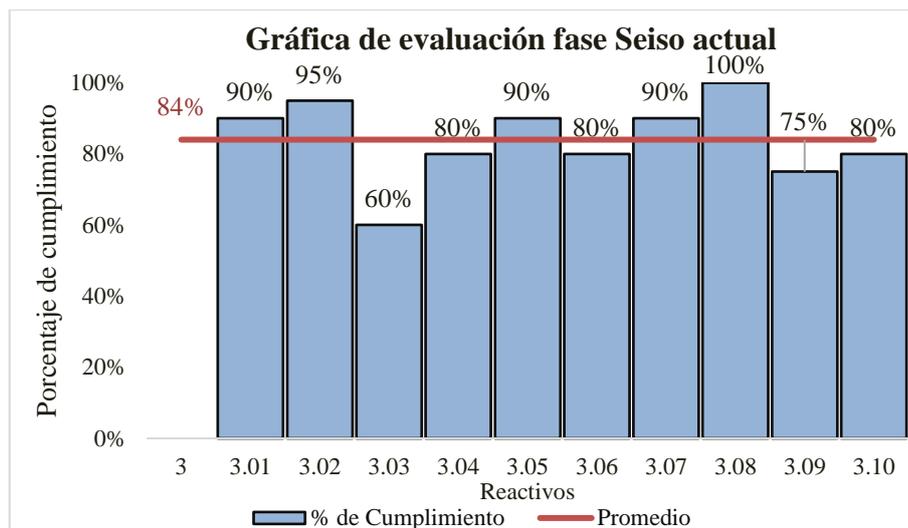


Ilustración 3-39: Gráfica de evaluación auditoria actual fase Seiso.
 Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Seiketsu (Estandarizar)

En la fase de implementación de Seiketsu de la metodología 5S, se realizó una socialización con el personal para ejecutar las etapas anteriores de clasificación, orden y limpieza en los espacios de trabajo, a través de formatos de procedimientos estandarizados, el objetivo era eliminar suciedad y desperdicios, asegurando un entorno laboral limpio y mejorando la productividad. Se estableció una rutina de limpieza diaria al final de cada jornada, utilizando herramientas como escobas y palas, y se enfatizó la devolución de estas herramientas a su lugar en el área de bodega.

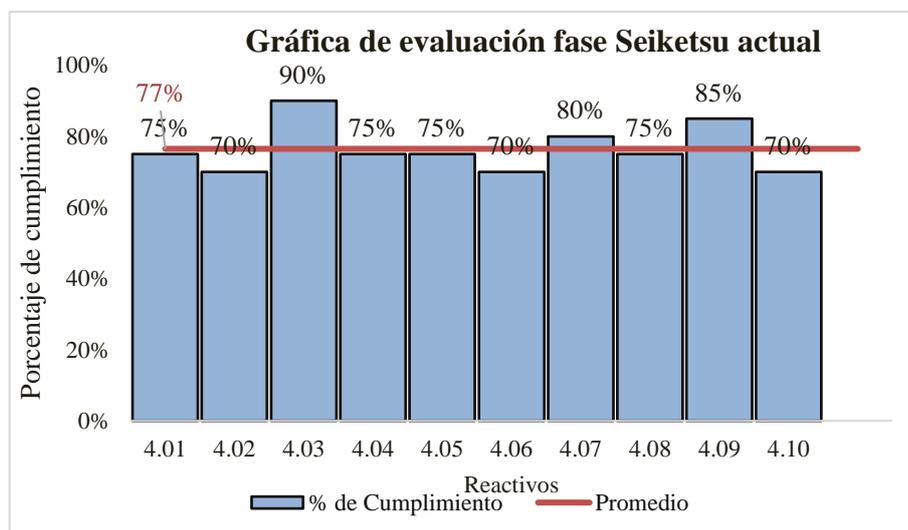


Ilustración 3-40: Gráfica de evaluación auditoria actual fase Seiketsu
 Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

En función del análisis efectuado posterior a la implementación de mejoras en cuanto a la fase de Seiketsu correspondiente a estandarización y normalización de procesos correspondientes a las 3S anteriores, en función de este criterio se registra una puntuación de 77% esta cifra indica un

cumplimiento de los requisitos de la categoría, sin embargo, requiere de mejoras del sistema para alcanzar la meta del 100% de cumplimiento, ilustración 3-40.

Shitsuke (Disciplinar)

En la fase Shitsuke se evalúa la ejecución de las cuatro fases anteriores con el objetivo de establecer una cultura de cooperación con respecto al cumplimiento de las 5S para ello se ejecutaron charlas de socialización y capacitación del personal en cuanto a la implementación de orientadas al proceso productivo, gestión de recursos y bienestar del trabajador, como se muestra a continuación en la ilustración 3-41.



Ilustración 3-41: Charla de capacitación de la metodología 5S
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Consecutivamente en la auditoría correspondiente a la fase Shitsuke en función de las mejoras implementadas, en base a este análisis se registró un cumplimiento promedio de 85% de los requisitos de la auditoría, por lo tanto, se acepta la auditoría.

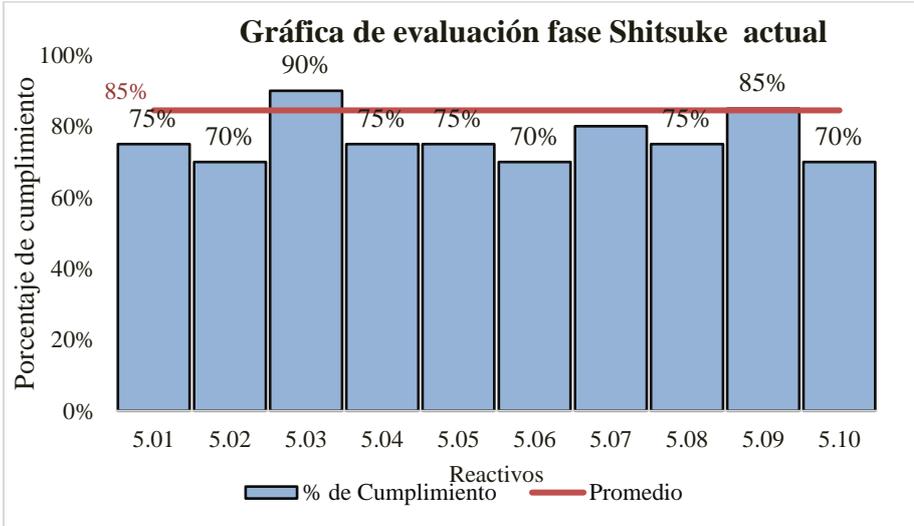


Ilustración 3-42: Gráfica de evaluación auditoria actual fase Shitsuke.
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

En función del análisis efectuado posterior a la implementación de mejoras en cuanto a la fase Shitsuke correspondiente a la disciplina, ilustración 3-42, se registró una puntuación de 85 % esta cifra indica un cumplimiento considerado como aceptable de los requisitos de la categoría, sin embargo, se requiere de mejoras del sistema para alcanzar la meta del 100% de cumplimiento.

3.13.2.2 Redistribución de la planta método *Computerized Relationship Layout Planning*

Este proceso estratégico de distribución de la planta busca no solo maximizar la utilización del espacio disponible, sino también mejorar la interconexión entre las distintas áreas, promoviendo así la eficiencia operativa y la sinergia entre los diferentes procesos productivos, haciendo uso del método *Computerized Relationship Layout Planning (CORELAP)* cuyas fases se describen a continuación:

a) Identificación de productos a analizar.

Tabla 3-69: Identificación de productos a analizar

N	Productos
1	Frigoríficos horizontales
2	Frigoríficos verticales
3	Frigoríficos mixtos
4	Cocinas
5	Cortadoras de carne
6	Tanques lecheros
7	Ollas y Marmitas
8	Moldes para quesos
9	Degolladoras de pollos

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

b) Identificación de las áreas de la planta.

Tabla 3-70: Identificación de productos a analizar

ÁREAS DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN INOXIDABLES ÉLITE		
N.	Símbolo	Descripción
1	A	Área de materia prima
2	B	Guillotina hidráulica
3	C	Pegadora hidráulica
4	D	Roladora CNC
5	E	Plegador manual
6	F	Roladora manual
7	G	Torno
8	H	Puesto T. Frigoríficos horizontales
9	I	Puesto T. Calderas
10	J	Puesto T. Moldes
11	K	Puesto T. Frigoríficos Verticales
12	L	Puesto T. frigoríficos mixtos
13	M	Puesto T. Tanques

Continuación Tabla 3-70

14	N	Puesto T. Cortadoras de carne
15	O	Puesto T. cocinas y hornos
16	P	Área corte plasma
17	Q	Área corte laser

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

c) Definición de los criterios de evaluación en función de la valoración y la relación de cercanía

Tabla 3-71: Criterios de evaluación

CÓDIGO	PESO	RELACIÓN DE CERCANÍA
A	50	Absolutamente necesario
E	40	Especialmente importante
I	30	Importante
O	20	Ordinaria
U	0	Sin importancia

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

d) Cálculo del área de utilización de las áreas, máquinas y puestos de trabajo de la empresa Inoxidables Élite

Tabla 3-72: Cálculo del área de utilización de los objetos de estudio

Tipos	Descripción	Cantidad	Largo	Ancho	Altura	N (lados)	Ss	Área Total
Fijos	Área de materia prima	1	2	1,5	1,5	2	3	3
	Guillotina hidráulica	1	4	2	2	1	8	8
	Pegadora hidráulica	1	4	2	2	1	8	8
	Roladora CNC	1	5	1,5	2	1	7,5	7,5
	Torno	1	3	1,5	2	1	4,5	4,5
	Área corte plasma	1	3	2	2	1	6	6
	Área corte laser	1	4	2,5	1,5	1	10	10
Suma total áreas fijas								47
Móviles	Plegador manual	1	1,5	3	1,5	1	4,5	4,5
	Roladora manual	1	1,5	3	1,5	1	4,5	4,5
	Puesto T. Frigoríficos horizontales	1	2,5	1,5	1,5	1	3,75	3,75
	Puesto T. Calderas	1	2,5	1,5	1,5	1	3,75	3,75
	Puesto T. Moldes	1	2,5	1,5	1,5	1	3,75	3,75
	Puesto T. Frigoríficos Verticales	1	2,5	1,5	1,5	1	3,75	3,75
	Puesto T. frigoríficos mixtos	1	2,5	1,5	1,5	1	3,75	3,75
	Puesto T. Tanques	1	2,5	1,5	1,5	1	3,75	3,75
	Puesto T. Cortadoras de carne	1	2,5	1,5	1,5	1	3,75	3,75
	Puesto T. cocinas y hornos	1	2,5	1,5	1,5	1	3,75	3,75
Operarios	13						0	0
Suma total áreas móviles								39
Suma total								86

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

e) Criterios de ponderación cualitativa

Tabla 3-73: Cálculo del área de utilización de los objetos de estudio

ANÁLISIS DE PONDERACIÓN CUALITATIVA		PUESTOS DE TRABAJO																	ÁREA m ²	
		ÁREAS																		
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q		
		Materia prima	Guillotina hidráulica	Pegadora hidráulica	Roladora CNC	Plegadora manual	Roladora manual	Torno	Frigoríficos Horizontales	Calderas	Moldes	Frigoríficos Verticales	Frigoríficos mixtos	Tanques	Cortadoras de carne	Cocinas y hornos	Área corte plasma	Área corte laser		
ÁREAS	A	Área de materia prima	0	A	E	O	O	A	U	I	O	O	I	I	I	I	U	A	3	
	B	Guillotina hidráulica	A	0	E	U	E	U	U	I	O	O	I	I	O	I	E	U	8	
	C	Pegadora hidráulica	A	E	0	U	A	O	O	I	O	O	I	I	O	I	E	U	8	
	D	Roladora CNC	O	U	U	0	U	U	U	E	A	U	U	U	E	U	U	U	7,5	
	E	Plegadora manual	I	E	A	O	0	U	U	U	O	A	E	E	O	I	E	U	4,5	
	F	Roladora manual	U	O	O	E	U	0	U	E	O	U	U	U	E	I	U	U	5,25	
	G	Torno	O	U	U	U	U	U	0	U	U	U	U	U	I	U	U	U	4,65	
PUESTOS DE TRABAJO	H	Frigoríficos Horizontales	I	I	I	U	E	U	U	0	U	U	O	O	U	U	O	U	3,75	
	I	Calderas	O	O	O	A	I	I	U	U	0	U	U	U	O	U	O	O	3,75	
	J	Moldes	O	O	I	U	E	U	U	U	U	0	U	O	U	U	O	I	3,75	
	K	Frigoríficos Verticales	I	I	I	U	E	U	U	O	U	U	0	O	U	U	O	U	3,75	
	L	Frigoríficos mixtos	I	I	I	U	E	U	U	O	U	U	O	0	U	U	U	U	3,75	
	M	Tanques	O	O	O	E	I	E	U	O	U	U	U	O	0	U	U	U	3,75	
	N	Cortadoras de carne	O	I	I	I	E	E	U	O	U	U	U	U	U	0	U	U	3,75	
	O	Cocinas y hornos	I	I	O	U	E	U	U	O	U	U	O	U	U	U	0	U	3,75	
	P	Área corte plasma	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	0	U	3,75
	Q	Área corte laser	E	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	0	7,5
	Área total																	82,15		

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

La tabla 3-73 detalla el análisis de ponderación cualitativa analizado juntamente con el jefe de producción de la empresa Inoxidables Élite para determinar la relación de cercanía existente entre cada una de las áreas de la empresa para la fabricación de sus productos

f) Matriz TCR

Tabla 3-74: Matriz Total Combined Relationship (TCR)

MATRIZ/TCR PLANTA DE PRODUCCIÓN INOXIDABLES ÉLITE		ÁREAS							PUESTOS DE TRABAJO										TCR
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
		Materia prima	Guillotina hidráulica	Pegadora hidráulica	Roladora CNC	Plegadora manual	Roladora manual	Torno	Frigoríficos Horizontales	Calderas	Moldes	Frigoríficos Verticales	Frigoríficos mixtos	Tanques	. Cortadoras de carne	Cocinas y hornos	Área corte plasma	Área corte laser	
A	Área de materia prima	0	50	40	20	20	50	5	30	20	20	30	30	30	30	30	5	50	460
B	Guillotina hidráulica	50	0	40	5	40	5	5	30	20	20	30	30	20	30	40	5	5	375
C	Pegadora hidráulica	50	40	0	5	50	20	20	30	20	20	30	30	20	30	40	5	5	415
D	Roladora CNC	20	5	5	0	5	5	5	40	50	5	5	5	40	5	5	5	5	210
E	Plegadora manual	30	40	50	20	0	5	5	5	20	50	40	40	20	30	40	5	5	405
F	Roladora manual	5	20	20	40	5	0	5	40	20	5	5	5	40	30	5	5	5	255
G	Torno	20	5	5	5	5	5	0	5	5	5	5	5	30	5	5	5	5	120
H	Frigoríficos Horizontales	30	30	30	5	40	5	5	0	5	5	20	20	5	5	20	5	5	235
I	Calderas	20	20	20	50	30	30	5	5	0	5	5	5	20	5	20	20	5	265
J	Moldes	20	20	30	5	40	5	5	5	5	0	5	20	5	5	20	30	5	225
K	Frigoríficos Verticales	30	30	30	5	40	5	5	20	5	5	0	20	5	5	20	5	5	235
L	Frigoríficos mixtos	30	30	30	5	40	5	5	20	5	5	20	0	5	5	5	5	5	220
M	Tanques	20	20	20	40	30	40	5	20	5	5	5	20	0	5	5	5	5	250
N	. Cortadoras de carne	20	30	30	30	40	40	5	20	5	5	5	5	5	0	5	5	5	255
O	Cocinas y hornos	30	30	20	5	40	5	5	20	5	5	20	5	5	5	0	5	5	210
P	Área corte plasma	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	5	80
Q	Área corte laser	40	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	115

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Los cálculos totales de las relaciones combinadas se obtuvieron a partir de la ponderación cuantitativa en base a los criterios de evaluación detallados en la tabla 3-74 en función de la relación de proximidad y flujo de material. Estas ponderaciones se adicionan y este valor determina la calidad de las relaciones entre las áreas de estudio, los cuales son ingresados en el algoritmo CORELAP que en base a una serie de iteraciones proporciona la distribución de planta más adecuada para la empresa.

g) Resultado del algoritmo CORELAP y propuesta de la redistribución de la planta.

La tabla 3-75 refleja la distribución de la planta propuesta, sin embargo, no es un limitante ya que está sometida a cambios en función de los criterios de los analistas, como se detalla a continuación.

Tabla 3-75: Resultados del algoritmo Corelap

15	11	12	16
10	1	2	6
9	4	3	5
17	7	8	13
			14

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

La distribución actual de la planta se realizó en base a los resultados del algoritmo Corelap, el cual se apoya en los criterios de una distribución por procesos y el principio de economía de movimiento, el cual hace referencia la reducción de movimientos innecesarios y de esta manera optimizando el flujo de trabajo orientado a simplificar el costo de recursos asociados. En función de este criterio de optó por ubicar equipos que ejecutan tareas similares o tienen una relación de continuidad en el proceso, de tal manera que se reduce la distancia y el tiempo de transporte de materiales en proceso, incrementando la eficiencia de los procesos y utilización de recursos disponibles, principalmente se refleja en la agrupación de las máquinas plegadora CNC y plegadora manual, al igual que se realizó la reubicación de los puestos de trabajo como se aprecia en la Ilustración 3-43.

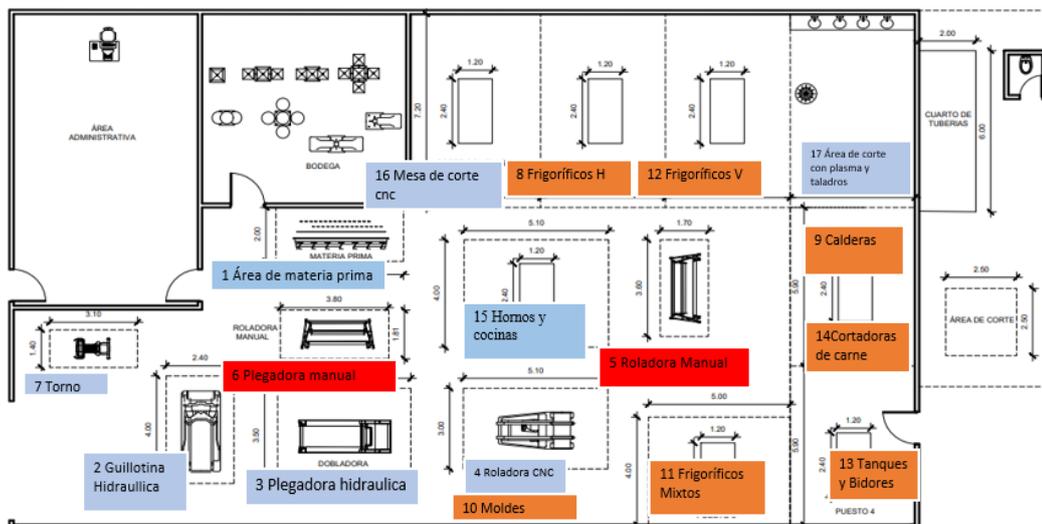
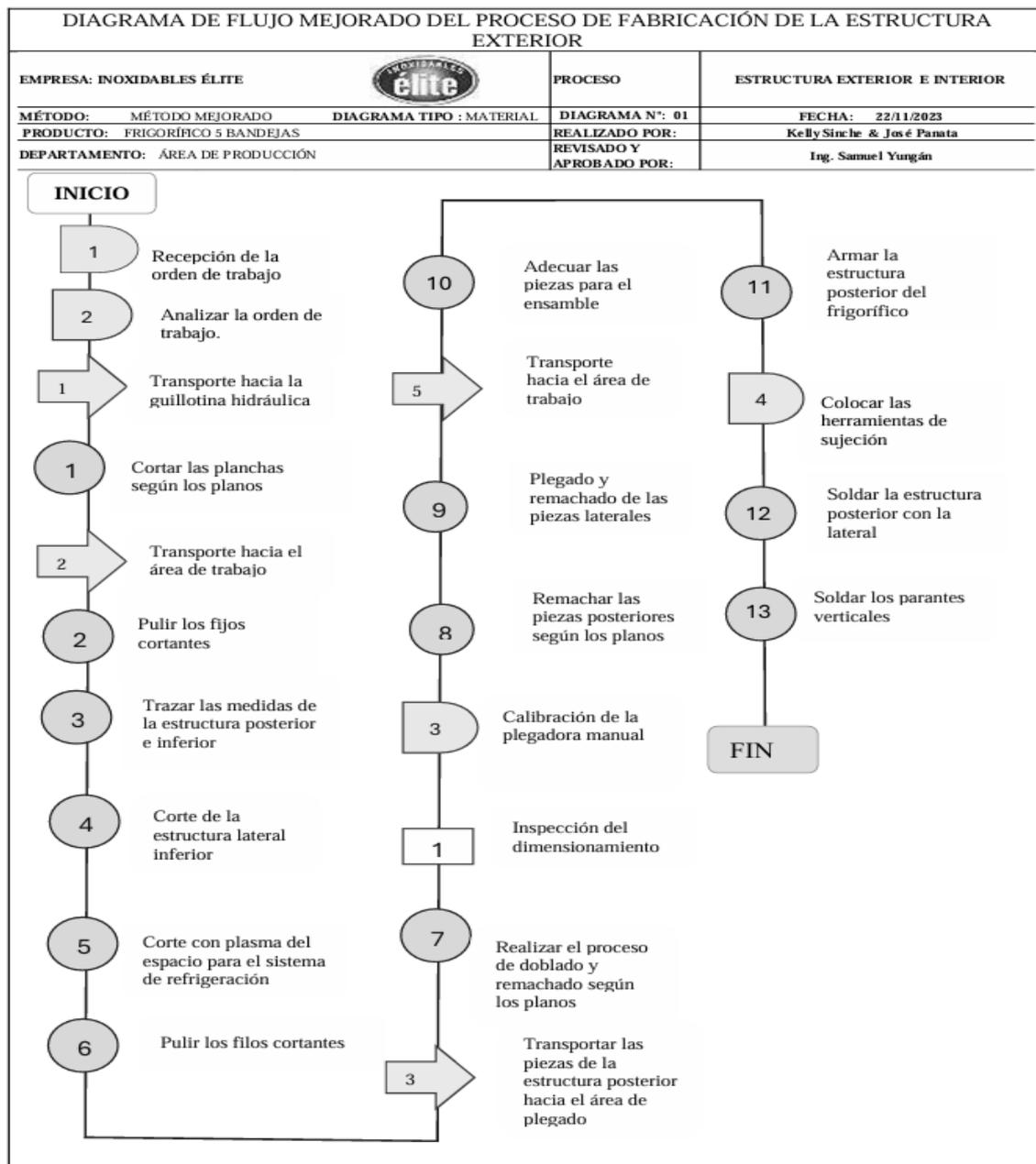


Ilustración 3-43: Distribución actual – Método Corelap- empresa Inoxidables Élite
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.13.2.3 Método de producción de frigoríficos mejorado

En base a la implementación de las mejoras tanto en la redistribución de la planta de la empresa Inoxidables Élite, aplicación de la metodología 5S, entrega de equipos de protección personal y el control de inventarios, se desarrolla mejoras en el método de producción de frigoríficos a través de diagrama de análisis de actividades como el cual se detalla a continuación en las tablas 3-76 hasta la tabla 3-82.

Tabla 3-76: Diagrama proceso N° 01 mejorado Manufactura estructura exterior e interior



Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Diagrama de recorrido optimizado

El diagrama de recorrido optimizado detalla gráficamente las actividades y el recorrido que realiza el material durante el proceso de manufactura del frigorífico Anexo A, el cual se desarrolló a partir del diagrama de flujo del proceso y se estudia mediante el diagrama de análisis del proceso. Este diagrama refleja los cambios realizados mediante la redistribución de la planta, al agrupar las máquinas de plegado manual e hidráulica en una sola área denominada el área de plegado, tabla 3-77, llevando a cabo recorrido menor al proceso inicial.

Tabla 3-77: Diagrama proceso N° 1 mejorado Manufactura estructura exterior e interior

DIAGRAMA DE ANALISIS DEL PROCESO MEJORADO									
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE					PROCESO	ESTRUCTURA EXTERIOR E INTERIOR			
MÉTODO: MÉTODO MEJORADO DIAGRAMA TIPO: MATERIAL			DIAGRAMA N°: 1		FECHA: 22/02/2024				
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS			REALIZADO POR:		Kelly Sinche & José Panata				
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN			REVISADO Y APROBADO POR:		Ing. Samuel Yungán				
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA A (m)	SIMBOLOS						HOJA N° 1
									DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
1	5	0							Recibir la orden de trabajo
2	30	0							Analizar la orden de trabajo
3	3	3							Transportar la plancha de acero hacia la cortadora hidráulica
4	32	0							Cortar las planchas de acero inoxidable
5	2	11							Transportar la plancha de acero hacia el área de trabajo
6	7	0							Pulir los filos cortantes
7	82	0							Trazar las medidas de la estructura posterior y lateral inferior según los planos
8	20	0							Corte de la estructura lateral inferior
9	5	2							Corte con plasma de el espacio para el sistema de refrigeración
10	7	0							Pulir los filos cortantes
11	2	7							Transportar las piezas de la estructura posterior hacia el área de doblado
12	45	0							Realizar el proceso de doblado y remachado según los planos
13	10	0							Inspección del dimensionamiento
14	2	0							Calibración de la dobladora manual
15	5	0							Remachar la piezas posteriores según los planos
16	120	0							Doblado y remachado de las piezas laterales
17	2	7							Transporte de las piezas laterales hacia el puesto de trabajo
18	45	0							Adecuar las piezas para el ensamblaje
19	28	0							Armar la estructura posterior del frigorífico
20	2	0							Colocar las herramientas de sujeción
21	33	0							Soldar la estructura posterior con la estructura lateral
22	20	0							Soldar los parantes verticales

TABLA RESUMEN				
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)
OPERACIÓN		13	449	0
ALMACENAJE		0	0	0
INSPECCIÓN		1	10	0
DEMORA		4	39	0
TRANSPORTE OP.		6	9	28
COMBINADA		0	0	0
TOTAL		24	507	28

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

El diagrama de análisis del proceso N° 1 mejorado detalla la manufactura de la estructura exterior e interior del frigorífico conlleva 22 operaciones, en un periodo de tiempo promedio de 507 min y una distancia de recorrido de 28 m.

Tabla 3-78: Diagrama proceso N° 2 mejorado Ensamble de estructura exterior

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO MEJORADO									
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE					PROCESO	ENSAMBLE ESTRUCTURA EXTERIOR			
MÉTODO: MÉTODO OPTIMIZADO			DIAGRAMA TIPO : MATERIA		DIAGRAMA N°: 2	FECHA: 23/01/2024			
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS					REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata			
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN					REVISADO Y APROBADO POR:	Ing. Samuel Yungán			
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (m)	DISTANCIA (m)	SIMBOLOS						HOJA N° 1
			●	➔	■	◐	▼	◑	DESCRIPCION DEL PROCESO
1	2	5	●	➔					Transportar la pieza frontal inferior hacia la mesa de trabajo
2	38	0	●						Soldar la estructura Frontal Inferior
3	2	0							Inspección de soldadura y dimensionamiento
4	44	0	●						Soldar la estructura Frontal Inferior
5	6	0							Inspección de soldadura y dimensionamiento
6	5	0							Girar 180° la estructura soldada
7	15	0	●						Enderezar la estructura inferior mediante golpes con un martillo de goma
8	4	0							Colocar la base del frigorífico sobre el ensamble de la estructura
10	2	0							Colocar los playos de presión para sujetar las partes a soldar
12	120	0	●						Soldar la base y laterales inferiores del frigorífico
TABLA RESUMEN									
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)					
OPERACIÓN	●	4	217	0					
INSPECCIÓN	■	2	8	0					
DEMORA	◐	3	11	0					
TRANSPORTE	➔	1	2	5					
TOTAL		10	238	5					

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El diagrama de análisis del proceso N° 2 mejorado detalla el ensamble de la estructura exterior el cual conlleva principalmente 4 operaciones de soldadura y un total de 10 operaciones en un periodo de tiempo promedio de 238 min con un recorrido de 5 m.

Tabla 3-79: Diagrama proceso N° 3 mejorado Manufactura de la estructura base.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO MEJORADO							
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE 			PROCESO	MANUFACTURA DE LA ESTRUCTURA BASE			
MÉTODO: MÉTODO OPTIMIZADO TIPO : MATERIAL			DIAGRAMA N°: 03	FECHA: 23/01/202			
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS			REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata			
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN			REVISADO Y APROBADO POR:	Ing. Samuel Yungán			
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	SIMBOLOS				HOJA N° 1
							DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
1	5	0					Tomar las medidas para la elaboración de la estructura base.
2	2	5					Transportar las planchas de acero inoxidable
3	60	0					Trazar las medidas para la elaboración de la estructura base 1 y base 2
4	4	11					Transportas las piezas hacia la cortadora hidráulica
5	5	0					Cortar las piezas
6	2	11					Transportar las piezas hacia la mesa de trabajo
7	13	0					Pulir los filos cortantes
13	2	7					Transportar las piezas de la estructura posterior hacia el área de doblado
14	48	0					Realizar el proceso de doblado y remachado de piezas
15	10	0					Inspección del dimensionamiento
21	2	7					Transporte de las piezas laterales hacia el puesto de trabajo
8	20	0					Ensamblar la base 1 y la base 2 mediante soldadura
9	15	0					Soldar la plataforma fija con la plataforma móvil de las ruedas garruchas
10	15	0					Soldar las ruedas garruchas con la base de tubo galvanizado
TABLA RESUMEN							
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)			
OPERACIÓN		7	176	0			
DEMORA		2	5	0			
TRANSPORTE		6	12	41			
TOTAL		15	193	41			

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El diagrama de análisis del proceso N° 3 mejorado detalla la manufactura de la estructura base que sostendrá a el equipo frigorífico y contiene las ruedas para su transporte, este proceso un total de 15 actividades, en un periodo de tiempo promedio de 193 min y una distancia de recorrido de 41 m.

Tabla 3-80: Diagrama proceso N° 4 mejorado Ensamble estructura interior y exterior.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO MEJORADO										
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE 			PROCESO		ENSAMBLE ESTRUCTURA INTERIOR Y EXTERIOR					
MÉTODO: MÉTODO OPTIMIZADO TIPO : MATERIAL			DIAGRAMA N°: 4		FECHA: 24/01/2024					
FAMILIA DE PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS			REALIZADO POR:		Kelly Sinche & José Panata					
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN			REVISADO Y APROBADO POR:		Ing.Samuel Yungán					
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA A (m)	SIMBOLOS						HOJA N° 1	
									DESCRIPCION DEL PROCESO	
1	30	0								Premontaje de la estructura interior (dos operarios)
2	5	0								Preparación y sujeción de las partes de la estructura interior
3	20	0								Soldar la estructura interior mediante soldadura Tig
4	3	0								Retirar el plástico
5	37,5	0								Premontaje de la estructura exterior e interior
6	15	0								Premontaje y sujeción de las piezas interior y exterior
7	30	0								Ajuste y adecuación de las piezas interior e exterior ha soldar
8	35	0								Soldar la estructura interior con la exterior mediante soldadura Tig
9	3	0								Inspección de soldadura y dimensionamiento
10	37	0								Acondicionamiento y pulido de la estructura
TABLA RESUMEN										
SÍMBOLO		CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)						
OPERACIÓN		7	192,5	0						
INSPECCIÓN		1	3	0						
DEMORA		1	20	0						
OP. COMBINADA		1	15	0						
TOTAL		10	230,5	0						

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El diagrama de análisis del proceso N° 4 mejorado detalla el ensamble de la estructura exterior e interior, el cual es ejecutado por dos operarios, el maestro encargado de la soldadura de componentes y el ayudante quien brinda soporte durante el proceso, agilizando el mismo cumpliendo así, un total de 10 actividades, en un periodo de tiempo promedio de 230,5 min.

Tabla 3-81: Diagrama proceso N° 5 mejorado Ensamble estructura lateral interna parantes

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE					PROCESO	ENSAMBLE ESTRUCTURA LATERAL INTERNA E INSERSIÓN DE EMPAQUES		
MÉTODO: MÉTODO OPTIMIZADO TIPO : MATERIAL			DIAGRAMA N°: 5		FECHA:24/01/2024			
PRODUCTO: FRIGORÍFICO DE 5 BANDEJAS			REALIZADO POR:		Kelly Sinche & José Panata			
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN			REVISADO Y APROBADO POR:		Ing.Samuel Yungán			
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCI A (m)	SIMBOLOS					HOJA N° 1
1	17	0	●					Ajuste del dimensionamiento estructural
2	8	0	●					Soldar la estructura lateral derecha e izquierda
4	4	0						Inspeccionar el dimensionamiento
5	11	0	●					Soldar la estructura inferior de forma vertical
6	2	0						Inspección de soldadura y dimensionamiento
7	15	0	●					Soldar la estructura inferior de forma horizontal
8	3	0	●					Pulir rebabas de la soldadura
9	5	0						Inspección de la soldadura y del dimensionamiento
10	30	0	●					Soldar la estructura inferior de forma horizontal
11	5	0	●					Retirar el plástico de los parantes
14	8	0	●					Pulir la soldadura superior del frigorífico
15	10	0						Preparación y sujeción a nivel la estructura superior
16	11	0	●					Soldar la estructura superior interna con los parantes
17	2	0						Inspección de soldadura y dimensionamiento
19	14	0	●					Medir y cortar los empaques de caucho
20	7	0	●					Pulir fillos de los empaques
21	5	0						Retirar los elementos de sujeción de la parte superior del frigorífico
22	40	0	●					Ajuste de dimensionamiento estructural
23	5	0						Inspección

TABLA RESUMEN				
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCI A (m)
OPERACIÓN		12	169	0
INSPECCIÓN		5	18	0
DEMORA		2	15	0
TOTAL		19	202	0

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El diagrama de análisis del proceso N° 5 mejorado detalla el ensamble de la estructura interna y la estructura lateral del equipo frigorífico, este proceso se ejecuta un total de 19 actividades, en un periodo de tiempo promedio de 202 min.

Tabla 3-82: Diagrama proceso N° 6 mejorado Manufactura bandeja, condensador- evaporador

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO MEJORADO								
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE				MANUFACTURA DE BANDEJAS, CONDENSADOR Y EVAPORADOR				
MÉTODO: MÉTODO OPTIMIZADO		TIPO : MATERIAL		DIAGRAMA N°: 6				
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS				FECHA: 27/01/2024				
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN				HECHO POR: Kelly Sinche & José Panata				
				REVISADO Y APROBADO POR: Ing. Samuel Yungán				
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	SIMBOLOS					HOJA N° 1
								DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
1	3	11						Transportar la plancha de acero inoxidable 430 0,07 mm hacia la cortadora
2	12	0						Cortar la plancha en función de los planos
3	3	11						Transportar hacia la mesa de trabajo
4	12	0						Eliminar los filos cortantes
5	98	0						Trazar las medidas para las bandejas y cubiertas del condensador y evaporador
6	5	0						Cortar el excedente de material para proceso de doblado
7	3	0						Preparación y sujeción de piezas a manufacturar
8	20	0						Realizar perforaciones guía mediante plasma para la incorporación de luces en las bandejas
9	135	0						Taladrado de agujeros para la visualización de luces
10	10	19,5						Transportar las bandejas y las cubiertas hacia el área de plegado
11	75	0						Doblar y remachar las bandejas y cubiertas según los planos
12	15	0						Inspección de dimensionamiento
13	8	19,5						Transportar las bandejas y cubiertas a la mesa de trabajo
14	35	0						Adecuar los dobleces y soldar
15	20	0						Pulir las rebabas de soldadura
16	30	0						Manufacturar los separadores para cada bandeja
17	32	0						Medir y realizar las perforaciones para la colocación de soportes para la bandeja base
18	23	0						Colocar los soportes
19	28	0						Montaje de la bandejas
TABLA RESUMEN								
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)				
OPERACIÓN		7	282	0				
INSPECCIÓN		1	15	0				
DEMORA		3	54	0				
TRANSPORTE OP.		3	14	41,5				
COMBINADA		5	192	0				
TOTAL		19	557	41,5				

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

El diagrama de análisis del proceso N° 6 mejorado detalla la manufactura de las bandejas y la cubierta del condensador y evaporador, anteriormente ejecutados por separado, sin embargo, al utilizar la misma secuencia en el método actual se realizan al mismo tiempo, obteniendo así un total de 19 actividades, en un periodo de tiempo promedio de 557 min y un recorrido de 41,5 m.

Tabla 3-83: Diagrama proceso N° 7 mejorado Manufactura de puertas

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO MEJORADO							
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE				PROCESO			
MÉTODO: MÉTODO OPTIMIZADO		TIPO : MATERIAL		DIAGRAMA N°: 7			
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS				REALIZADO POR: Kelly Sinche & José Panata			
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN				REVISADO Y APROBADO POR: Ing.Samuel Yungán			
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCI A (m)	SIMBOLOS				HOJA N° 1
							DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
1	5	7					Transportar la plancha de acero Inoxidable 430 del área de almacenamiento de materia prima hacia la
2	30	0					Cortar las planchas de acero inoxidable 430 para las puertas según los planos
3	4	7					Transportar las planchas al puesto de trabajo
4	25	0					Pulir los filos cortantes
5	80	0					Trazar los dobleces de las puertas según los planos
6	5	6,5					Transportar las piezas del área de trabajo hacia el área de doblado
7	30	0					Doblado y remachado de las puertas
8	2	7					Transportar las puertas hacia la mesa de trabajo
9	35	0					Enderezar los filos y soldar
10	15	15					Transporte de los componentes de poliuretano de bodega a la mesa de trabajo
11	25	0					Inyección de poliuretano en la base de las puertas
12	15	0					Eliminar los excesos de poliruretano de las puertas
13	60	0					Colocación de las tapas mediante remaches
14	250	0					Instalación de empaques magnéticos
15	20	0					Trazado de medidas para el taladrado de agujeros para las tiraderas
16	100	0					Taladrado de agujeros
17	20	0					Instalación de tiradores en las puertas
18	40	0					Montaje de las puertas
TABLA RESUMEN							
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)			
OPERACIÓN		11	675	0			
TRANSPORTE		4	31	42,5			
COMBINADA		2	55	0			
TOTAL		17	761	42,5			

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El diagrama de análisis del proceso N° 7 mejorado detalla la manufactura de las bandejas y la cubierta del condensador y evaporador, anteriormente ejecutados por separado, sin embargo, al utilizar la misma secuencia en el método actual se realizan al mismo tiempo, obteniendo así un total de 17 actividades, en un periodo de tiempo promedio de 761 min y un recorrido de 42,5 m.

Tabla 3-84: Diagrama proceso N° 8 mejorado Manufactura condensador y evaporador

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO MEJORADO							
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE				PROCESO	MANUFACTURA DEL CONDENSADOR Y EVAPORADOR		
MÉTODO: MÉTODO OPTIMIZADO		TIPO : MATERIAL		DIAGRAMA N°: 08	FECHA:28/01/2024		
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS				REALIZADO POR:	Kelly Sinche & Jose Panata		
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN				REVISADO Y APROBADO POR:	Ing.Samuel Yungán		
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	SIMBOLOS				HOJA N° 1
							DESCRIPCION DEL PROCESO
1	5	5					Transportar la plancha de aluminio hacia la mesa de corte CNC
2	30	0					Corte CNC de las láminas de aluminio para el condensador y evaporador
3	5	6,5					Transportar al área de trabajo
4	25	0					Medir y cortar la cañería para la fabricación del Freezer
5	45	0					Ensamblar las piezas de aluminio en la cañería
6	25	0					blar el freezer con la cañería de las bandejas y el tubo cap
7	45	0					Instalacion del el freezer superior
8	48	0					Manufactura de la bandeja de soporte para el freezer
9	31	0					Instalación de la bandeja soporte del freezer superior
10	15	0					Instalación de la mangera para la descarga de agua del sistema de refrigeración
TABLA RESUMEN							
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)			
OPERACIÓN		8	264	0			
TRANSPORTE		2	10	11,5			
TOTAL		10	274	11,5			

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El diagrama de análisis del proceso N° 8 mejorado detalla la manufactura de las bandejas y la cubierta del condensador y evaporador la principal mejora de este proceso el corte de las piezas de aluminio haciendo uso de la máquina cortadora laser CNC, eliminando el proceso de trazado corte y perforado de manera manual. Obteniendo el condensador y evaporador en un tiempo promedio de 274 min en un recorrido de 11,5 m.

Tabla 3-85: Diagrama proceso N° 9 mejorado Manufactura estructura exterior e interior

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO MEJORADO								
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE				PROCESO	INSTALACIÓN DE BANDEJAS			
MÉTODO: MÉTODO OPTIMIZADO		TIPO : MATERIAL		DIAGRAMA N°: 09	FECHA:29/01/2024			
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS				REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata			
DEPARTAMENTO:		ÁREA DE PRODUCCIÓN		REVISADO Y APROBADO POR:	Ing.Samuel Yungán			
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (m)	DISTANCIA A (m)	SIMBOLOS					HOJA N° 1
								DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
1	5	0						Dimensionar separación de las bandejas en el interior del frigorífico
2	10	0						Trazar y cortar con la maquina amoladora el espacio para el paso de la tubería de cobre
3	65	0						Ensamble de bandejas
4	28,5	0						Manufactura de soportes para la tubería de cobre
5	37	0						Instalación de la tubería de cobre en la parte inferior de las bandejas
6	80	0						Instalación de la bandeja base en el frigorífico y ensamble con el freezer 2
7	20	0						Pre montaje de la bandeja base y ensamble de la tubería de cobre
8	120	0						Instalación de la cañería de cobre en las bandejas
9	35	0						Taladrado y ensablado de separadores mediante remaches
TABLA RESUMEN								
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA A (m)				
OPERACIÓN		7	357	0				
DEMORA		1	5	0				
OP. COMBINADA		1	28,5	0				
TOTAL		9	390,5	0				

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El diagrama de análisis del proceso N° 9 mejorado detalla el proceso de instalación de las bandejas, en el cual se registran 9 actividades en un tiempo promedio de 390,5 min.

Tabla 3-86: Diagrama proceso N° 10 mejorado Instalación del sistema de iluminación

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO MEJORADO									
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE					PROCESO INSTALACION DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN				
MÉTODO: MÉTODO OPTIMIZADO TIPO : MATERIAL			DIAGRAMA N°: 10		FECHA:29/01/2024				
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS			REALIZADO POR:		Kelly Sinche & José Panata				
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN			REVISADO Y APROBADO POR:		Ing.Samuel Yungán				
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	SIMBOLOS						HOJA N° 1
			●	→	■	◐	▼	◑	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
1	3	5		●					Transporte de materiales
2	5	0						●	Dimensionar el cable gemelo necesario para la instalación del sistema iluminación
3	20	0	●						Taladrar los agujeros en la estructura de frigorífico
4	30	0	●						Instalar el cable gemelo
5	15	0	●						Colocar las luces en las tres bandejas con cinta doble faz
6	16	0	●						Sujetar las luces con amarraderas
7	10	0	●						Realizar la conexión del cable gemelo con los focos led a traves de un empalme
8	5	0						●	Medir la longitud de luces led necesaria para la parte frontal inferior externa del frigorífico
9	23	0	●						Cortar la cinta de luces led
10	10	0	●						Pegar las luces led en el frigorífico haciendo uso de cinta doble faz
11	20	0	●						Realizar la conexión de las luces led al sistema de iluminación
12	3	0						●	Prueba de funcionamiento
TABLA RESUMEN									
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)					
OPERACIÓN	●	9	147	0					
DEMORA	◐	2	10	0					
TRANSPORTE	→	1	3	5					
TOTAL		12	160	5					

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El diagrama de análisis del proceso N° 10 describe el proceso para la instalación del sistema de iluminación en el cual se registran 12 actividades un tiempo promedio de 160 min y un recorrido de 5 m.

Tabla 3-87: Diagrama proceso N° 11 mejorado Inyección de poliuretano. (Hoja 1)

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO				
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE				PROCESO INYECCIÓN DE POLIURETANO
MÉTODO: MÉTODO OPTIMIZADO		TIPO : MATERIAL		DIAGRAMA N°: 11
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS				FECHA: 30/01/2024
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN				REALIZADO POR: Kelly Sinche & José Panata
				REVISADO Y APROBADO POR: Ing.Samuel Yungán
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	SÍMBOLOS	HOJA N° 1 de 2
				DESCRIPCION DEL PROCESO
1	15	0		Aplicar el sellador de silicona en los bordes soldados del frigorífico
2	10	16		Espera mientras se transporta las canecas de poliuretano de la bodega hacia el área de trabajo
3	3	0		Medir 200ml del componente A y B de poliuretano
4	3	0		Mezclar
5	1	0		Aplicar la mezcla de poliuretanos en la parte interior derecha del frigorífico
6	2	0		Distribuir la mezcla de manera homogénea agitando el equipo
7	3	0		Colocar los apoyos
8	2	0		Medir 200ml del componente A y B de poliuretano
9	3	0		Mezclar
10	5	0		Aplicar la mezcla de poliuretano en la sección interna izquierda del refrigerador
11	3	0		Distribuir homogéneamente la mezcla agitando el equipo
12	10	0		Posicionar los soportes laterales
13	5	0		Espera reacción del componente químico
14	2	0		Retirar los apoyos
15	2	0		Medir 100ml del componente A y B de poliuretano
16	2	0		Mezclar
17	3	0		Aplicar la mezcla de poliuretano en la sección interna de los parantes
18	3	0		Esperar la reacción del componente químico
19	2	0		Medir 100ml del componente A y B de poliuretano
20	3	0		Mezclar
21	2	0		Aplicar la mezcla de poliuretanos sección interna de la parte superior del frigorífico
22	3	0		Ubicar los soportes en la parte superior
23	2	0		Esperar la reacción del componente químico
24	3	0		Retirar los soportes
25	3	0		Inspeccionar la calidad de la inyección de poliuretano
26	3	0		Medir 50ml del componente A y B de poliuretano
27	2	0		Mezclar
28	3	0		Aplicar la mezcla de poliuretanos en la sección interna de los parantes del frigorífico
29	2	0		Colocar los soportes
30	3	0		Esperar la reacción del componente químico
31	2	0		Retirar los soportes
32	3	0		Inspeccionar
33	2	0		Medir 50ml del componente A y B de poliuretano
34	2	0		Mezclar
35	2	0		Aplicar la mezcla de poliuretano en la sección interna de los parantes
36	2	0		Colocar los soportes

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Tabla 3-88: Diagrama proceso N° 11 mejorado Inyección de poliuretano. (Hoja 2)

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO							
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE				PROCESO			
FAMILIA DE PRODUCTO: FRIGORIFÍCO 5 BANDEJAS		REALIZADO POR:		INYECCIÓN DE POLIURETANO			
DEPARTAMENTO; ÁREA DE PRODUCCIÓN		REVISADO Y APROBADO POR:		FECHA: 04/12/2023			
				Kelly Sinche & José Panata			
				Ing.Samuel Yungán			
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	SIMBOLOS				HOJA N° 2 de 2
							DESCRIPCION DEL PROCESO
37	3	0					Esperar la reaccion del componente quimico
38	2	0					Retirar los soportes
39	5	0					Inspeccionar
40	2	0					Medir 50ml del componente A y B de poliuretano
41	2	0					Mezclar
42	2	0					Aplicar la mezcla de poliuterano en la parte superior
43	2	0					Ubicar los soportes en la parte superior
44	3	0					Espera reaccion del componente quimico
45	2	0					Retirar los soportes
46	3	0					Inspeccionar la calidad de la inyección de poliuretano
47	2	0					Medir 40ml del componente A y B de poliuretano
48	2	0					Mezclar
49	2	0					Aplicar la mezcla de poliuterano en la parte superior interna del frigorífico
50	3	0					Colocar los soportes en la parte superior
51	3	0					Espera reaccion del componente quimico
52	2	0					Retirar los soportes
53	3	0					Inspeccionar la calidad de la inyección de poliuretano
54	15	0					Limpieza del exceso de poliuretano
TABLA RESUMEN							
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)			
OPERACIÓN		30	96	0			
INSPECCIÓN		5	17	0			
DEMORA		7	66	0			
TOTAL		42	179	0			

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El diagrama de análisis del proceso N° 11 describe el proceso inyección de poliuretano, cuyas mejoras son mayor supervisión durante el proceso y capacitación por parte del jefe de producción para la eliminación de defectos en el proceso de inyección, tal manera en el cual se registran 42 actividades un tiempo promedio de 179 min.

Tabla 3-89: Diagrama proceso N° 12 mejorado Montaje de rótulos

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO MEJORADO								
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE 		PROCESO	MONTAJE DE RÓTULOS					
MÉTODO: MÉTODO OPTIMIZADO TIPO : MATERIAL		DIAGRAMA N°: 12	FECHA: 30/01/2024					
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS		REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata					
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN		REVISADO Y APROBADO POR:	Ing.Samuel Yungán					
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	SIMBOLOS					HOJA N° 1
								
1	3	5						Transporte de las láminas de acrílico de bodega hacia el puesto de trabajo
2	15	0						Trazado y corte del acrílico según los requerimientos
3	20	0						Pulir los bordes del acrílico
4	15	0						Colocar del acrílico en el rotulo del frigorífico
5	20	0						Instalación de luces y cableado del rótulo
6	36	0						Ensamble del rótulo en el frigorífico mediante soldadura
7	3	0						Prueba de funcionamiento
TABLA RESUMEN								
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)				
OPERACIÓN		4	109	0				
INSPECCIÓN		1	3	0				
TRANSPORTE		1	3	5				
OP. COMBINADA		1	15	0				
TOTAL		7	130	5				

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El diagrama de análisis del proceso N° 12 describe el proceso de montaje de los rótulos, el cual registra la ejecución 7 actividades un tiempo promedio de 127 min con un recorrido de 5 m.

Tabla 3-90: Diagrama proceso N° 13 mejorado Manufactura de biseles e instalación vidrio

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO MEJORADO							
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE 		PROCESO		MANUFACTURA DE BISELES E INSTALACIÓN DEL VIDRIO			
MÉTODO: MÉTODO OPTIMIZADO TIPO : MATERIAL		DIAGRAMA N°: 13		FECHA:30/01/2024			
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS		REALIZADO POR:		Kelly Sinche & José Panata			
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN		REVISADO Y APROBADO POR:		Ing. Samuel Yungán			
N° DE ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	SIMBOLOS				HOJA N° 1
			●	➔	■	◐	
1	20	0	●				Pulir las soldaduras hasta obtener un acabado brillante
2	3	0		➔			Tomar las medidas para los biseles
3	5	5	●				Transportar una plancha de acero inoxidable AISI 430 de 0,4 mm a la guillotina hidráulica
4	5	0	●				Cortar una Plancha de acero inoxidable AISI 430 de 0,4 mm de espesor de acuerdo con las especificaciones delineadas en los
5	2	2	●				Transportar a la mesa de trabajo
6	3	0	●				Pulir los filos cortantes
7	5	6,5	●				Transportar los biseles desde el área de trabajo hacia el área de plegado
8	25	0	●				Doblar las piezas según las medidas requeridas
9	3	0	●				Inspección de dimensionamiento
10	2	6,5	●				Transporte a el área de trabajo
11	140	0	●				Ensamblaje de los biseles en el equipo frigorífico
12	20	0	●				Preparar el área del frigorífico para la instalación del vidrio panorámico
13	5	18	●				Transportar el vidrio de la bodega hacia el área de trabajo
14	5	0	●				Limpiar el vidrio panorámico y los vidrios laterales
15	5	0	●				Colocar cinta doble faz en los bordes del vidrio panorámico
16	20	0	●				Montaje del vidrio panorámico en el frigorífico
17	30	0	●				Ensamble de biseles para la sujeción del vidrio panorámico
18	15	0	●				Pre montaje de vidrios laterales
19	2	0	●				Inspección
20	3	0	●				Cortar el vidrio lateral para que coincida con el vidrio panorámico
21	2	0	●				Pulir los filos cortantes del vidrio
22	5	0	●				Colocar silicona en la parte inferior de los vidrios laterales
23	25	0	●				Ensamblar los vidrios laterales
24	3	0	●				Inspección
TABLA RESUMEN							
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)			
OPERACIÓN	●	14	308	0			
INSPECCIÓN	■	3	8	0			
DEMORA	◐	2	18	0			
TRANSPORTE	➔	5	19	38			
TOTAL		24	353	38			

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El proceso N° 13 corresponde a la manufactura de biseles e instalación del vidrio, este proceso involucra a los 2 operarios, en este proceso se ejecutan 24 actividades en un tiempo promedio de 353 min y un recorrido de 38 m.

3.14 Cálculo de indicadores de productividad

En base al análisis de proceso de producción de frigoríficos, tabla 3-93, la cual se resume en 135 operaciones con un tiempo de 3708,5 min, 21 inspecciones con un tiempo de 202 min, así también se realizan 19 transportes con un tiempo de 128 min y una distancia de 283,5 m de recorrido, finalmente 11 operaciones combinadas que emplean un tiempo de 365,5 min. Cuantificando así 215 actividades con un tiempo promedio total de 4650 min siendo estos datos necesarios para la determinación de los indicadores de productividad AVA y IAVA.

Tabla 3-91: Tabla resumen del proceso optimizado de fabricación de frigoríficos.

TABLA RESUMEN - DIAGRAMA ANALISIS DE PROCESO FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS OPTIMIZADO				
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)
OPERACIÓN		135	3708,5	0
ALMACENAJE		1	3	0
INSPECCIÓN		21	202	0
DEMORA		28	243	0
TRANSPORTE		19	128	283,5
OP. COMBINADA		11	365,5	0
TOTAL		215	4650	283,5

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.14.1 Índice de valor agregado (AVA%)

Consideración: sí, el AVA es $\geq 75\%$ el proceso es eficiente en función del tiempo empleado, por lo contrario, sí el AVA es $\leq 75\%$ el proceso no es eficiente. (Moyano, 2022)

$$AVA(\%) = \left(\frac{\text{Tiempo de valor agregado}}{\text{tiempo total}} \right) * 100\%$$

$$AVA(\%) = 91,95\%$$

El IVA de 91,95 % se determina que el proceso es efectivo en cuanto al tiempo empleado durante el proceso, sin embargo, puede ser mejorado a través de la aplicación de herramientas de ingeniería de métodos que optimicen el proceso productivo.

3.14.2 Índice de actividades que agregan valor (IVA %)

Consideración: sí, el IVA es $\geq 75\%$ el proceso es eficiente en función las actividades realizadas en el proceso de producción, por lo contrario, sí el IVA es $\leq 75\%$ el proceso no es eficiente.

$$IVA (\%) = \left(\frac{\text{Actividades valor agregado}}{\text{total de actividades}} \right) * 100\%$$

$$IVA(\%) = 77,67\%$$

El indicador IVA de 77,67% indica que en función del número de actividades realizadas en el proceso de producción es aceptable como eficiente.

3.14.2.1 Análisis de desperdicios del método de producción de frigoríficos mejorado

El análisis de desperdicios analiza el método actual de fabricación de frigoríficos, descritos en base a los diagramas de análisis del proceso bajo los criterios establecidos, a continuación, en la tabla 3-92 se realiza el análisis del desperdicio del proceso mejorado para la manufactura de la estructura exterior del frigorífico de 5 bandejas.

Nota: de igual manera el análisis de desperdicios N° 1 se utiliza como ejemplificación del estudio, realizando el análisis de los demás procesos como adjunto en los anexos.

Tabla 3-92: Tabla resumen del proceso optimizado de fabricación de frigoríficos.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS MEJORADO								
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE				PROCESO	ESTRUCTURA EXTERIOR			
MÉTODO: MÉTODO OPTIMIZADO		DIAGRAMA TIPO : MATERIAL		DIAGRAMA N°: 01	FECHA: 22/01/2023			
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS				REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata			
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN				REVISADO Y APROBADO POR:	Ing.Samuel Yungán			
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOS					HOJA N° 1		
					Tiempo (min)	Actividad a, b, c	OBSERVACIÓN	
Recibir la orden de trabajo					5	a	Orden de trabajo formal especificaciones detalladas del equipo a fabricar	
Analizar la orden de trabajo					30	b		
Transportar la plancha de acero hacia la cortadora hidráulica					3	c		
Cortar las planchas de acero inoxidable					32	a		
Transportar la plancha de acero hacia el área de trabajo					2	c		
Pulir los filos cortantes					7	b		
Traza las medidas de la estructura exterior e inferior según los planos					82	a		
Corte de la estructura lateral inferior					20	a		
Corte con plasma de el espacio para el sistema de refrigeración					5	b		
Pulido de filos cortantes					7	b		
Transportar las piezas posteriores hacia el área de doblado					2	c		
Realizar el proceso de doblado y remachado según los planos					45	a		Se recuce el recorrido desde la plegadora hidráulica hacia la plegadora manual ubicandolas en una sola área
Inspección del dimensionamiento					10	a		
Calibración de la dobladora manual					2	b		
Remachar la piezas posteriores según los planos					5	a		
Doblado y remachado de las piezas laterales					120	a		
Transporte de las piezas laterales hacia el puesto de trabajo					2	c		
Adecuar las piezas para el ensamblaje					45	b		
Armar la estructura posterior del frigorífico					28	a		
Colocar las herramientas de sujeción					2	b		
Soldar la estructura posterior con la estructura lateral					33	a		
Soldar los parantes verticales					20	a	Las 5 S reducen el tiempo de buscar las herramientas	
TABLA RESUMEN					RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES V.A. Y DESPERDI			
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (Min)	ACTIVIDADES	CANTIDAD			
OPERACIÓN		13	449	Agregan valor (a)	11			
ALMACENAJE		0	0	NAV pero es necesario (b)	7			
INSPECCIÓN		1	10	No agregan valor ©	4			
DEMORA		5	126	%VA = (a+b) / (a+b+c) *100	81,82%			
TRANSPORTE		6	14	%Improductividad = 1 - %VA	18,18%			
TOTAL		25	599					

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El análisis de desperdicios correspondiente al proceso de manufactura de la estructura exterior optimizado indica un 82% de actividades de valor agregado y 18% de improductividad.

Tabla 3-93: Tabla resumen del análisis de desperdicios mejorados

Proceso de producción	TIPO DE ACTIVIDADES			ANÁLISIS DE DESPERDICIOS	
	a	b	c	% VA DESPUES	IMPRODUCTIVIDAD %
Manufactura de la estructura exterior	10	15	1	81,82%	18,18%
Ensamble de la estructura exterior	3	5	4	72,73%	27,27%
Manufactura de las bases 1 y 2	7	2	2	75,00%	25,00%
Ensamblar con soldadura Mic la estructura interior y exterior	12	5	2	81,82%	18,18%
Soldadura de la estructura lateral e interna de los parantes e inserción de empaques	12	5	2	89,47%	10,53%
Manufactura de las bandejas	4	10	4	77,78%	22,22%
Manufactura de las puertas	11	2	4	76,47%	23,53%
Manufactura e instalación del condensador y evaporador	5	3	2	80,00%	20,00%
Instalación de las bandejas	5	4	1	83,33%	16,67%
Instalación del sistema de iluminación	5	5	2	83,33%	16,67%
Inyección de poliuretanos	12	28	13	75,93%	24,07%
Montaje de rótulos	3	1	1	85,71%	14,29%
Instalación del vidrio	10	7	7	70,83%	29,17%
instalación del sistema de refrigeración	3	0	1	96,70%	3,30%
Acabados y embalaje	3	5	1	93%	7%

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

La tabla 3-93 correspondiente al análisis de desperdicios muestra un incremento de porcentaje de valor agregado de cada uno de los procesos, de tal manera que el 86% del proceso promedio es eficiente, debido a que el porcentaje de valor agregado supera el 75%.

3.14.3 Estandarización

Una vez realizados los cálculos correspondientes se procede a realizar el cálculo del tiempo estándar para el proceso de fabricación de frigoríficos de 5 bandejas, el cual se obtiene a partir de las recomendaciones de la Norma ISO 10012:2003, se realizó la toma de tiempos con cronómetro mediante el método continuo y el registro mediante cámaras de video.

Así también en función de los criterios de número de ciclos recomendados según General Electric Company de la tabla 3-94, para el estudio de tiempos del proceso de fabricación de frigoríficos se recomienda el registro de 3 ciclos debido a que los tiempos de ciclo son mayores a 40 min.

Tabla 3-94: Cálculo número de observaciones criterio de General Electric Company

Tiempo de ciclo (min)	Número de ciclos recomendados
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1	30
2	20
2-5	15
5-10	10
10-20	8
20-40	5
Mas de 40	3

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.14.3.1 Valoración de ritmo de trabajo

Posteriormente a la toma de datos del proceso mejorado se realiza la valoración del ritmo de trabajo para cada una de las actividades realizadas por el operador en base a la tabla de valoración del ritmo de trabajo de Westinghouse, que permite evaluar los 4 factores principales como son la habilidad del operario, esfuerzo, condiciones y consistencia, los mismos que serán adicionados más la unidad obteniendo así el Fv como se muestra para el proceso de soldadura a continuación en la tabla 3-95.

Tabla 3-95: Valoración del ritmo de trabajo para el proceso de soldadura.

TABLA DE VALORACIÓN DEL TRABAJO					
Proceso: Soldadura					
HABILIDAD			DESEMPEÑO		
0,15	A1	Superior	0,13	A1	Excesivo
0,13	A2		0,12	A2	
0,11	B1	Excelente	0,1	B1	Excelente
0,08	B2		0,08	B2	
0,06	C1	Buena	0,05	C1	Buena
0,03	C2		0,02	C2	
0	D	Media	0	D	Medio
-0,05	E2	Aceptable	-0,04	E2	Aceptable
-0,1			-0,08		
-0,16	F1	Pobre	-0,12	F1	Pobre
0,22	F2		-0,17	F2	
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0,06	A	Ideales	0,04	A	Perfecta
0,04	B	Excelentes	0,03	B	Excelente
0,02	C	Buenas	0,01	C	Buena
0	D	Medias	0	D	Media
-0,03	E	Aceptables	-0,02	E	Aceptable
-0,07	F	Pobres	-0,04	F	Pobre
TOTAL				0,25	
$Fv = 1 + \sum \text{Suplementos}$				1,25	

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.14.3.2 Suplementos adicionales por fatiga

Según la OIT para el cálculo el tiempo estándar de una actividad se debe tener en cuenta los suplementos variables por fatiga, establecidos en la OIT y detallados en el capítulo 2 tabla 2-2.

A continuación, se presenta un extracto de los factores observados para el proceso de producción de frigoríficos, para ello se tiene en cuenta que los operarios dedicados a esta labor son únicamente masculinos.

Tabla 3-96: Valoración del ritmo de trabajo para el proceso de soldadura

SUPLEMENTOS ADICIONALES POR FATIGA				
TIPO	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	VALOR	FV
CONSTANTES	S1	Necesidades personales	5	0,05
	S2	Fatiga	4	0,04
VARIABLES	S3	Trabajar de pie	2	0,02
	S4	Postura incómoda	2	0,02
	S5	Uso de fuerza o energía	5Kg - 1	0,01
			7,5 kg - 2	0,02
	S6	Trabajos de precisión	2	0,02
	S7	Sonidos intermitentes y muy fuertes	5	0,05
	S8	Proceso complejo	4	0,04

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

En base a lo anteriormente explicado se obtiene la tabla 3-97 correspondiente al resumen de los factores de valoración del trabajo y tiempos suplementarios para cada una de las actividades destacando aquellas de mayor importancia como son el proceso de transporte, soldadura, trazado, corte, doblado e inspección, necesarios para la determinación del tiempo tipo.

Tabla 3-97: Cálculo de tiempos suplementarios

Cálculos suplementos para el tiempo estándar			
Valoración de Desempeño		Suplementos Fatiga	
Transporte	0,14	Transporte	0,17
Soldadura	0,21	Soldadura	0,25
Corte	0,18	Corte	0,26
Doblado	0,19	Doblado	0,26
Pulir	0,1	Pulir	0,19
Montaje	0,11	Montaje	0,19
Trazado	0,19	Trazado	0,19
Inspección	0,28	Inspección	0,16

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.14.3.3 Estandarización del proceso

Una vez realizados los cálculos correspondientes se procede a realizar el cálculo del tiempo estándar para el proceso de producción de frigoríficos de 5 bandejas de la siguiente manera:

Cálculo del tiempo observado

El tiempo observado es el promedio de los tiempos registrados, por ejemplo, para la operación N. 01 se registra las siguientes tomas de tiempo $t1=5.83$ $t2=5$ $t3=4.67$, obteniendo un tiempo observado de 5 min.

$$T_o = \frac{t1 + t2 + t3}{n}$$

$$T_o = 5 \text{ min}$$

Cálculo del tiempo normal

El tiempo normal es igual al tiempo observado por el factor de valoración del ritmo de trabajo, en este caso se evalúa a un ritmo de trabajo normal igual a 1 y un factor de valoración 0,01 por lo tanto al aplicar la siguiente ecuación el tiempo normal es de 5,2 min.

$$T_n = T_o * (1 + Fv)$$

$$T_n = 5,2 \text{ min}$$

Cálculo del tiempo estándar

El tiempo estándar o tiempo tipo es igual al tiempo normal por el factor de tiempos suplementarios mediante la siguiente ecuación, obteniendo un tiempo estándar de 6,05 min para recibir la orden de trabajo, este proceso se realiza para cada una de las operaciones realizadas para la fabricación de frigoríficos, como se muestra en la tabla 3-100.

$$T_s = T_n * (1 + Fs)$$

$$T_s = 6,05 \text{ min}$$

Tabla 3-98: Cálculo tiempo estándar del proceso de manufactura de la estructura exterior

FICHA PARA EL CÁLCULO DEL TIEMPO ESTANDAR									
Empresa:		Área :		PRODUCCIÓN			Método		Actual
INOXIDABLES ÉLITE		Producto		FRIGORÍFICO DE 5 BANDEJAS			Material		Acero Inoxidable
		Proceso		Manufactura de la estructura exterior			Operario		Hombre
		Analistas:		Kelly Sinche & José Panata			Unidad		Minutos
							Hoja		1 de 17
N.	OPERACIÓN	OBSERVACIONES (min)			TO (min)	FV	TN (min)	FS	T Est. (min)
		1	2	3					
1	Recibir la orden de trabajo	5,83	5,00	4,67	5	0,01	5,2	0,16	6,05
2	Analizar la orden de trabajo	30,83	30,00	29,67	30	0,01	27,5	0,16	31,84
4	Transportar la plancha de acero hacia la cortadora hidráulica	5,83	5,00	4,67	5	0,14	5,4	0,17	6,29
5	Cortar las planchas de acero	32,83	32,00	31,67	32	0,18	34,7	0,26	43,77
6	Transportar la plancha de acero hacia el área de trabajo	2,83	2,00	1,67	2	0,14	2,3	0,26	2,84
7	Pulir los filos cortantes	7,83	7,00	6,67	7	0,10	7,2	0,19	8,53
8	Trazar las medidas de la estructura	82,83	82,00	81,67	82	0,19	89,6	0,20	107,47
10	Corte de la estructura lateral inferior	20,73	19,90	19,57	20	0,18	21,7	0,26	27,31
11	Corte con plasma de el espacio para el sistema de refrigeración	3,98	3,15	2,82	3	0,18	3,6	0,26	4,51
12	Pulir los filos cortantes	7,73	6,90	6,57	7	0,10	7,1	0,20	8,48
13	Transportar las piezas de la estructura posterior hacia el área de doblado	4,83	4,00	3,67	4	0,14	4,3	0,17	5,07
14	Realizar el proceso de doblado y remachado según los planos	45,33	44,50	44,17	45	0,19	48,7	0,26	61,35
18	Calibración de la dobladora manual	2,73	1,90	1,57	2	0,02	1,9	0,16	2,21
20	Doblado y remachado de las piezas laterales	169,17	168,33	168,00	169	0,20	185,4	0,26	233,54
21	Transporte de las piezas laterales hacia el puesto de trabajo	2,73	1,90	1,57	2	0,14	2,1	0,17	2,51
22	Adecuar las piezas para el ensamblaje	45,73	44,90	44,57	45	0,21	50,0	0,26	63,03
23	Amar la estructura posterior del frigorífico	28,83	28,00	27,67	28	0,21	31,3	0,19	37,21
24	Colocar las herramientas de sujeción	2,73	1,90	1,57	2	0,01	1,9	0,17	2,20
25	Soldar la estructura posterior con la estructura lateral	33,73	32,90	32,57	33	0,21	36,7	0,20	44,04
26	Soldar los parantes verticales	21,00	20,17	19,83	20	0,21	22,6	0,20	27,08
Σ Tiempo Observado					350,17				
Σ Tiempo Normal					384,9				
Σ Tiempo tipo o estándar					478,2				

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El proceso de manufactura de la estructura exterior, según el estudio de métodos y tiempos, ha calculado los siguientes valores: un tiempo observado de 350,17 minutos, un tiempo normal de 384,9 minutos y un tiempo estándar de 478,2 minutos, equivalente a 8,12 horas, incluyendo descansos y pausas activas.

Nota: Una vez implementadas las mejoras del método de producción de frigoríficos, se realiza el mismo método para calcular el tiempo de ciclo, de cada uno de los procesos analizados anteriormente, a continuación, se presenta la tabla resumen del tiempo estándar y el mismo que se encuentra fundamentado en los cálculos detallados en el ANEXO H.

Una vez realizado el proceso de estandarización de cada uno de los procesos para la manufactura de frigoríficos se realiza la tabla resumen registro de tiempos para el cálculo del tiempo estándar detallado en la tabla 3-99.

Tabla 3-99: Cálculo del tiempo estándar para el proceso de manufactura de frigoríficos.

FICHA RESUMEN DEL TIEMPO ESTANDAR				
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE 	Método	Actual		
Producto: Frigorífico de 5 bandejas	Material	Acero Inoxidable		
Analistas: Kelly Sinche & José Panata	Operario	Jhonny G.	Jeferson C.	
Fecha: 10 de marzo 2024	Unidad	Minutos		
Proceso de producción	Tiempo observado T_o	Tiempo normal T_n	Tiempo estándar T_s (min)	Tiempo estándar T_s (h)
Manufactura de la estructura exterior	350,17	384,9	487,2	8,12
Ensamble de la estructura exterior	249,96	272,7	336,9	5,62
Manufactura de la estructura base	88,03	103,8	123,8	2,06
Ensamblar con soldadura Mig la estructura interior y exterior	235,39	238	286	4,77
Soldadura de la estructura lateral e interna de los parantes e inserción de empaques	214,88	158,1	187,6	3,13
Manufactura de las bandejas	572,05	622,88	736,2	12,27
Manufactura de las puertas	610,58	669,1	828,7	13,81
Manufactura e instalación del condensador y evaporador	285,01	305,8	366	6,10
Instalación de las bandejas	400,33	402,4	487,2	8,12
Instalación del sistema de iluminación	180,89	189,9	222	3,70
Inyección de poliuretanos	191,57	182	198,4	3,31
Montaje de rótulos	112,66	115,1	139,4	2,32
Instalación del vidrio	358,08	385,5	464,3	7,74
Instalación del sistema de refrigeración	310,59	288,9	332,2	5,54
Acabados y embalaje	119,35	120,2	131,3	2,19
Total	4279,54	4439,28	5327,20	88,79

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

En función de los resultados del proceso de estandarización reflejados en tabla 3-100 para la fabricación de frigoríficos de 5 bandejas se obtiene un tiempo estándar de 5327 min equivalente a 88,79 horas y 11 días laborables.

Cálculo del tiempo de ciclo (T_c)

El cálculo del tiempo de ciclo para el proceso de fabricación de frigoríficos se lo realizó en base a la agrupación de tareas que se realizan en secuencia, sumando cada uno de los tiempos calculados para el proceso de estandarización, obteniendo un tiempo de ciclo de 761 min equivalente a 12 horas, como se detalla en la tabla 3-100.

Tabla 3-100: Cálculo del tiempo estándar para el proceso de manufactura de frigoríficos.

FICHA RESUMEN DEL TIEMPO DE CICLO					
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE		Método	Actual		
Producto: Frigorífico de 5 bandejas		Material	Acero Inoxidable		
Analistas: Kelly Sinche & José Panata		Operario	Jhonny G.	Jeferson C.	
Fecha: 10 de marzo 2024		Unidad	Minutos		Horas
N. Proceso	Proceso de producción	Tiempo observado T_o	Tiempo normal T_n	Tiempo estándar T_s	Tiempo estándar T_s
1	Manufactura de la estructura exterior, interior y base	438,2	488,7	611	10,18
2	Ensamble de la estructura mediante soldadura Mig	700,23	668,8	810,5	13,51
3	Manufactura de las bandejas	572,05	622,88	736,2	12,27
4	Manufactura de las puertas	610,58	669,1	828,7	13,81
5	Manufactura e instalación del condensador evaporador y bandejas	685,34	708,2	853,2	14,22
6	Instalación del sistema de iluminación, Inyección de poliuretano y montaje de rótulos y vidrio	730,54	757,4	884,7	14,745
7	Intalación del sistema de refrigeración, acabados y embalaje	542,6	524,2	602,9	10,0483333
Tiempo total		4279,54	4439,28	5327,2	88,7866667
Tiempo de ciclo				761,03	12,68

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

En la ilustración 3-44 se apreció una aproximación del tiempo estándar de cada proceso con respecto al tiempo de ciclo calculado de 611 min que debería tener el proceso, sin embargo, se destaca que este proceso de optimización está sujeto a cambios que permitan un mayor ajuste de tiempo de ciclo mediante aplicación de herramientas para la optimización de procesos.

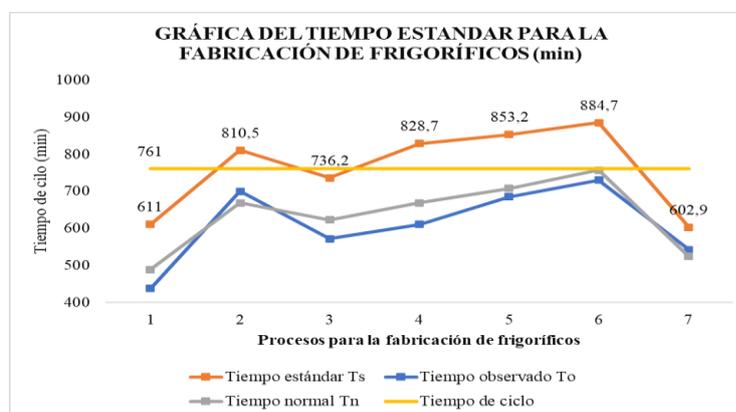


Ilustración 3-44: Gráfica del tiempo estándar y el tiempo de ciclo
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.15 Análisis del costo de producción total

Una vez estandarizado el proceso se realiza el análisis del costo de mano de obra y el costo de materiales necesarios para la fabricación de frigoríficos en la empresa Inoxidables Élite posterior a la implementación de las mejoras tanto en sistema productivo como en el control de inventarios.

3.15.1 Costo de mano de obra

Con base los cálculos para el costo de mano de obra por hora, en la tabla 3-101, se indica el costo total, conociendo que el costo por hora es de \$ 5,32 dólares para el proceso de fabricación de frigoríficos, para un tiempo de ciclo de 88,79 horas se calcula un costo total de la mano de obra de \$ 472,41 dólares.

Tabla 3-101: Cálculo del costo de producción de por hora empresa Inoxidables Élite

	COSTOS DE MANO DE OBRA	
	Producto	Frigoríficos
Tiempo de ciclo (horas)	Costo hora	Costo de la mano de obra
88,79	\$ 5,32	\$ 472,41

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.15.2 Costo de materiales

El costo de materiales detallado en la tabla 3-102 incluye la materia prima y materiales necesarios para la fabricación de un frigorífico mediante el método mejorado, en la cual se describe el material, cantidad utilizada, costo unitario y se calcula un costo total de \$ 797,10 dólares.

Tabla 3-102: Costo de materiales

COSTO DE MATERIA PRIMA					
Componente	Material	Cantidad	Unidad	Precio	Precio total
Estructura	Acero Inoxidable 430 0,07	4	u	\$ 47,00	\$ 188,00
	Tubo galvanizado	2	u	\$ 9,00	\$ 18,00
	Ruedas garruchas	4	u	\$ 3,00	\$ 12,00
	Electrodos de tungsteno	4	u	\$ 0,50	\$ 2,00
	Electrodo de carbón	3	u	\$ 0,20	\$ 0,60
	Gas Argón	0,2	u	\$ 12,50	\$ 2,50
	Remaches	0,25	u	\$ 3,00	\$ 0,75
	Silicona	2	u	\$ 3,13	\$ 6,25
	Poliuretano	0,79	l	\$ 8,17	\$ 6,45
Sistema de iluminación	Cable gemelo n18	5	m	\$ 0,35	\$ 1,75
	Tubos led	3	u	\$ 2,80	\$ 8,40
	Cinta led	2	m	\$ 0,30	\$ 0,60
	Cinta doble fas	5	m	\$ 1,80	\$ 9,00
	Emplames	0,25	u	\$ 2,50	\$ 0,63
	Amarraderas	4	u	\$ 6,50	\$ 26,00
	Enchufe	1	u	\$ 3,50	\$ 3,50
Sistema de refrigeración	Tubería de cobre	1,5	m	\$ 38,00	\$ 57,00
	Alambre capilar	3	u	\$ 7,00	\$ 21,00
	Manguera	1,5	m	\$ 1,50	\$ 2,25
	Sistema de refrigeración	1	u	\$ 317,00	\$ 317,00
Rotulo	Rotulo corte lazer	1	u	\$ 25,00	\$ 25,00
	Acilico 1*2 m	0,25	u	\$ 2,50	\$ 0,63
Vidrio	Vidrio	1	u	\$ 83,80	\$ 83,80
	Acabados Vinil	0,5	m	\$ 8,00	\$ 4,00
Total				\$ 587,05	\$ 797,10

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.15.3 Costo de producción actual

Una vez calculado el costo de mano de obra y el costo de materia prima se calcula el costo de producción actual mediante la siguiente ecuación, obteniendo un costo de producción de \$1269,59 de los recursos utilizados para la fabricación de un frigorífico.

$$\text{Costo de producción} = \text{costo de mano de obra} + \text{costo de materia prima}$$

$$\text{Costo de producción} = \$1269,59 \text{ dólares}$$

3.16 Cálculo de la productividad actual

La productividad relaciona o comparación entre la cantidad de recursos empleados y la cantidad de bienes producidos de un sistema de producción (Carro Paz, y otros), siendo el caso de estudio un sistema de producción por pedido se establece el valor de salida con el costo del equipo frigorífico y los recursos de entrada los costos de producción como se muestra en la siguiente fórmula, obteniendo un porcentaje de productividad con el método actual de 84%.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Bienes producidos}}{\text{mano de obra} + \text{materia prima} + \text{capital} + \text{otros}} \quad (69)$$

$$\text{Productividad actual} = 84\%$$

3.17 Implementación de mejoras en el control de inventarios

3.17.1 Determinar las políticas de inventario

3.17.1.1 Modelo de inventario demanda probabilística tiempo de entrega variable

La empresa Inoxidables Élite emplea el sistema de producción de frigoríficos por pedido, por lo tanto el modelo de inventario que se ajusta a la empresa es el modelo de demanda probabilística y tiempo de entrega variable, con este criterio y en base a el pronóstico de la demanda para enero a diciembre del 2024 se establecen las políticas de inventarios en base a los materiales críticos en función del tiempo de entrega y su importancia para el proceso productivo, siendo así que estos elementos son:

- Las láminas de acero inoxidable AISI 430 0.07 mm
- Tubo galvanizado de ½ in
- Vidrio panorámico templado
- Poliuretano

A continuación, se realizó un análisis para determinar las políticas de inventarios para cada elemento.

Inoxidables Élite tiene como materia prima principal planchas de acero inoxidable, la demanda mensual sigue una distribución normal con una media de 26 láminas y una desviación estándar de 5,23 el costo de hacer cada pedido es de \$15, el costo semanal por mantener en inventario es del 6%, costo de por faltante 20%. El precio unitario de las planchas es de \$47. A continuación, se determinó la política de inventario, cantidad económica de pedido, punto de reabastecimiento, nivel de existencias de seguridad, probabilidad de que se agoten las existencias durante el plazo de entrega.

Tabla 3-103: Proyección demanda materia prima según el método de descomposición.

Pronostico de la demanda de producción 2024		Láminas de acero inoxidable (uds.)	Tubo galvanizado (uds)	Vidrio (uds.)	Poliuretano (L)
		Cantidad utilizada por frigorífico			
Mes	Unidades a producir	5	2	1	0,3
Ene	3	17	7	3	1
Febre	4	19	8	4	1
Mar	4	20	8	4	1
Abr	4	18	7	4	1
May	6	32	13	6	2
Jun	4	19	8	4	1
Juli	6	29	11	6	2
Agos	4	19	8	4	1
Sept	4	21	9	4	1
Oct	6	29	12	6	2
Nov	4	18	7	4	1
Dic	4	19	7	4	1
$U_D =$	4	22	9	4	1
$\sigma_D =$	1,05	5,23	2,09	1,00	0,45

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

La tabla 3-103 detalla la demanda promedio y la desviación estándar para el pronóstico de la demanda de materia prima, datos necesarios para realizar los cálculos de la política de inventario como se desarrolla a continuación.

Para determinar la cantidad económica de pedido y el costo anual de inventarios para las planchas de acero inoxidable AISI 430 de 0.07 mm se tiene una demanda promedio U_D de 22 unidades, con una desviación estándar de la demanda σ_D de 5,23, un costo unitario C_u de \$47 dólares, un costo de ordenar de \$25 dólares, costo de mantener C_a de 3% y un costo por faltante del 20%, a continuación, se realizan los siguientes cálculos:

1. Cantidad de materia prima a pedir

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * U_D * C_o}{C_a}}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * 22 * 1}{10}} = 21$$

$N =$ número de ordenes esperadas

$$n = \frac{D}{Q^*} = \frac{265}{21} = 12 \text{ ordenes}$$

2. Probabilidad de que la demanda durante el plazo de entrega supere el punto de reorden

$$P(X \geq R) = \frac{C_a * Q^*}{C_f * U_d}$$

$$P(X \geq R) = \frac{10 * 21}{9,4 * 22} = 0,10$$

$$N.S. = 1 - 0,10 \rightarrow Z(X \geq R) = 1,28$$

3. Punto de reorden óptimo:

$$R = \mu_X + Z_{(X \geq R)} * \sigma_x$$

Media de la demanda durante el tiempo de entrega

$$\mu_X = \mu_L * \mu_D$$

Desviación de la demanda durante el tiempo de entrega

$$\sigma_x = \sqrt{\mu_L * \sigma_D^2 + \mu_D^2 * \sigma_L^2}$$

$$\sigma_x = \sqrt{0,3 * 5,23^2 + 22^2 * 0,30^2}$$

$$\sigma_x = 7,51$$

Stock de seguridad

$$SS = Z_{(X \geq R)} * \sqrt{\mu_L * \sigma_D^2 + \mu_D^2 * \sigma_L^2}$$

$$SS = 1,28 * 7,51$$

$$SS = 9,21 = 9 \text{ planchas de acero inoxidable}$$

4. Punto óptimo de reorden

$$R = \mu_D * \mu_L + Z_{(X \geq R)} * \sqrt{\mu_L * \sigma_D^2 + \mu_D^2 * \sigma_L^2}$$
$$R = 22 * 0,3 * 6,21$$
$$R = 15,80 = 16$$

5. Costo total de inventarios

$$CT = \frac{C_o * \mu_D}{Q} + C_u * \mu_D + \frac{C_f * \mu_{BR} * \mu_D}{Q} + C_a * (\mu_I + R + \mu_X)$$
$$CT = \frac{10 * 22}{18} + \$47 * 22 + \frac{\$9,4 * 3 * 22}{18} + 1,41 * 15,80 * 1,25$$
$$CT = \$ 835,73$$

Interpretación: La política de inventario de la empresa Inoxidables Élite para el aprovisionamiento de planchas de acero inoxidable AISI 430 0,07 mm cuyo proveedor es Ecuahierro distribuidor de material de construcción ubicado en la ciudad de Riobamba. Mediante el pronóstico de producción de descomposición se proyectó 265 unidades mediante el modelo de demanda probabilística y tiempo, con un nivel de confianza de 90% se determinó que, la cantidad económica de pedir es un lote 21 unidades en 12 órdenes al año, con un stock de seguridad de 9 unidades en bodega, el punto de reorden es 16 unidades por un costo anual de \$ 836 dólares.

Este método para determinar la política de inventario se aplicó a todos los productos críticos para fabricación de frigoríficos detallados en la siguiente tabla 3-104 donde se detalla el elemento la cantidad utilizada por frigorífico y en base al pronóstico de la demanda calculado en la tabla se calcula la demanda y el tiempo promedio, así como su desviación estándar para el cálculo del stock de seguridad, punto de reorden y costos totales.

Tabla 3-104: Modelo de inventarios de demanda probabilística tiempo de entrega variable.

						NS=90%	Z=1,28										
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	D	$U_D=$	L	σ_L	σ_D	Cu	Ca	Co	Cf	Q	n	SS	R	CT
B	Rotulo corte lazer	ud.	1,00	54,00	5,00	2,00	0,10	1,00	25,00	0,75	5,00	5,00	8,16	7,00	1,91	11,91	363,84
C	Acrilico 1*2 m	m ²	0,25	13,50	1,00	2,00	0,10	0,25	10,00	0,30	5,00	2,00	5,77	3,00	0,47	2,47	46,89
D	Vidrio	ud.	1,00	54,00	5,00	4,00	0,20	1,00	160,00	4,80	10,00	32,00	4,56	12,00	2,85	22,85	4436,67
E	Gas Argón	tq. /8lt	0,20	11,00	22,00	1,00	0,05	4,98	12,50	0,38	5,00	2,50	24,22	1,00	6,53	28,53	388,72
F	Poliuretano	L	6,00	324,00	27,00	0,25	0,01	1,99	8,17	0,25	5,00	1,63	33,19	10,00	1,35	8,10	82,86
G	Acero Inoxidable 430 0,07	ud.	5,00	266,83	22,00	0,30	0,30	5,23	47,00	1,41	10,00	9,40	17,67	16,00	9,21	15,81	835,73
H	Electrodos de tungsteno	ud.	4,00	216,00	18,00	0,17	0,01	3,98	0,50	0,02	5,00	0,10	109,54	2,00	2,11	5,17	3,81
I	Ruedas garruchas	ud.	4,00	216,00	18,00	3,00	0,15	3,98	3,00	0,09	5,00	0,60	44,72	5,00	9,49	63,49	203,82
J	Acabados Vinil	m	0,50	162,00	14,00	0,17	0,01	2,99	0,80	0,02	5,00	0,16	76,38	3,00	1,57	3,90	4,60
K	Silicona	ud.	2,00	108,00	9,00	0,17	0,10	1,99	3,13	0,09	5,00	0,63	30,96	4,00	1,55	3,05	12,92
L	Cable gemelo n18 X 50m	m	5,00	270,00	22,00	0,17	0,10	4,98	1,75	0,05	5,00	0,35	64,73	5,00	3,83	7,50	16,63
M	Tubos led	ud.	3,00	162,00	14,00	0,17	0,10	2,99	2,80	0,08	5,00	0,56	40,82	4,00	2,38	4,71	17,12
N	Cinta doble fas	ud.	5,00	270,00	22,00	0,17	0,10	4,98	1,80	0,05	5,00	0,36	63,83	5,00	3,83	7,50	17,09
O	Cinta led	Rollo	2,00	108,00	9,00	0,17	0,10	1,99	0,30	0,01	5,00	0,06	100,00	2,00	1,55	3,05	1,51
P	amarraderas	ud.	4,00	162,00	14,00	0,17	0,10	2,99	0,05	0,00	5,00	0,01	305,51	1,00	2,38	4,71	0,50
Q	Emplames	ud.	4,00	216,00	18,00	0,17	0,10	3,98	0,25	0,01	5,00	0,05	154,92	2,00	3,11	6,11	2,30
R	Enchufe	ud.	1,00	54,00	5,00	0,17	0,10	1,00	3,50	0,11	5,00	0,70	21,82	3,00	0,82	1,66	8,54
S	Sistema de refrigeración	ud.	1,00	54,00	5,00	0,17	0,10	1,00	317,00	9,51	5,00	63,40	2,29	24,00	0,82	1,66	1051,72
T	Manguera	Rollo	1,50	81,00	7,00	0,17	0,10	1,49	1,50	0,05	5,00	0,30	39,44	3,00	1,19	2,36	5,14
U	Alambre capilar	Rollo	3,00	162,00	14,00	0,17	0,10	2,99	7,00	0,21	5,00	1,40	25,82	7,00	2,38	4,71	42,07
V	Tubería de cobre	Rollo	1,50	81,00	7,00	0,17	0,10	1,49	38,00	1,14	5,00	7,60	7,84	11,00	1,19	2,36	128,64
W	Tubo galvanizado	ud.	2,00	108,00	9,00	0,00	0,00	1,99	9,00	0,27	5,00	1,80	18,26	6,00	0,00	0,00	7,56
X	Electrodo de carbón	ud.	3,00	162,00	14,00	0,17	0,01	2,99	0,20	0,01	5,00	0,04	152,75	2,00	1,58	3,96	1,38
Y	Remaches	ud.	1,00	54,00	5,00	0,17	0,01	1,00	0,10	0,00	5,00	0,02	129,10	1,00	0,53	1,38	0,37
																	7680,43

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

3.17.1.2 Modelo de inventario de agregación de múltiples productos en un solo pedido

Para determinar el modelo de inventario que favorezca de mejor manera a la empresa Inoxidables Élite se utilizó el modelo de inventario de múltiples productos mediante el método de ordenar subconjuntos seleccionados de productos del mismo proveedor, con el objetivo reducir el costo de pedir solicitando productos de baja demanda con menor frecuencia a los productos de mayor demanda. Los subconjuntos están definidos de la siguiente manera:

Cálculo costo de inventario anual para los elementos estructurales

Elementos estructurales láminas de acero inoxidable AISI 430 0,07 y tubo estructural cuadrado galvanizado de ½ in solicitado a la empresa ECUAHIERRO. Para ello se tiene los siguientes datos:

La demanda promedio de acero inoxidable es de 267 uds y la demanda promedio de tubo galvanizado es de 108 uds. El costo de pedido en común de ambos productos es de \$15 dólares, el costo unitario es de \$47 y \$9 dólares respectivamente con un costo de mantenimiento de 0.6.

Haciendo uso de las fórmulas detalladas en el capítulo II se realizan los cálculos realizados en la tabla 3-105, para obtener el costo anual de inventarios para este conjunto de materiales, realizándose el mismo proceso para cada uno de los subconjuntos detallados a continuación.

Tabla 3-105: Cálculo anual de inventaros para elementos estructurales

Producto	Acero Inoxidable 430	Tubo estructural
Demanda por año (D)	267	108
Costo fijo por pedido (Co)	\$ 15,00	
Frecuencia de pedido óptimo/año (n*)	16	
Tamaño óptimo de pedido (Q*)=D/n	17	7
Inventario de ciclo (Q*/2)	8	3
Costo por pedido anual	\$ 237,635	
Costo de mantenimiento anual (Ca)	\$ 237,64	\$ 18,41
Tiempo de flujo promedio/mes	0,38	0,38
Costo total anual	\$ 493,68	

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El costo total de mantener el inventario de elementos estructurales de la empresa inoxidable Élite es de 637,33 dólares anuales, se requiere de 12 pedidos con un tamaño óptimo de 22 planchas de acero inoxidable y 9 tubos estructurales.

De la misma manera se realizó el cálculo para los elementos relacionados al sistema de refrigeración cuyo proveedor es la empresa Pronto frio.

El conjunto de elementos correspondientes al sistema de refrigeración son los elementos de conexión del evaporador y condensador, así como la tubería de cobre y el alambre capilar. A continuación, en la tabla 3-106 se presenta la demanda anual de cada producto, el costo de fijo por pedido de \$15 dólares, se tiene un costo unitario de \$317, \$38, \$7 respectivamente y un costo de mantenimiento del 0,35. Aplicando las fórmulas detalladas en el capítulo II en el modelo de inventario de agregación de múltiples productos en un solo pedido se obtiene los siguientes costos.

Tabla 3-106: Cálculo costo anual inventarios materiales del sistema de refrigeración.

Producto	Sistema de refrigeración	Tubería de cobre	Alambre capilar
Demanda por año (D)	\$ 54,00	\$ 81,00	\$ 162,00
Costo fijo por pedido (Co)	\$ 15,00		
Frecuencia de pedido óptimo/año (n*)	12		
Tamaño óptimo de pedido (Q*)=D/n	5	7	14,0
Inventario de ciclo (Q*/2)	2	3	7
Costo por pedido anual	\$ 178,871		
Costo de mantenimiento anual (Ca)	\$ 143,55	\$ 4,75	\$ 9,80
Tiempo de flujo promedio/semana	2,18	2,18	2,25
Costo total anual	\$ 336,98		

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El costo total de mantener el inventario de elementos relacionados al sistema de refrigeración de la empresa inoxidable Élite es de \$336.98 dólares anuales, se requiere de 12 pedidos con un tamaño óptimo de 5 kits de sistemas de refrigeración, 7 paquetes de tubería de cobre de 3/8 in y 14 rollos de alambre capilar.

Finalmente se realiza el cálculo para los elementos de baja demanda para la fabricación de frigoríficos cuyo distribuidor es comercial Vera, el cual se divide en dos grupos los materiales, que se adquiere por unidades y el segundo por paquetes detallado en la tabla 3-107.

Tabla 3-107: Datos para el cálculo del costo anual de materiales de baja demanda

Demanda	Unidades	Paquetes	Costo unitario
Ruedas garruchas	216		Ruedas garruchas \$ 3,00
Acabados Vinil	162		Acabados Vinil \$ 5,00
Silicona	108	4,5	Silicona \$ 60,00
Cable gemelo n18 X 50m	270	5,4	Cable gemelo n18 X 50m \$ 25,00
Tubos led	162	6,48	Tubos led \$ 2,80
Cinta doble fas	270	30	Cinta doble fas \$ 9,00
Cinta led	108	10,8	Cinta led \$ 23,00
amarraderas	162	1,62	amarraderas \$ 8,00
Emplames	216	5,4	Emplames \$ 10,00
Enchufe	54		Enchufe \$ 3,50
Manguera	81	1,62	Manguera \$ 75,00
Electrodo de carbón	162	3,24	Electrodo de carbón \$ 10,00
Electrodo de tungsteno	216	4,32	Electrodo de tungsteno \$ 25,00
Remaches	54		Remaches \$ 1,50

Costo de pedido común $C_0 = \$ 5,00$

Costo de mantenimiento $h = 0,20$

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Tabla 3-108: Cálculo costo anual de inventario materiales de baja demanda tipo 1

	Ruedas	Vinil	Enchufe	Remaches
Demanda por año (D)	216	162	54	54
Costo fijo por pedido (C_0)	\$ 5,00			
Frecuencia de pedido óptimo/año (n^*)	6			
Tamaño óptimo de pedido (Q^*)= D/n	37	28	9	9
Inventario de ciclo ($Q^*/2$)	18	14	5	5
Costo por pedido anual	\$ 29,394			
Costo de mantenimiento anual (C_a)	\$ 11,02	\$ 13,78	\$ 3,21	\$ 1,38
Tiempo de flujo promedio/mes	1,02	1,02	1,02	1,02
Costo total anual	\$ 58,79			

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El costo total de mantener el inventario de elementos de baja demanda de la empresa inoxidable Elite es de \$58,79 dólares anuales, se requiere de 6 pedidos con un tamaño óptimo de 37 ruedas garruchas, 28 piezas de vinil, 9 enchufes y cajas de remaches.

Tabla 3-109: Cálculo costo anual inventario equipos baja demanda dos presentaciones.

	Silicona	Cable gemelo n18 X 50m	Tubos led	Cinta doble fas	Cinta led	Emplames	Elect. de carbón	Elect. de tungsteno
Demanda por año (D)	5	5	6	30	10,8	5	3	4,32
Costo fijo por pedido (C_0)	\$ 5,00							
Frecuencia de pedido óptimo/año (n^*)	6							
Tamaño óptimo de pedido (Q^*)= D/n	1	1	1	11	4	2	1	2
Inventario de ciclo ($Q^*/2$)	0,40	0,48	0,58	5,71	2,05	1,03	0,62	0,82
Costo por pedido anual	\$ 28,030							
Costo de mantenimiento anual (C_a)	\$ 4,82	\$ 2,41	\$ 8,09	\$ 10,27	\$ 9,45	\$ 2,05	\$ 1,23	\$ 4,11
Tiempo de flujo promedio/mes	1,07	1,07	1,07	2,28	2,28	2,28	2,28	2,28
Costo total anual	\$ 70,46							

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Adicionalmente se adquiere un rollo de manguera de 50 m, un paquete de correas plásticas 100 unidades que se suministren según los requerimientos de producción para el año 2024.

Una vez concluida la aplicación del modelo de gestión de inventarios mediante los dos métodos se apreció que el mejor modelo de inventarios para la empresa Inoxidables Élite es el método de pedidos por subconjuntos en el cual se evidenció el tamaño de lote óptimo y el número de pedidos a realizar durante todo el año. Para el resto de los materiales se aplicó el método demanda probabilística y tiempo de entrega variable como se muestra en la tabla 3-110.

Tabla 3-110: Cantidad económica método demanda probabilística y tiempo de entrega variable

DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	D	$U_D=$	L (DÍAS)	σ_L	σ_D	Cu	Ca	Co	Cf	Q	n	SS	R	CT
Rotulo corte lazer	ud.	1,00	54	5,00	2,00	0,10	1,00	25,00	0,75	5,00	6,25	8,16	7	1,91	11,91	\$ 366,13
Acrilico 1*2 m	m ²	0,25	14	1,00	2,00	0,10	0,25	10,00	0,30	5,00	2,50	5,77	3	0,47	2,47	\$ 47,15
Vidrio	ud.	1,00	54	5,00	4,00	0,20	1,00	160,00	4,80	5,00	40,00	3,23	17	2,85	22,85	\$ 4.514,21
Gas Argón	tq. /8lt	0,20	11	1,00	1,00	0,05	4,98	12,50	0,38	5,00	3,13	5,16	3	6,38	7,38	\$ 107,86
Poliuretano	L	6,00	324	1,00	5,00	0,25	5,98	8,00	0,24	5,00	2,00	6,45	51	17,12	22,12	\$ 218,89

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Con base a los datos proporcionados por la empresa se calcula la cantidad económica de pedido mediante el modelo básico EOQ, para lo cual se tiene una demanda anual de 8 Kits de aplicación de poliuretano, es decir 20 canecas de componente A y B de los cuales se utiliza un promedio de en el proceso de inyección de aislante en el frigorífico, un costo de ordenar de 5\$ dólares, costo de mantener Ca de \$65,4 dólares y de mantenimiento del 20%, un tiempo de entrega de una semana y un stock de seguridad del 1 kit. Adicionalmente el kit de poliuretano tiene un costo de \$327 dólares, se tiene en cuenta 260 días laborables y un tiempo de entrega de 5 días, por lo tanto, se calcula los siguientes indicadores.

Tabla 3-111: OEQ básico para el Kit Poliuretano

Lote económico de pedido (Q*)	Número esperado de ordenes/año	Tiempo entre ordenes(días)	Tiempo flujo promedio(días)	CT	d	ROP
1	7	36	18	\$73	0,02	0,16
2	4	68	34	\$88	0,03	1,16

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

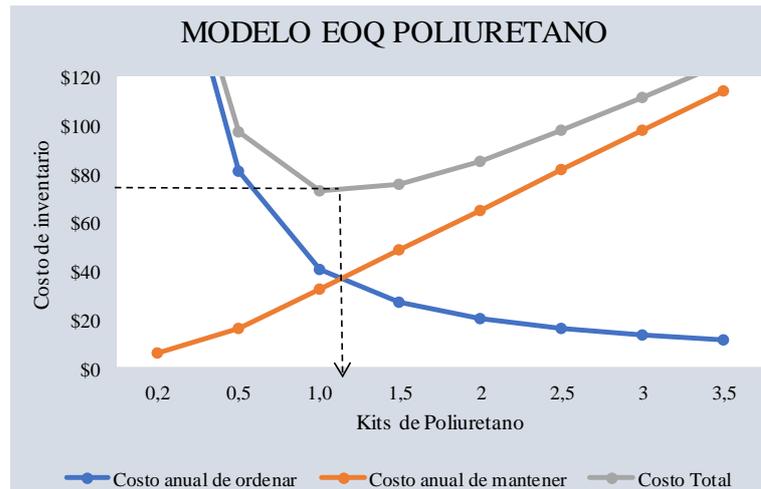


Ilustración 3-45: Costos de inventario anual para el poliuretano.
Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

El lote económico de pedido para los elementos de la tabla 3-111 se ajustan al método de demanda probabilística y tiempo de entrega variable por ejemplo para el poliuretano se requiere una demanda promedio de 6 litros del componente químico el cual tiene una presentación de 2 canecas de 20 L cada una, por lo tanto, de igual manera se deben realizar 4 pedidos anuales de 2 kits de poliuretano por un costo total de \$88 dólares y el punto de reorden cuando se cuente con un kit completo y 0.15% del kit de poliuretano utilizado en el proceso de inyección.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se detallan los resultados obtenidos del estudio inicial del proceso de producción de frigoríficos con respecto al sistema de producción actual, posterior a la implementación de la metodología 5S, Kanban, redistribución de la planta, ingeniería de métodos y control de inventarios, así también las mejoras obtenidas.

4.1 Resultado de la implementación de las 5S

Una vez aplicadas las mejoras para el cumplimiento de la metodología 5S para mejorar el orden y la limpieza en el espacio de trabajo de la empresa Inoxidables Élite, el resultado de la ponderación de la situación actual se aprecia en la ilustración 4-1, en la cual se observa el porcentaje de cumplimiento alcanzado de 86% es superior al 75 % como resultado de haber cumplido con los requisitos de cada una de las fases.

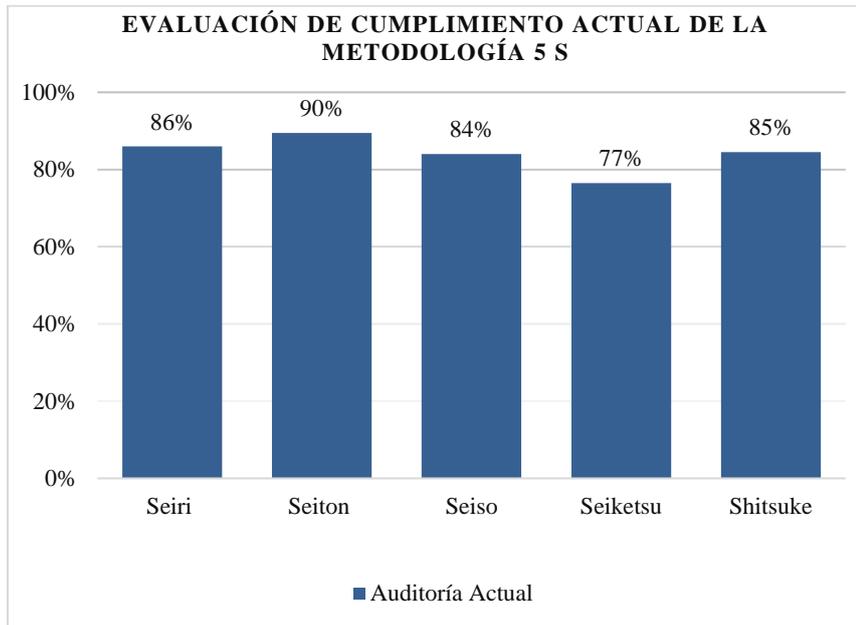


Ilustración 4-1: Gráfica de la evaluación del cumplimiento de la metodología 5S

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Posteriormente a los resultados finales en la tabla 4-1 se realiza la comparación del nivel de cumplimiento de la auditoría actual con respecto a la inicial obteniendo un 39% promedio de mejora.

Tabla 4-1: Tabla comparativa de la auditoría 5S

Evaluación de la situación actual de la metodología 5s				
N.	5 S	Cumplimiento inicial	Cumplimiento actual	Mejora
1	Seiri (Clasificar)	46%	86%	40%
2	Seiton (Ordenar)	51%	90%	39%
3	Seiso (Limpiar)	50%	84%	34%
4	Seiketsu (Estandarizar)	38%	77%	39%
5	Shitsuke (Disciplinar)	41%	85%	44%
Puntuación promedio		45%	84%	39%

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

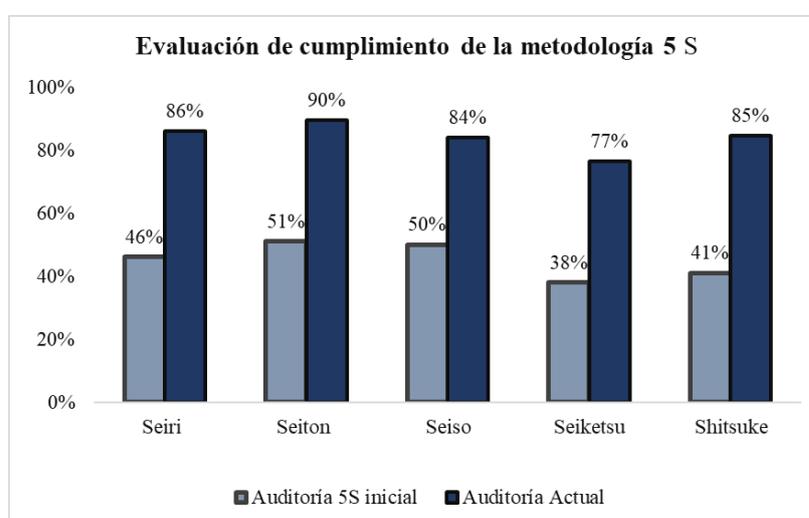


Ilustración 4-2: Gráfica comparativa del cumplimiento de la auditoría 5S

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

La ilustración 4-2 comparativa muestra la mejora con respecto al análisis inicial para la fase Seiso de 40%, Seiton 39%, Seiri 34%, Shitsuke 39 % y Seiketsu 44% mejorando así el ambiente de laboral en la empresa Inoxidables Élite, este incremento reflejan la efectividad de las acciones implementadas para optimizar cada una de las fases de la metodología 5S en la empresa obteniendo un cumplimiento promedio de 85 %. No obstante, es importante señalar que esta metodología es susceptible a mejoras continuas con el objetivo de crear un ambiente saludable y seguro para el desarrollo eficiente de los procesos productivos en la empresa Inoxidables Élite.

4.2 Análisis de los indicadores de productividad

Una vez implementadas las mejoras en el proceso de producción como en el control de inventarios se realiza la tabla resumen 4-2 donde, el porcentaje de actividades de valor agregado inicial de 88.26% con respecto a las actividades de valor agregado de 91,95% se obtiene una mejora de

3,69%. Así también, el índice de actividades de valor agregado de 69.36% determinado como ineficiente posterior a las mejoras implementadas asciende al 77,67% siendo considerado efectivo con una mejora de 8,21%.

Tabla 4-2: Índices de productividad AVA

ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD AVA			
Indicador	% Inicial	% Actual	% Incremento
AVA	88,26%	91,95%	3,69%
IAVA	69,36%	77,67%	8,31%

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

4.3 Análisis de desperdicios

La tabla 4-3 correspondiente a los resultados del análisis de desperdicios del método anterior vs el método mejorado, se centran en la optimización de las actividades de manufactura de componentes estructurales del equipo frigorífico donde se obtiene un incremento promedio de 7.7%, como se puede apreciar en la ilustración 4-3.

Tabla 4-3: Resultados del análisis de desperdicios.

ANÁLISIS DE DESPERDICIOS					
PROCESO	Porcentaje inicial		Porcentaje actual		Porcentaje de incremento va
	Valor agregado	Improductividad	Valor agregado	Improductividad	
Manufactura de la estructura exterior	69,23%	30,77%	72,73%	27,27%	3,50%
Ensamble de la estructura exterior	66,67%	33,33%	72,73%	27,27%	6,06%
Manufactura de las bases 1 y 2	66,67%	33,33%	75,00%	25,00%	8,33%
Ensamblar con soldadura Mig la estructura interior y exterior	72,73%	27,27%	81,82%	18,18%	9,09%
Soldadura de la estructura lateral e interna de los parantes e inserción de empaques	81,82%	18,18%	89,47%	10,53%	7,66%
Manufactura de las bandejas	73,91%	26,09%	77,78%	22,22%	3,86%
Manufactura de las puertas	61,90%	38,10%	76,47%	23,53%	14,57%
Manufactura e instalación del condensador y evaporador	71,43%	28,57%	80,00%	20,00%	8,57%
PROMEDIO	70,54%	29,46%	78,25%	21,75%	7,71%

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

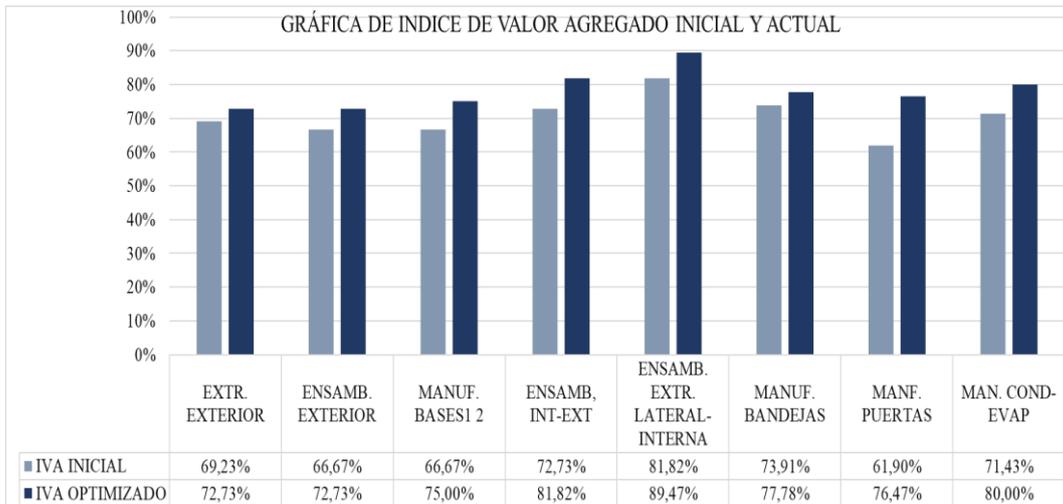


Ilustración 4-3: Comparación del AVA correspondiente a las actividades de manufactura
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Adicionalmente en la ilustración 4-4 se presenta la comparación del porcentaje de actividades de valor agregado de cada uno de los procesos de la fabricación de frigoríficos, en los cuales el proceso de manufactura de cubiertas del condensador y evaporador se ejecutan en un proceso combinado con la manufactura de las bandejas incrementando VA en un 3.57%, a su vez la manufactura de biseles se combina con el proceso de instalación.

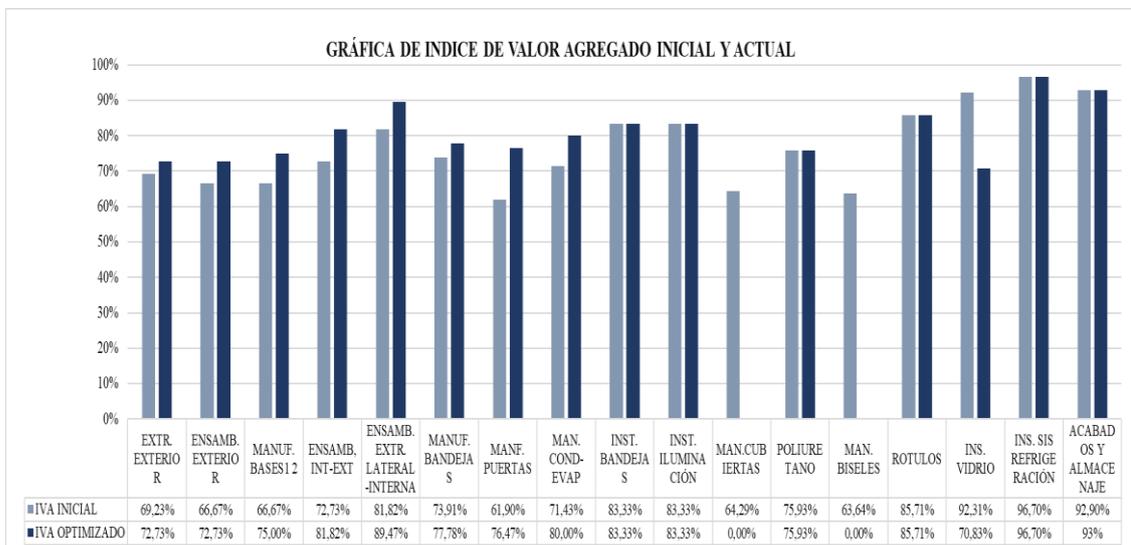


Ilustración 4-4: Resultados de la evaluación de AVA del proceso general.
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

4.4 Costos de producción

Análisis de costos de producción hace referencia a dos elementos principales la mano de obra y el costo de materiales, siendo así que en función de la reducción del tiempo de ciclo en el proceso estandarizado de fabricación de frigoríficos.

Tabla 4-4: Análisis de costos de producción de frigoríficos.

 Inoxidables Élite	COSTOS DE PRODUCCIÓN		
	Producto	Frigorífico de 5 bandejas	
	Método inicial	Método actual	Ahorro
Mano de obra	\$ 581,44	\$ 472,41	\$ 109,03
Materiales	\$ 811,95	\$ 791,10	\$ 20,85
Total	\$ 1.393,39	\$ 1.263,51	\$ 129,88

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

4.5 Análisis de productividad

El análisis de productividad como resultado de la aplicación de las mejoras mediante las herramientas de ingeniería de métodos y control de inventarios reflejan un incremento del 6% con un porcentaje de productividad del 84% con respecto a la productividad inicial de 78%.

Tabla 4-5: Análisis comparativo de la productividad inicial y actual.

 Inoxidables Élite	ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD		
	Producto	Frigorífico de 5 bandejas	
	Método inicial	Método actual	Mejora
Productividad	78%	84%	6%

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

4.6 Análisis de costos de inventarios

El análisis de costos de inventario determino la cantidad económica a pedir de los 4 tipos de materiales, de los cuales para los materiales estructurales, materiales necesarios para el sistema de refrigeración y de baja demanda tipo 1 y 2 se emplea el modelo de inventarios de pedidos por subconjuntos y para el resto de materiales se utiliza el modelo de demanda probabilística de tiempo variable obteniendo un costo anual de \$6600,63 dólares a diferencia de los \$ 7690,79 dólares al utilizar el para todos los elementos el método de demanda y tiempo de entrega variable, estableciendo el anterior como el mejor método para el ahorro de costos de inventario para la empresa Inoxidables Élite.

Tabla 4-6: Análisis de costos de inventario para la fabricación de frigoríficos del 2024.

 Inoxidables Élite	COSTOS DE PRODUCTOS EN INVENTARIO		
	Área:	Bodega	Comparación
Materiales	Demanda probabilística tiempo de entrega variable	Método de pedidos por subconjuntos	Ahorro
Estructurales	\$ 853,65	\$ 493,68	\$ 359,97
Sistema de refrigeración	\$ 1.222,43	\$ 575,91	\$ 646,52

Continuación Tabla 4-6

Baja demanda unidades	\$ 207,63	\$ 83,14	\$ 124,49
Baja demanda tipo 2	\$ 460,00	\$ 67,90	\$ 392,10
Otros	\$ 4947,08	\$ 5.380,00	\$ -432,92
Costo total anual	\$ 7.690,79	\$ 6.600,63	\$ 1.090,16

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

4.7 Planificación de la producción

4.7.1 Plan agregado de producción

El plan agregado de producción contempla a mayor profundidad los costos involucrados durante el proceso de producción de frigoríficos, para ello se hace uso de la información obtenida durante los cálculos anteriores, con el objetivo de asociar los costos de mano de obra, materiales e inventario en los costos totales de producción de la empresa, para ello se calculan los siguientes costos en base a datos proporcionados por la empresa Inoxidables Élite:

Salario mensual de un trabajador: Los operarios trabajan una sola jornada completa, a continuación, la tabla 4-7 muestra el desglose de los salarios del personal regular.

Tabla 4-7: Salario mensual del trabajador

SALARIO MENSUAL DEL TRABAJADOR	
Salario mensual	460
Días laborables promedio al mes	22
Costos por hora MO/hora	2,61

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Costo por contratar: Es uno de los costos más importantes ya que representa una de las partidas más significativas y críticas para una empresa dado a que constituye los desembolsos a los que se enfrentan la empresa o el empleador para desempeñar una función o tarea específica dentro de la organización En la tabla 4-8 se muestra el desglose de costo de contrato.

Tabla 4-8: Costo de contratar

SALARIO MENSUAL DEL TRABAJADOR	
Salario mensual	460
Días laborables promedio al mes	22
Costos por hora MO/hora	2,61

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Costo de despedir: El costo relacionado con el despido de un trabajador comprende la indemnización por despido este valor incluye el valor por desahucio y subsidio por antigüedad, estos costos son contemplados con una antigüedad hasta un año.

Tabla 4-9: Costo de despedir

COSTO DE DESPEDIR	
Liquidación	273
Exámenes médicos	80
Total costo de despedir	353

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

A estos valores no se le incluyen el décimo tercer sueldo y décimo cuarto sueldo por que estos valores ya están contemplando en el sueldo mensual.

Costo de almacenamiento de inventario: El costo asociado se origina por poseer el inventario o por mantener los productos la empresa destina un costo de 12\$ mensuales para el mantenimiento de si inventario en la bodega.

Tabla 4-10: Datos para el cálculo del plan agregado de producción

DATOS		
Producción promedio por operario	0,08	Diario
Operarios actuales iniciales	4	Trabajadores
Inventario inicial	2	Unidad
Costo diario por jornal	\$ 21	Diario
Costo por contratar un operario	\$ 175	Empleado
Costo por despedir un operario	\$ 353	Empleado
Costo por almacenar	\$ 12	Unidad
Costo por hora extra	\$ 3	\$/ Hora
Horas por jornal de trabajo	8	Horas
Producción promedio por hora	0,01	Unidad
Costo de producción promedio	1273	dólares

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Plan de producción método mixto

Para la elaboración del plan agregado de producción se usó una técnica practica que implica la creación de tablas en Microsoft Excel que facilito el proceso de selección posterior de la estrategia optima. Se implementó la estrategia de fuerza de trabajo variable debido a que la empresa al

manufacturar una serie de productos por pedido varia inventario y permite inventario agotado desacuerdo con la solicitud de gerencia ya que esta estrategia se ajusta con las necesidades de la empresa y es poco deseado tener un inventario agotado dado que los uno de los objetivos primordiales del proyecto.

Plan agregado de producción

Estrategia de mixta de fuerza de trabajo variable y permite inventario agotado

Este plan de producción se basa por la operación a plena capacidad de la planta sin depender de la demanda, se sustenta en la capacidad de mano de obra para satisfacer la demanda promedio, en el cual la mano de obra varía ya que, puede ser designada para otras actividades dentro de la empresa.

Para la elaboración de este plan se debe iniciar con el cálculo del número de trabajadores necesaria para cumplir con los requisitos de producción establecido y detallada en la tabla 4-10.

El dato de producción promedio por trabajador se calcula mediante la relación de 1 equipo frigorífico se lleva a cabo den 88 h equivalentes a 11 días laborables, teniendo una producción promedio por trabajador de aproximadamente el 10% de un equipo frigorífico por jornada laboral. A continuación, la tabla 4-11 muestra la descripción de cálculos y resultados del plan de producción.

Tabla 4-11: Plan agregado de producción año 2024

 PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN 2024 - MÉTODO MIXTO													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Días laborables	20	18	22	21	20	22	23	20	22	21	19	22	250
Demanda	3	4	4	4	6	4	6	4	4	6	4	4	53
Unidades por operario	1,6	1,44	1,76	1,68	1,6	1,76	1,84	1,6	1,76	1,68	1,52	1,76	20
Operarios requeridos	2,00	3,00	2,00	2,00	4,00	2,00	3,00	3,00	2,00	4,00	3,00	2,00	32
Operarios actuales	4	2	2	2	2	3	3	3	3	2	4	3	
Operarios contratados	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	4
Operarios despedidos	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	6
Operarios utilizados	2	2	2	2	3	3	3	3	2	4	3	2	31
Unidades producidas	3,2	2,88	3,52	3,36	4,8	5,28	5,52	4,8	3,52	6,72	4,56	3,52	51,68

Continuación Tabla 4-11

Unidades disponibles	5	4,88	4,52	4,36	4,8	5,28	6,52	5,8	5,52	8,72	7,56	7,52	70,48
Inventario	2	1	1	0	0	1	1	2	2	3	4	4	21
Unidades en h. extra	0	0	0	0	1,2	0	0	0	0	0	0	0	1,2
h extras totales	0	0	0	0	120	0	0	0	0	0	0	0	120
H extras operarios- mes	0,00	0,00	0,00	0,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Desacuerdo con la planeación agregada mediante el método mixto en la tabla 4-12 se calculan los costos totales del plan agregado, tomando como referencia que la empresa cuenta con 7 líneas de producción, los operarios están sujetos a la rotación de las actividades.

Tabla 4-12: Costo del plan Agregado de producción

COSTOS DEL PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN (Dólares)													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
POR CONTRATAR	175	0	0	0	175	175	0	0	0	350	0	0	\$ 875
POR DESPEDIR	706	0	0	0	0	353	0	0	353	0	353	353	\$ 2.118
POR MANO DE OBRA	845	760	929	887	1267	1394	1457	1267	929	1774	1204	929	\$ 13.644
POR DE ALMACENAR	24	12	12	0	0	12	12	24	24	36	48	48	\$ 252
POR HORAS EXTRAS	0	0	0	0	360	0	0	0	0	360	0	0	\$ 720
COSTO TOTAL	1750	772	941	887	1802	1934	1469	1291	1306	2520	1605	1330	\$ 17.609
COSTO TOTAL SD	1044	772	941	887	1802	1581	1469	1291	953	2520	1252	977	\$ 15.491

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Plan maestro de producción

El plan maestro de producción se elaboró con el objetivo de realizar una planificación detallada de producción en función de la demanda pronosticada, con el fin de asegurar que la empresa pueda satisfacer las necesidades de sus clientes de manera oportuna y eficiente, evitando la acumulación excesiva de inventario o la escasez de productos.

Para ello, se consideró un inventario inicial de 2 unidades debido al sistema de producción de lote a lote utilizado por la empresa. Para determinar el tamaño de lote, se tomó en cuenta un promedio de 4 unidades basado en los pronósticos de la demanda.

Además, se calculó tanto el inventario inicial como el inventario final del producto, así como los valores del Plan Maestro de Producción (PMP), en consecuencia, se estima que será necesario

fabricar un mínimo de 4 frigoríficos cada mes como se detalla en la tabla 4-13, fundamental para realizar el plan de requerimiento de materiales.

Tabla 4-13: Plan maestro de producción

PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN ENERO-DICIEMBRE 2024												
INVENTARIO INICIAL	2	PRODUCTO		FRIGORÍFICO DE 5 BANDEJAS								
TAMAÑO DE LOTE	4	PRONOSTICO 2024		53 Uds.								
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
INV. INICIAL	2	1	1	2	2	0	1	0	0	0	1	1
PRONÓSTICO	3	4	4	4	6	4	6	4	4	6	4	4
PEDIDO	3	3	2	3	4							
INV. FINAL	1	1	2	2	0	1	0	0	0	1	1	2
PMP	2	4	4	4	4	4	5	4	4	6	4	4

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

El plan agregado de producción para el año 2024 con un presenta un inventario inicial de 2 unidades con una producción promedio de 4 unidades mensuales a diferencia de julio y octubre donde se produce 5 y 6 equipos respectivamente, con un inventario final de 2 equipos, que a su vez serán el inventario inicial del año 2025.

Plan de requerimiento de materiales

El Plan de Requerimiento de Materiales (MRP) se ha desarrollado con el objetivo de garantizar la disponibilidad oportuna y adecuada de los materiales requeridos para la fabricación de frigoríficos, lo cual constituye un factor determinante para mejorar la eficiencia operativa y la rentabilidad de la empresa.

Para la elaboración del MRP, es fundamental iniciar con la construcción de un diagrama de flujo de producción, como se ilustra en la ilustración 4-5, este diagrama detalla los distintos procesos involucrados en la fabricación de un frigorífico, desde la elaboración de la estructura hasta el ensamblaje final y los acabados.

Nota: para visualizar el desarrollo del plan de requerimiento de material completo revisar el ANEXO F

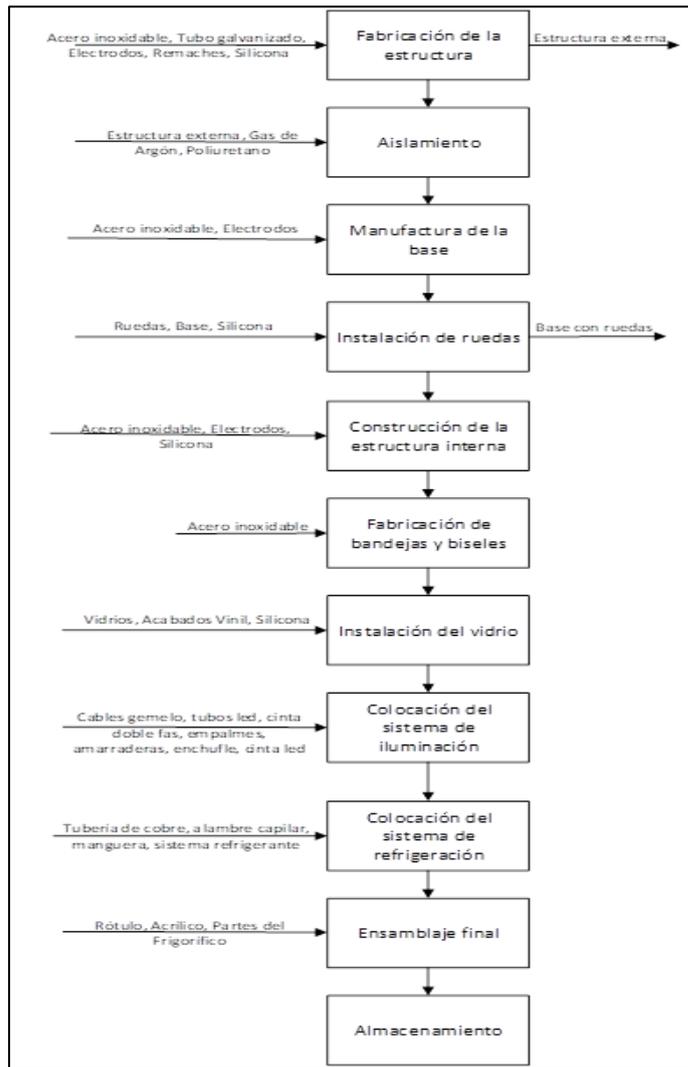


Ilustración 4-5: Despiece correspondiente a un frigorífico
Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Posteriormente se desarrolla el archivo maestro de materiales, representado en la tabla 4-14 en el cual se desglosan los materiales utilizados en la fabricación de los frigoríficos, junto con otros datos relevantes obtenidos de la empresa. Estos datos incluyen el tamaño de lote, las recepciones programadas, la disponibilidad de materiales, los tiempos de espera y el stock de seguridad.

Tabla 4-14: Archivo maestro de requerimiento de materiales Inoxidables Élite

Archivo Maestro de Materiales					
Elemento	Disponibilidad	Tiempo de Espera (Días)	Tamaño de Lote	Recep Programadas	SS (Stock de Seguridad)
A	0		Lote a lote	0	0
B	50	2	Lote a lote	0	2
C	3	2	Lote a lote	0	1
D	16	4	Lote a lote	0	4
E	6	6	Lote a lote	Cada mes	25
F	30	7	Lote a lote	0	12

Continuación Tabla 4-14

G	30	1	40 planchas	Cada 4 meses	3
H	30	4	Paquete (10u)	Cada 6 meses	14
I	15	3	20	0	11
J	5	inmediato	Lote a lote	0	1
K	24	inmediato	Lote a lote	0	1
L	3	inmediato	Lote a lote	0	2
M	15	inmediato	Lote a lote	0	1
N	15	inmediato	Lote a lote	0	2
O	4	inmediato	Lote a lote	0	1
P	1200	inmediato	Caja (100u)	0	1
Q	40	inmediato	Lote a lote	0	2
R	17	inmediato	Paquete (12u)	0	1
S	2	inmediato	Lote a lote	0	1
T	2	inmediato	Lote a lote	0	1
U	2	inmediato	Paquete (10u)	0	1
V	2	inmediato	Paquete (10u)	0	1
W	10	2	Lote a lote	Cada 6 meses	4
X	40	5	20 u	0	13
Y	300	7	Caja (100u)	0	6

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

En función de la tabla 4-15 se elabora una lista de materiales presentada en forma de árbol, adjuntado en anexos. Esta representación detalla los componentes y subcomponentes necesarios, junto con las cantidades requeridas, para la producción de una unidad, es decir. Este enfoque jerárquico permite visualizar de manera estructurada y detallada la composición completa de un frigorífico, facilitando así la planificación y gestión de los materiales necesarios para su fabricación.

Por último, se determinan las ecuaciones a partir del diagrama de materiales, estas ecuaciones se emplean en las tablas de MRP. Mediante las ecuaciones se determina que para producir una unidad de A (Frigorífico) se requiere una unidad de B, 0.25 unidades de C, una unidad de D, 4 unidades de E, 2 unidades de F y G, 4 unidades de I y H, 3 unidades de J, 2 unidades de K, 5 unidades de L y N, 3 unidades de M, 2 unidades de O, 3 unidades de P, 4 unidades de Q, una unidad de R y S, 1.5 unidades de T, 3 unidades de U, 1.5 unidades de V, 2 unidades de W, 3 unidades de X y 3 unidades de Y.

Tabla 4-15: Tabla de ecuaciones del despiece del frigorífico de 5 bandejas.

ECUACIONES		
$B = A$	$G = 2 * B$	$R = B$
$C = \left(\frac{1}{8}\right) * B$	$H = 4 * B$	$P = 3 * B$
$D = B$	$I = 4 * B$	$S = B$
$E = \left(\frac{1}{4}\right) * B$	$J = 3 * D$	$T = 1,5 * B$
	$K = D + B$	$U = 3 * B$
	$L = 5 * B$	$V = 1,5 * B$
	$M = 3 * B$	$W = 2 * B$
	$N = 5 * B$	$X = B$
	$O = 2 * D$	$Y = 3 * B$
	$Q = 4 * D$	

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Las tablas de MRP contienen los requerimientos brutos que representa la demanda total del artículo, las recepciones programadas que son las llegadas previamente liberadas del material por parte de proveedor que se suman al inventario, la disponibilidad que viene a ser el inventario al final de cada mes, los requerimientos netos que determina la necesidad real de producción en función de las necesidades brutas, la disponibilidad y las recepciones programadas y por último la liberación planificada del pedido que son los pedidos necesarios de materia prima para abastecer los requerimientos brutos.

MRP Acero inoxidable

La tabla 4-16 hace referencia al material G correspondiente a las planchas de acero inoxidable, donde se detallan los datos de partida, por ende, los requerimientos brutos de cada mes que son los pronósticos de demanda obtenidos anteriormente, las recepciones programadas que en este caso no existen, la disponibilidad que refleja la existencia de 11 planchas de acero Inoxidable AISI 430 0.7 mm, el pedido que se lo realiza lote a lote y un stock de seguridad de 11 unidades.

Tabla 4-16: Plan de requerimiento de material para las planchas de acero inoxidable

ACERO INOXIDABLE 430													
Elemento G - Disponibles: 11 - Tiempo de espera: 1 Días; Pedido: 20 ; Recep Programadas: Mese ; S. Seguridad: 11													
Mes		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Requerimiento Bruto		21	21	19	33	20	29	20	22	30	18	19	0
Recepciones Programadas		20		20	20	20	20	20	20	20	20	20	0
Disponibilidad	11	20	11	12	11	11	11	11	11	11	13	14	14
Requerimientos Netos		0,00	12,00	0,00	12,00	0,00	9,00	0,00	2,00	10,00	0,00	0,00	0,00
Liberación Planificada del pedido	10,0	12,0		12,0	0,0	9,0	0,0	2,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Costo	\$ 475	\$ 1.509	\$ 5	\$ 1.509	\$ 945	\$ 1.368	\$ 945	\$ 1.039	\$ 1.415	\$ 945	\$ 945	\$ 945	\$ 5

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

En tabla 4-16 se observa la proyección de disponibilidad, es importante mencionar que se la realizó mes a mes y en caso de obtener un dato negativo se concluye que es la cantidad necesaria de pedido y se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Disponibilidad} = \text{Inventario inicial} + \text{Recepciones programadas} - \text{Requerimiento bruto}$$

Nota: el plan de requerimiento de material para los demás elementos se adjunta en los anexos

4.7.2 Implementación del Software para el control de inventario

Para el control de inventario se la realizará mediante un formato que será llenado por los operarios, el cual será registrado de manera semanal por el gerente de la empresa elite en un programa Excel automatizado este contará con varios indicadores, como entradas, salida. Stock actual cada una de estas celdas serán personalizadas de acuerdo con las necesidades de la empresa para su mejor comprensión y manejo, para identificar y mantener el control de inventarios lo esencial de este programa es la creación de formatos condicionales con de alerta de stock que contara con tres botones que servirán como indicadores como se presenta en la tabla 4-17.

Tabla 4-17: Leyenda del sistema de control de inventarios.

Botones	Significado
	Carencia de unidades en stock
	Stock de seguridad
	Disponibilidad de unidades

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Este programa ayudará al generante de la empresa para estar alerta para el abastecimiento los materiales para la fabricación de frigoríficos como se presenta la ilustración 4-6.

 INVENTARIO ACTUAL INOXIDABLES ÉLITE 2024									
Codigo Product	Descripción	Lote	Entradas	Salidas	Stock Actual	Costo Unitario	Importe Inventario	ENTRADAS	SALIDAS
ELM001	Rotulo corte láser	LT001	6	3	 3	\$ 25,00	\$ 75,00		
ELM002	Acrílico 1*2 m	LT002	6	0	 6	\$ 10,00	\$ 55,25		
ELM003	Vidrio	LT003	16	8	 8	\$ 160,00	\$ 1.280,00		
ELM004	Gas Argón	LT004	6	1	 5	\$ 160,00	\$ 807,91		
ELM005	Poliuretano	LT005	30	8	 22	\$ 16,00	\$ 358,33		
ELM006	Acero Inoxidable 430	LT006	40	55	 -15	\$ 47,00	\$ 705,00		
ELM007	Electrodos de tuksteno	LT007	30	15	 15	\$ 7,00	\$ 103,54		
ELM008	Ruedas garruchas	LT008	15	17	 -2	\$ 3,00	\$ 6,63		
ELM009	Acabados Vinil	LT009	5	0	 5	\$ 8,00	\$ 40,00		
ELM010	Silicona	LT010	24	0	 24	\$ 3,13	\$ 75,00		
ELM011	Cable gemelo n18 X 50m	LT011	3	2	 1	\$ 0,35	\$ 0,35		
ELM012	Tubos led	LT012	15	11	 4	\$ 2,80	\$ 10,06		
ELM013	Cinta doble fas	LT013	15	10	 5	\$ 9,00	\$ 45,00		
ELM014	Cinta led	LT014	10	8	 2	\$ 3,00	\$ 7,19		
ELM015	amarraderas	LT015	1200	11	 1189	\$ 6,50	\$ 7.725,86		
ELM016	Empalmes	LT016	40	15	 25	\$ 4,00	\$ 99,17		
ELM017	Enchufe	LT017	17	4	 13	\$ 3,50	\$ 46,19		
ELM018	Sistema de refrigeración	LT018	22	4	 18	\$ 317,00	\$ 5.768,72		
ELM019	Gas Argón	LT019	12	6	 6	\$ 1,50	\$ 9,45		
ELM020	Alambre capilar	LT020	24	11	13	\$ 7,00	\$ 88,16		
ELM021	Tubería de cobre	LT021	34	6	28	\$ 38,00	\$ 1.075,28		
ELM022	Tubo galvanizado	LT022	22	8	14	\$ 9,00	\$ 129,56		
ELM023	Electrodo de carbón	LT023	22	4	18	\$ 1,00	\$ 18,20		
ELM024	Remaches	LT024	300	11	289	\$ 3,00	\$ 865,78		

Ilustración 4-6: Software de inventario.

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

4.8 Resumen de los resultados obtenidos

A continuación, en la tabla 4-18 se resume las acciones implementadas en la empresa Inoxidables Élite y el impacto de estas en los indicadores de productividad de la situación actual.

Tabla 4-18: Resumen resultados obtenidos correspondiente a ingeniería de métodos.

Mejoras	Situación inicial	Situación actual
Distribución de la planta	Largas distancias entre máquinas de uso secuencias	Redistribución de la planta en función criterios de necesidad
Recorrido	445 m	283 m
Procesos	Manufactura manual del condensador y evaporador	Corte laser para la manufactura del condensador y evaporador
	Manufactura de bandejas Manufactura de biseles Manufactura de las cubiertas del condensador y evaporador	Los 3 procesos ejecutan de manera de manera simultanea
	Instalación del sistema de refrigeración Instalación de acabados	Los procesos se ejecutan de manera simultánea realizan de manera simultanea
Tiempo de ciclo	106.78 h	88,79 h
Costos de producción/ unidad	\$ 1393,39	\$1263,51
Auditoría 5S	45%	84%
Productividad	78%	84%

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Así también, en cuanto a el control de inventarios en la tabla 4-19 se aprecia que modelo de inventario que favorece de mejor manera a la empresa es el modelo de agregación de subconjuntos de múltiples productos en un solo pedido con un costo anual aproximado de \$ 6 600, el cual sirvió de base para la planificación de la producción, estructuración del plan agregado de producción, plan maestro de producción y el plan de requerimiento de materiales de los elementos más críticos para el año 2024, así también la implementación de un software de control de inventario de los materiales utilizados en el proceso de fabricación de frigoríficos.

Tabla 4-19: Resumen resultados obtenidos correspondiente al control de inventarios.

Mejoras	Situación inicial	Situación actual
Modelo de inventario	Demanda probabilística tiempo de entrega variable	Modelo agregación subconjuntos:
Costo de inventario	Costo anual: \$7 690,79	Costo anual: \$6 600,63
Planificación de la producción		
PAP	PMP	MRP
Implementación del software para el control de inventarios		

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

4.9 Socialización de resultados

Posterior a la implementación de mejoras y análisis de los indicadores se realizó la socialización de los resultados obtenidos posterior a la implementación de mejoras en cuanto a las herramientas de ingeniería de métodos y control de inventarios a los colaboradores de la empresa Inoxidables Élite dando cumplimiento a los objetivos del presente trabajo de titulación, ilustración 4-7.



Ilustración 4-7: Socialización de resultados obtenidos mediante la Ingeniería de métodos
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024



Ilustración 4-8: Socialización de resultados obtenidos en el control de inventarios
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

CAPÍTULO V

5. GESTIÓN DEL PROYECTO

5.1 Cronograma

En la tabla 5-1 se muestra el cronograma con las actividades ejecutadas para la “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO A TRAVÉS DE TÉCNICAS DE INGENIERÍA DE MÉTODOS Y CONTROL DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA INOXIDABLES ÉLITE UBICADA EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA”

Tabla 5-1: Cronograma de actividades para el desarrollo del trabajo de titulación.

ACTIVIDADES	TIEMPO ESTIMADO															
	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Estudio situación inicial de la empresa e identificación del producto a estudiar.																
Análisis del proceso de producción inicial.																
Identificación de oportunidades de mejora.																
Implementación de herramientas y métodos de ingeniería de métodos y control de inventarios.																
Estandarización del proceso y análisis de indicadores.																
Informe escrito del trabajo de titulación.																

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

5.2 Costos de la propuesta tecnológica

Los costos de la propuesta de mejora se detallan en la tabla 5-2 obteniendo un costo total de \$397 para la implementación de las mejoras en el área de fabricación de frigoríficos.

Tabla 5-2: Costos de la implementación de las mejoras.

N	Detalle	Cantidad	Precio unitario	Precio Total
1	Tablero de herramientas manuales	1	\$ 40,00	\$ 40,00
2	Equipo de protección personal	2	\$ 45,00	\$ 90,00
3	Señalética de seguridad industrial	39	\$ 132,00	\$ 132,00
4	Basureros plásticos	7	\$ 5,00	\$ 35,00

Continuación Tabla 5-2

5	Basureros metálicos	2	\$ 15,00	\$ 15,00
6	Organizadores	6	\$ 2,00	\$ 12,00
7	Útiles de oficina	1	\$ 5,00	\$ 5,00
8	Herramientas	1	\$ 8,00	\$ 8,00
9	Proyector	1	\$ 30,00	\$ 30,00
10	Movilidad de las maquinas	1	\$ 30,00	\$ 30,00
	Total			\$ 397,00

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

En función del estudio técnico realizado en la empresa Inoxidables Élite para la optimización para el proceso productivo de la fabricación de frigoríficos se concluye:

El diagnóstico de la situación inicial de la empresa Inoxidables Elite permitió identificar mediante el ABC que la línea de producción fría representa el 50% de las ventas de la empresa Inoxidables Élite y a partir de un sub análisis se idéntica a la frigoríficos como el objeto de estudios, en el cual mediante el análisis de desperdicios reveló una improductividad promedio del 33,4 % para los procesos de manufactura de componentes estructurales, donde a partir de la identificación de falencias, como el rechazo de la auditoría 5S, proporcionó una base sólida para implementar mejoras estratégicas y operativas, con el objetivo de optimizar el rendimiento y satisfacer la creciente demanda de manera más efectiva.

La implementación de lineamientos de control óptimo de inventario en base a los pronósticos de la demanda permitió asegurar la continuidad y eficiencia del proceso productivo, en base a la aplicación de modelos de inventario más convenientes para la empresa. Estos lineamientos proporcionan una estructura organizada y eficiente para gestionar los inventarios, minimizando el riesgo de interrupciones en la producción debido a la falta de materiales, con un riesgo de faltante del 10%. Además, su implementación en Inoxidables Elite logró una mejor previsión y planificación, optimizando así los recursos y reduciendo costos asociados a la gestión de inventarios.

La integración de la ingeniería de métodos conjuntamente con la redistribución de la planta, la metodología 5S y control de inventarios permitió optimizar significativamente la eficiencia del proceso productivo de frigoríficos en la empresa Inoxidables Elite, permitió analizar y mejorar los procedimientos operativos obteniendo una productividad del 84% para el proceso de fabricación de frigoríficos, mientras que con un control de inventarios robusto se aseguró el suministro continuo y adecuado de materiales. Esta combinación no solo redujo el tiempo de ciclo para la fabricación de frigoríficos de 13 a 11 días laborables y un ahorro de \$ 129/und. en costos de producción, reflejado en la calidad y consistencia del producto final.

La implementación de mejoras en el proceso productivo permitió reducir desperdicios y tiempos muertos, incrementando la eficiencia operativa al cumplir con 84% de los requisitos de la auditoría 5S. Además, el software control de inventarios juntamente con las herramientas de planificación de la producción más riguroso aseguraron la disponibilidad de materiales, evitando interrupciones en la producción y reduciendo costos asociados a excesos o faltantes.

La evaluación sistemática y detallada de las mejoras implementadas fue crucial para medir su impacto real en la eficiencia operativa y la gestión de inventarios. Esta evaluación permitió identificar los logros alcanzados, como la reducción de tiempos de producción, disminución de costos de almacenamiento, y mejora en la disponibilidad de materiales. De esta manera se cuenta con información valiosa para realizar ajustes adicionales y asegurar la sostenibilidad de las mejoras, garantizando que la empresa Inoxidables Elite mantenga un alto nivel de competitividad y productividad en el mercado, aumentando la productividad total al 84% desde el 78% inicial, cumpliendo así con los objetivos del estudio.

6.2 Recomendaciones

En base al desarrollo del presente proyecto técnico, para el estudio de métodos se recomienda considerar todos los requisitos, materiales y herramientas necesarios para llevar a cabo el estudio del método de tiempos de manera precisa, mediante formatos de recolección de datos, diagramas, material audiovisual que permita una recolección de información de manera adecuada.

Además, brindar un seguimiento permanente mediante el registro de indicadores que permitan recolectar información de manera continua con respecto a la situación actual de la empresa para una mejor toma de decisiones en las áreas de planificación de la producción con el objetivo de satisfacer la demanda del cliente de manera eficiente.

Se recomienda la continuidad y actualización a los formatos de evaluación de las metodologías y herramientas desarrolladas en el presente trabajo, para la optimización del ambiente laboral, proceso productivo y control de inventarios para mantener y mejorar la productividad de la empresa.

Se recomienda la implementación de las mejoras aplicadas y la vinculación de trabajador en la toma de decisiones debido a que son la fuente directa para identificación de oportunidades de mejora, así también se hace hincapié en la mejora continua en todas las áreas de la empresa, debido a que se apreció un impacto positivo en el proceso de producción y el entorno del trabajador incrementando la productividad

BIBLIOGRAFÍA

1. **ANDRADE, Adrián; et al.** Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado. *Información Tecnológica* [En línea], 2019, (Ecuador) 30(3), pp. 83-94. [Consulta: 20 de noviembre 2023]. ISSN 0718-0764 Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/28589>
2. **ARROBA VÁSQUEZ, Nathalia Arlen.** Aplicación de la metodología 5S para la mejora de la productividad en una empresa productora de papeles absorbentes. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador. 2022. p. 52. [Consulta: 02 de enero 2024]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23148>
3. **BEJARANO, Carlos; et al.** Estandarización de los procesos productivos en la empresa Lincoln. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2019. p. 50. [Consulta: 22 de noviembre 2023]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/5302>
4. **BRAVO GOMEZ, Maria Cristina; et al.** Desarrollo de una herramienta de pronósticos con modelos de series de tiempo. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad EAFIT, Medellín, Colombia. 2011. p. 41. [Consulta: 28 de noviembre 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10784/8547>
5. **CABEZAS, Edmundo; et al.** Estudio de procesos, tiempos y movimientos para mejorar la productividad en la planta de ensamble del modelo Golden en carrocerías Megabuss. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2019. pp. 78-85. [Consulta: 12 de diciembre 2023]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/3130>
6. **CARRO PAZ, Roberto; et al.** *Productividad y competencia*. [En línea]. Mar de Plata Buenos Aires-Argentina: Univesidad Nacional Mar de Plata, 2016. [Consulta: 01 de diciembre 2023]. Disponible en: https://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/1607/1/02_productividad_competitividad.pdf

7. **CÉSPEDES TRUJILLO, Nancy; et al.** La administración de los inventarios en el marco de la administración financiera a corto plazo. Boletín Redipe [En línea], 2017, (Ecuador) 6(5), pp. 196-214. [Consulta: 8 de noviembre 2023]. ISSN 2256-1536 Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6145627>
8. **DIAGRAMER.** *Diagrama de flujo*. [En línea]. 2024. [Consulta: 10 de enero 2024]. Disponible en: <https://www.diagramadeflujo.net/diagrama-de-recorrido/>.
9. **GAIBOR ESPIN, Amanda Estefany.** La Gestión por Procesos y la Productividad en la empresa. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2022. p. 20. [Consulta: 29 de diciembre 2023]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8861>
10. **GARCÉS, Mishel.** Optimización del sistema productivo en el proceso de rectificación de motores a través de un sistema de gestión por procesos en la Empresa Mar-Lo Rectificadora de Motores S.CC. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2022. p. 60. [Consulta: 04 de diciembre 2023]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/18248>
11. **GARCÍA GUILIANY, Jesús; et al.** Indicadores de Eficacia y Eficiencia en la gestión de procura de materiales en empresas del sector construcción del Departamento del Atlántico, Colombia. Revista Espacios [En línea], 2019, (Colombia) 40(22), p. 16 [Consulta: 20 de enero 2024]. ISSN 0798 1015 Disponible en: <https://www.revistaespacios.com/a19v40n22/a19v40n22p16.pdf>
12. **GRASS GUAQUETA, Daniel Stevenson. 2016.** Optimización multi-objetivo con algoritmos bio-inspirados para el control y coordinación de inventarios multi-producto. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 2016. p. 25. [Consulta: 20 de febrero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57220>
13. **HANKE, John E; et al.** *Pronósticos en los negocios*. [En línea]. Juárez-México: Prentice Hall, 2010. [Consulta: 27 de noviembre 2023]. Disponible en: https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25599w/L1EF118_S1_R1.pdf

14. **KRAJEWSKI, Lee J; et al.** Administración de operaciones procesos y cadenas de valor. [En línea]. Juárez-México: Pearson Educación, 2008. [Consulta: 10 de enero 2024]. Disponible en:
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/566458/Administracion_De_Operaciones_-_LEE_J._K-comprimido.pdf
15. **LOPEZ, Bryan Zalazar.** *Ingeniería Industrial. Tiempo suplementarios.* [En línea]. 2019. [Consulta: 02 de febrero 2024]. Disponible en:
<https://ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/>.
16. **MBA.** *MBA Internacional en Gestión Logística Integral y SCM.* Instituto Tecnológico de Logística Montevideo-Uruguay, [En línea]. 2011. [Consulta: 02 de febrero 2024]. Disponible en: <http://virtualnet2.umb.edu.co/virtualnet/archivos/open.php/133/modulo2/pdf/tecinfcom.pdf>
17. **MÉNDEZ MELÉNDEZ, Lorena Janeth; et al.** El tiempo estándar y su importancia en las cotizaciones de proyectos de manufactura. Un enfoque de gestión. *novaRUA Revista Universitaria de Administración* [En línea], 2020, (México) 14(24), pp. 110-122. [Consulta: 30 de enero 2024]. ISSN 2007-4042. Disponible en:
<http://portal.amelica.org/ameli/journal/378/3783293006/3783293006.pdf>
18. **MOSQUERA GUANOLUISA, Doris Lisbeth.** Optimización de la productividad en la elaboración de puertas forjadas mediante el estudio de métodos y la medición del trabajo en la Industria Vicoalmin de la ciudad de Riobamba. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2016. p. 80. [Consulta: 29 de diciembre 2023]. Disponible en:
<http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/4601>
19. **MOYANO, Julio.** *Diseño de indicadores de Gestión.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. 2022.
20. **MRPEASY.** *¿Qué es un plan maestro de producción (MPS)?* .[En línea]. 2023. [Consulta: 20 de diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.mrpeasy.com/blog/es/plan-maestro-de-produccion/>

21. **MY GESTION.** *Qué es el Plan Agregado de Producción y cómo hacerlo.* [En línea]. 2022. [Consulta: 28 de enero 2024]. Disponible en: <https://www.mygestion.com/blog/plan-agregado-produccion>.
22. **NIEBEL, Benjamin W; et al.** *Ingeniería industrial de Niebel Métodos, estándares y diseño del trabajo.* [En línea]. Madrid-España: Mc Graw Hill, 2014. [Consulta: 26 de noviembre 2023]. Disponible en: https://students.aiu.edu/submissions/profiles/resources/onlineBook/a9p7r9_Metodos%20estandares%20y%20diseno%20del%20trabajo.pdf
23. **PALACIOS ACERO, Luis Carlos.** *Ingeniería de métodos movimientos y tiempos.* [En línea]. Bogota-Colombia: Ecoe Ediciones, 2009. [Consulta: 06 de enero 2024]. Disponible en: <https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2015/08/Ingenier%C3%ADa-de-m%C3%A9todos.pdf>
24. **QUINTO DE LA CRUZ, Jorge Luis.** Aplicación del estudio de tiempos y su relación con la productividad del personal operativo en el área de reparación en una empresa metalmeccánica dedicada al mantenimiento de maquinaria pesada-2018. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Nacional de Callao, Callao, Perú. 2019. p. 67. [Consulta: 24 de enero 2024]. Disponible en: <https://library.co/document/y96v8vly-aplicacion-relacion-productividad-operativo-reparacion-metalmeccanica-mantenimiento-maquinaria.html>
25. **RICARDO CABALLERO, M. Sc.** *Estudio de tiempos.* [En línea]. 2018. [Consulta: 29 de diciembre 2024]. Disponible en: https://www.academia.utp.ac.pa/sites/default/files/docente/541/111_estudio_de_tiempos.pdf
26. **RODRÍGUEZ MONTENEGRO, Beatriz Lorena.** *Sistemas y Modelos de inventario.* [En línea]. 2011. [Consulta: 13 de enero 2024]. Disponible en: <http://virtualnet2.umb.edu.co/virtualnet/archivos/open.php/692/mod2/pdf/adm.pdf>
27. **RODRÍGUEZ PIO, Jorge Luis.** Análisis, diagnóstico y propuesta de mejora en la gestión de inventarios y almacén en una empresa textil. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. 2022. p. 29. [Consulta: 12 de enero 2024]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/21698>

28. **SALAZAR, Edison; et al.** Diseño de un plan maestro de producción en la empresa Tecnibisagras. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. 2022. pp. 30-35. [Consulta: 29 de enero 2024]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9566>
29. **SÁNCHEZ LÓPEZ, Maricela; et al.** Sistema de Información para el Control de Inventarios del Almacén del ITS. *Conciencia Tecnológica* [En línea], 2011, (Ecuador) 41, pp. 41-46. [Consulta: 16 de enero 2024]. ISSN 1405-5597 Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94419100007>
30. **SÁNCHEZ RAMOS, Juan.** *Logística y Distribución*. Pontificia Universidad Católica del Valparaíso, Chile. 2007.
31. **SANCHIS GISBERT, Raquel.** *Diagrama de Procesos*. [En línea]. 2020. [Consulta: 24 de diciembre 2024]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/144115/Sanchis%20-%20Diagramaci%C3%B3n%20de%20Procesos.pdf?sequence=1>
32. **SAP.** *¿Qué es la planificación de requisitos de material (MRP)?*. [En línea]. 2023. [Consulta: 10 de noviembre 2023]. Disponible en: [https://www.sap.com/latinamerica/products/erp/what-is-mrp.html#:~:text=MRP%20es%20el%20m%C3%B3dulo%20de,pedidos\)%20para%20satisfacer%20esas%20demandas](https://www.sap.com/latinamerica/products/erp/what-is-mrp.html#:~:text=MRP%20es%20el%20m%C3%B3dulo%20de,pedidos)%20para%20satisfacer%20esas%20demandas).
33. **SLIMSTOCK** *¿Qué es el Stock de Seguridad?* [En línea]. 2022. [Consulta: 28 de noviembre 2023]. Disponible en: <https://www.slimstock.com/es/blog/que-es-el-stock-de-seguridad/#:~:text=E1%20Stock%20de%20Seguridad%20es,por%20parte%20de%20los%20proveedores>.
34. **SORIANO OSORIO, André Gregorio.** Determinación de los tiempos estándares de fabricación de los productos elaborados por una empresa química. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador. 2021. p. 80. [Consulta: 04 de enero 2024]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20690>

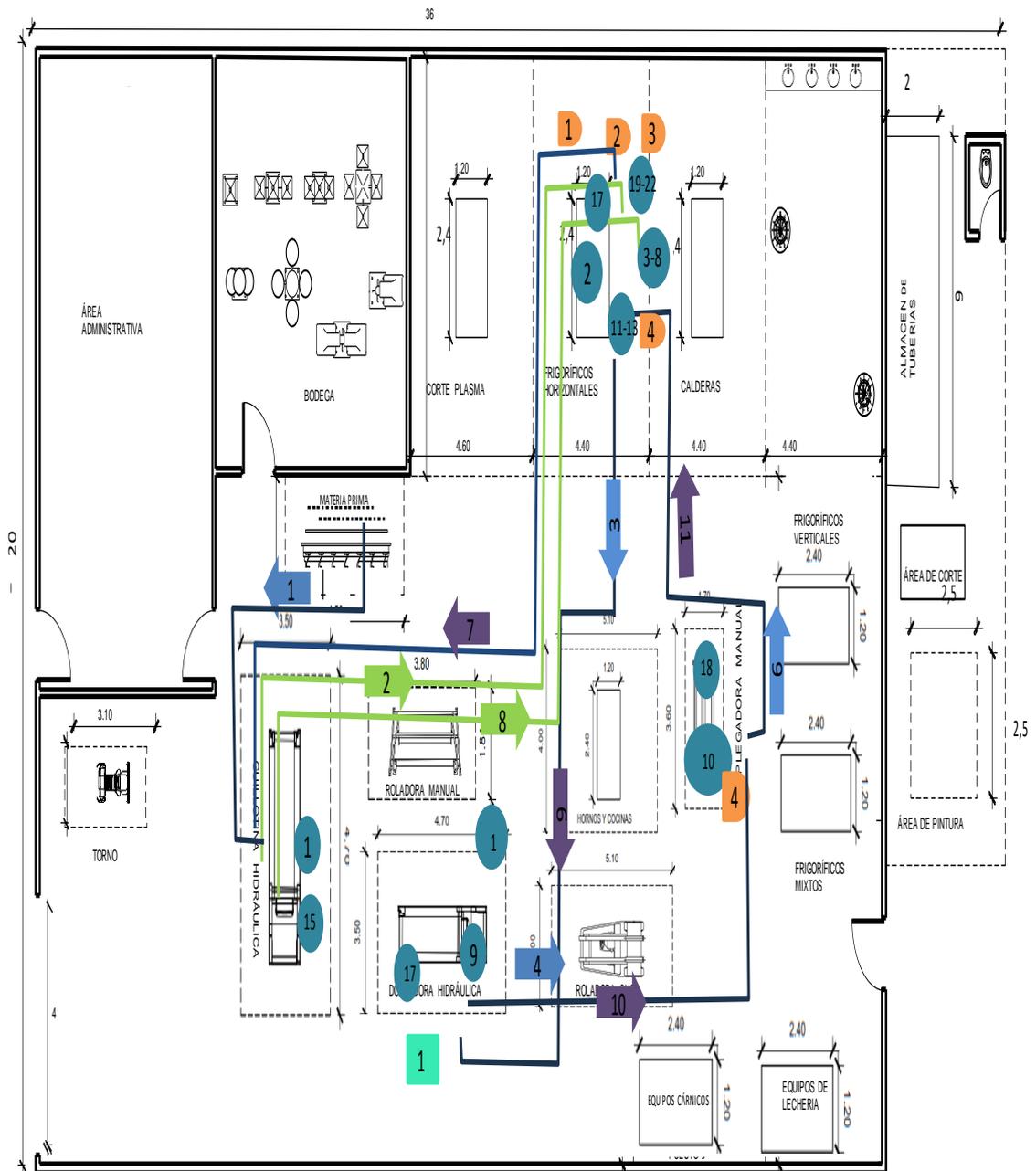
35. **SUÁREZ, Juan.** *Plan Agregado de Producción Mixto o Combinación.* [En línea]. 2018.
[Consulta: 27 de marzo 2024]. Disponible en:
https://www.youtube.com/watch?v=g4cbo_a8RjA&t=405s.

ANEXOS

ANEXO A: DIAGRAMAS DE RECORRIDO DEL ESTUDIO INICIAL

Diagrama de recorrido manufactura estructura exterior e interior del frigorífico.

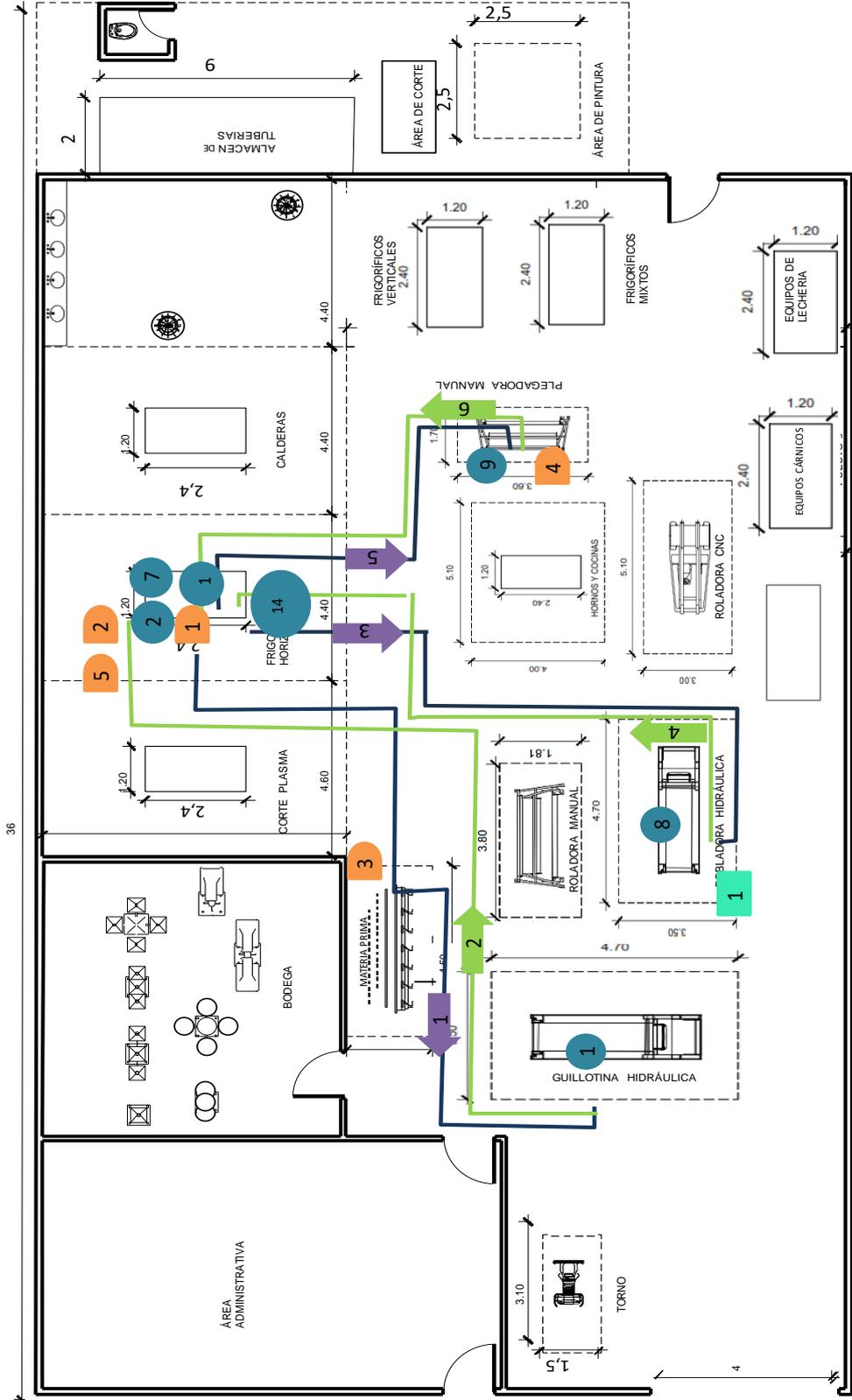
DIAGRAMA DE RECORRIDO			
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE		PROCESO	MANUFACTURA DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR E INTERIOR
MÉTODO: MÉTODO ACTUAL	DIAGRAMA TIPO: MATERIAL	DIAGRAMA N°: 1	FECHA: 22/11/2023
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS		REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN		REVISADO Y APROBADO POR:	Ing. Samuel Yungán



Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

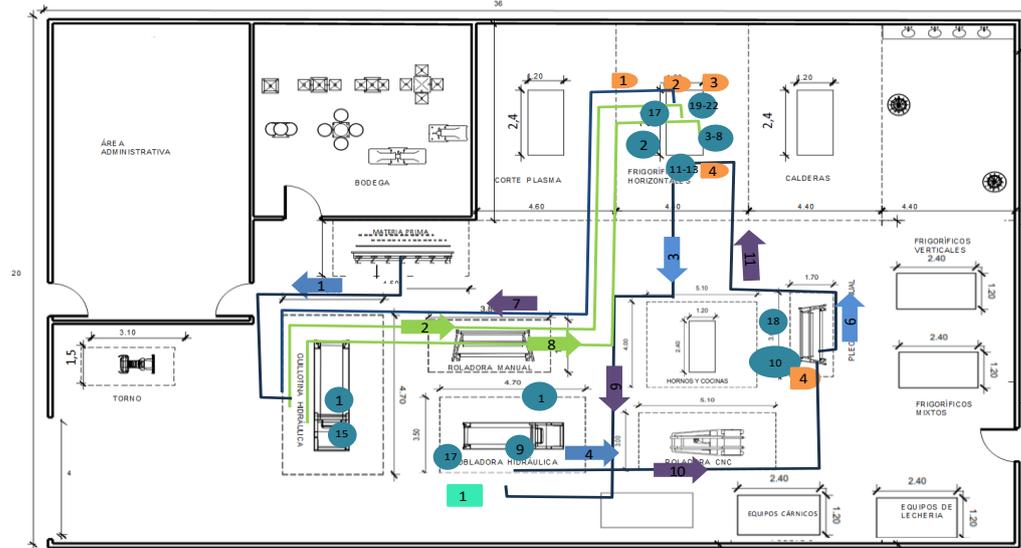
Diagrama de recorrido correspondiente a la manufactura de la estructura del frigorífico de 5 bandejas.



Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

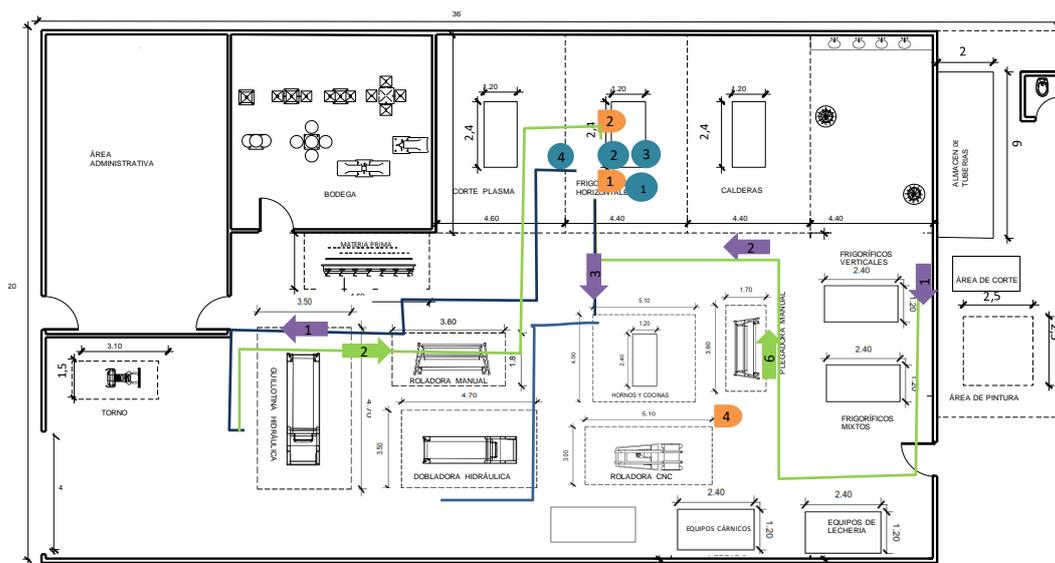
Diagrama de recorrido correspondiente a la manufactura de las bandejas del frigorífico.



Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

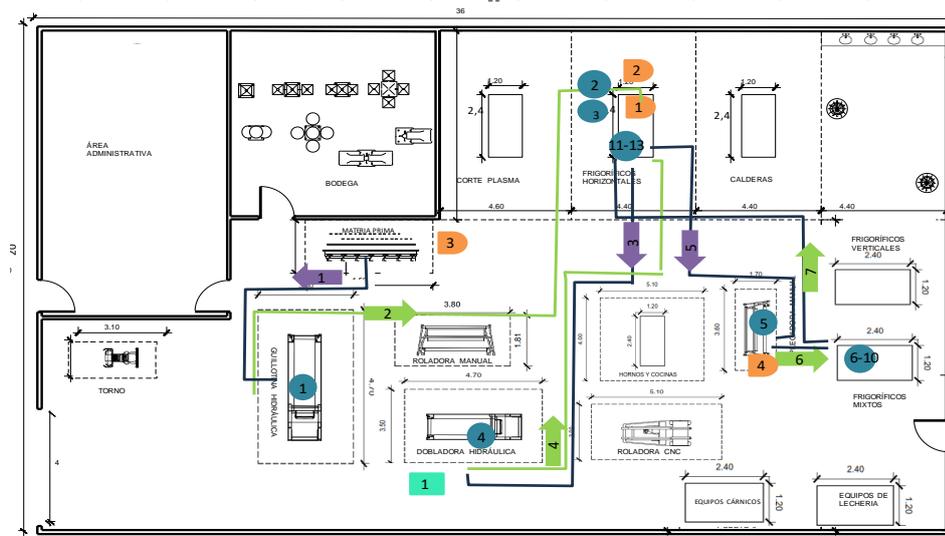
Diagrama de recorrido correspondiente a la manufactura de la estructura base



Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

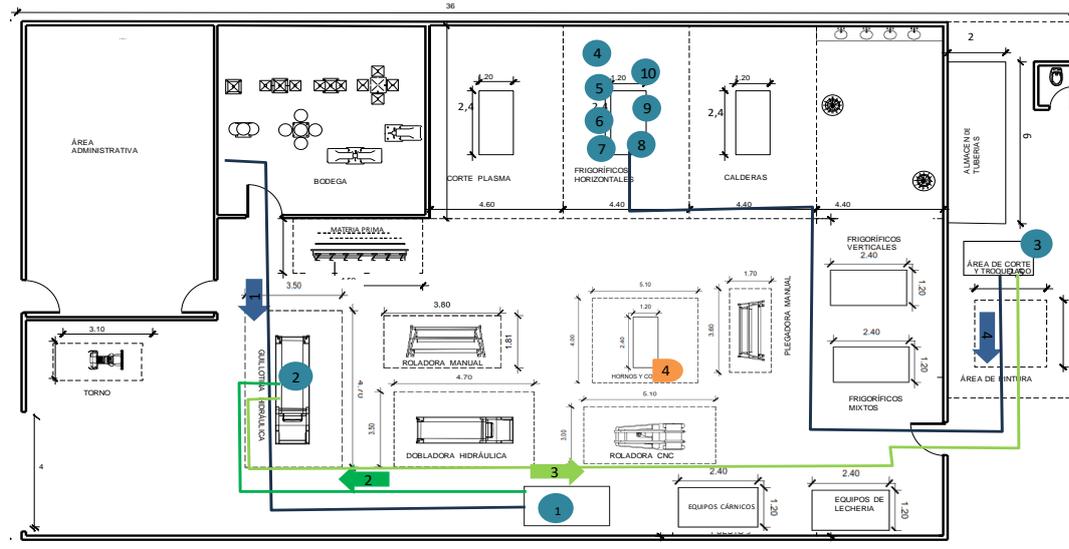
Diagrama de recorrido correspondiente a la manufactura de las puertas



Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

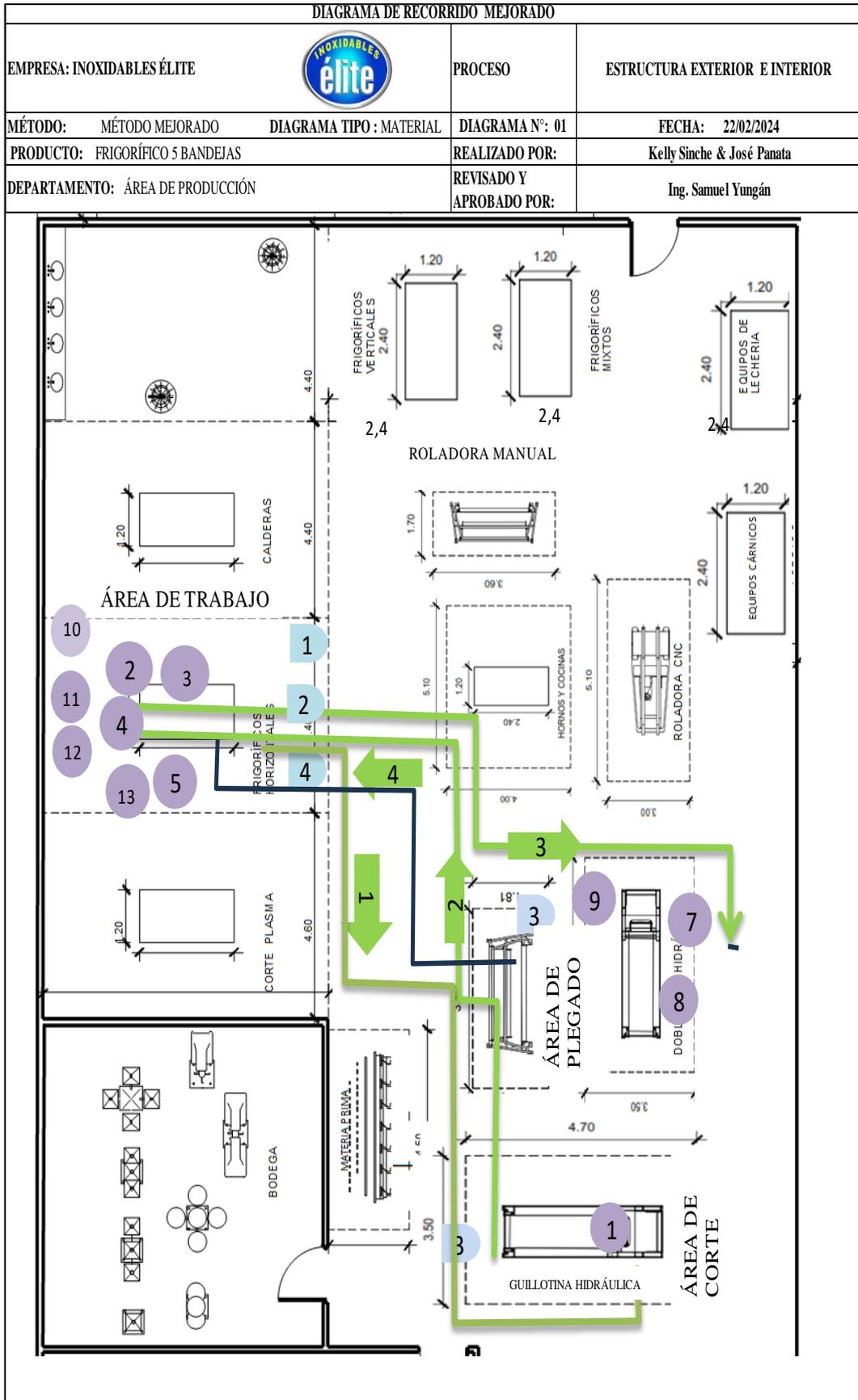
Diagrama de recorrido correspondiente a la manufactura del condensador y evaporador



Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

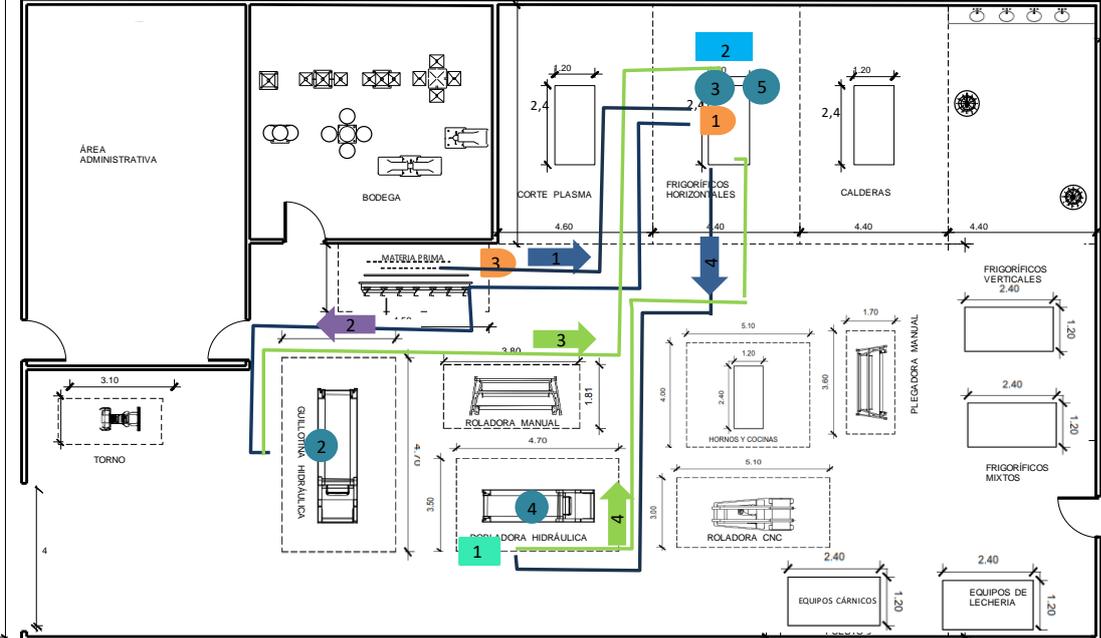
Diagrama de recorrido correspondiente al proceso de manufactura.



Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de recorrido correspondiente a la manufactura de biseles.



Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

ANEXO B: DIAGRAMAS DE ANÁLISIS DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS.

Diagrama de análisis de desperdicios N° 2 correspondiente al ensamble de la estructura externa.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS									
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE					PROCESO	ENSAMBLE DE LA ESTRUCTURA EXTERNA			
MÉTODO: MÉTODO ACTUAL		DIAGRAMA TIPO : MATERIAL			DIAGRAMA N°: 2	FECHA: 23/11/2023			
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS					REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata			
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN					REVISADO Y APROBADO POR:	Ing.Samuel Yungán			
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOS						HOJA N° 1		
							Tiempo (min)	ACTIVIDAD a, b, c	OBSERVACIÓN
Transportar la pieza frontal inferior hacia la mesa de trabajo							2	c	
Soldar la estructura Frontal Inferior							38	a	Demora en la búsqueda de electrodos de tungsteno de 2 mm
Inspección							2	a	
Soldar la estructura Frontal Inferior							44	a	
Inspección de soldadura y dimensionamiento							6	a	Demora en la búsqueda de herramientas
Girar la estructura soldada							5	c	
Enderezar la estructura inferior mediante golpes con un martillo de goma							15	b	
Colocar la base del frigorífico sobre el ensamble							4	b	
Cambiar el tanque de argón para la soldadura							6	c	Demora en la búsqueda de un tanque de argón
Colocar los elementos de sujeción							2	c	
Calibrar la maquina de soldar							3	b	
Soldar la base y laterales inferiores del frigorífico							155	a	
TABLA RESUMEN _ESTRUCTURA EXTERIOR				RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES V.A. Y DESPERDICIO					
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	ACTIVIDADES		CANTIDAD			
OPERACIÓN		4	252	Agregan valor (a)		5			
ALMACENAJE		0	0	NAV pero es necesario (b)		3			
INSPECCIÓN		2	8	No agregan valor (c)		4			
DEMORA		4	21	$%VA = (a+b)/(a+b+c) * 100$		66,67%			
TRANSPORTE		1	2	$%Improductividad = 1 - %VA$		33,33%			
OP. COMBINADA		0	0						
TOTAL		9	283						

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios N° 3 correspondiente a la manufactura de la estructura base

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS								
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE					PROCESO	MANUFACTURA DE LA ESTRUCTURA BASE		
MÉTODO: MÉTODO ACTUAL			DIAGRAMA TIPO : MATERIAL		DIAGRAMA N°: 03	FECHA: 23/11/2023		
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS					REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata		
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN					REVISADO Y APROBADO POR:	Ing. Samuel Yungán		
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOS					TIEMPO (min)	HOJA N° 1	
								ACTIVIDAD a, b, c
Tomar las medidas para la elaboración de la estructura base.						5	a	Demora operativa en la búsqueda de materiales y herramientas (disco de pulir)
Transportar las planchas de acero inoxidable						2	c	
Trazar las medidas para la elaboración de la estructura base 1 y base2						80	a	
Transportar las piezas hacia la cortadora hidráulica						4	c	
Cortar las piezas						5	a	
Transportar las piezas hacia la mesa de trabajo						4	c	
Pulir los filos cortantes						13	b	
Transportar las piezas de la estructura posterior hacia la dobladora hidráulica						2	c	
Realizar el proceso de doblado						30	a	
Inspección del dimensionamiento						10	a	
Transportar las piezas posteriores hacia la dobladora manual						2	c	
Calibración de la dobladora manual						2	c	
Doblado y remachado de las piezas						38	a	
Transporte de las piezas laterales hacia el puesto de trabajo						4	c	
Ensamblar la base 1 y la base 2 mediante soldadura						20	a	
Soldar la plataforma fija con la plataforma móvil de las ruedas garruchas						20	a	
Soldar las ruedas garruchas con la base de tubo galvanizado						15	a	
TABLA RESUMEN				RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES V.A. Y DESPERDICIO				
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	ACTIVIDADES	CANTIDAD			
OPERACIÓN		8	221	Agregan valor (a)	9			
ALMACENAJE		0	0	NAV pero es necesario (b)	1			
INSPECCIÓN		0	0	No agregan valor (c)	7			
DEMORA		2	7	$%VA = (a+b) / (a+b+c) * 100$	58,82%			
TRANSPORTE		6	18	$%Improductividad = 1 - %VA$	41,18%			
OP. COMBINADA		0	0					
TOTAL		16	246					

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios N° 4 correspondiente al ensamble de la estructura interior y exterior

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO										
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE							PROCESO		ENSAMBLE DE LA ESTRUCTURA INTERIOR Y EXTERIOR	
MÉTODO: MÉTODO ACTUAL				DIAGRAMA TIPO : MATERIAL			DIAGRAMA N°: 4		FECHA: 24/11/2023	
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS							REALIZADO POR:		Kelly Sinche & José Panata	
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN							REVISADO Y APROBADO POR:		Ing.Samuel Yungán	
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOS						TIEMPO (min)	HOJA N° 1		
	●	➔	■	◐	▼	◑		ACTIVIDAD a, b, c	OBSERVACIÓN	
Ensamblar la estructura interior	●						99	a		
Colocar las herramientas de sujeción en la estructura interior						●	5	b		
soldar la estructura interior	●						20	a		
Retirar el plástico	●						6	b		
Ensamblar parte exterior e interior	●						75	a		
Sujeción de la parte interior con la exterior						●	20	c		
Ajuste y adecuación de las piezas interior e exterior ha soldar	●						80	c		
Soldar la estructura interior con la exterior	●						35	a		
Inspección						●	3	a		
Pulido y adecuado de la estructura	●						37	b		
TABLA RESUMEN				ACTIVIDADES				CANTIDAD		
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)							
				Agregan valor (a)				5		
OPERACIÓN	●	7	352	NAV pero es necesario (b)				3		
ALMACENAJE	▼	0	0	No agregan valor (c)				3		
INSPECCIÓN	■	1	3	$\%VA = (a+b) / (a+b+c) * 100$				72,73%		
DEMORA	◐	2	20	$\%Improductividad = 1 - \%VA$				27,27%		
TRANSPORTE	➔	0	0							
OP. COMBINADA	◑	0	0							
TOTAL		10	375							

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios N° 5 correspondiente al ensamble de la estructura lateral e inserción de empaques.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS									
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE				PROCESO		SOLDADURA DE LA ESTRUCTURA LATERAL E INTERNA DE LOS PARANTES E INSERCIÓN DE EMPAQUES			
MÉTODO: MÉTODO ACTUAL		DIAGRAMA TIPO : MATERIAL		DIAGRAMA N°: 5		FECHA:24/11/2023			
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS				REALIZADO POR:		Kelly Sinche & José Panata			
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN				REVISADO Y APROBADO POR:		Ing.Samuel Yungán			
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOS						TIEMPO (min)	ACTIVIDAD a, b, c	HOJA N° 1 OBSERVACIÓN
Ajuste de dimensionamiento estructural	●						17	b	Demoras operativas en las búsqueda de herramientas
Soldar la estructura lateral derecha	●						6	a	
Soldar la estructura lateral izquierda	●						2	a	
Inspeccionar el dimensionamiento			■				4	a	
Soldar la Estructura inferior de forma vertical	●						11	a	
Inspección			■				4	a	
Soldar la Estructura inferior de forma horizontal	●						15	a	
Pulir la soldadura	●						3	b	
Inspección de la soldadura y del dimensionamiento			■				5	a	
Soldar la Estructura inferior de forma horizontal	●						44	a	
Retirar el plástico de los parantes	●						5	b	
Inspección de la parte superior del frigorífico			■				10	b	
Pulir la soldadura superior del frigorífico	●						8	b	
Colocación elementos de sujeción para nivel la estructura superior	●						10	c	
Soldar la estructura superior interna con los parantes	●						11	a	
Inspección de medidas			■				2	a	
Transportar los empaques de caucho desde bodega			■				3	c	
Medir y cortar los empaques de caucho	●						14	c	
Pulir fillos de los empaques	●						7	b	
Retirar los elementos de sujeción de la parte superior del frigorífico			■				5	c	
Colocación de empaques en las uniones de la estructura	●						85	a	
Inspección			■				5	a	
TABLA RESUMEN			ACTIVIDADES		CANTIDAD				
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)						
				Agregan valor (a)	12				
OPERACIÓN		13	228	NAV pero es necesario (b)	6				
ALMACENAJE		0	0	No agregan valor (c)	4				
INSPECCIÓN		6	30	$\%VA = (a+b)/(a+b+c) *100$	81,82%				
DEMORA		4	22	$\%Improductividad = 1 - \%VA$	18,18%				
TRANSPORTE OP.		0	0						
COMBINADA		0	0						
TOTAL		23	280						

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios N° 6 correspondiente a la manufactura de las bandejas.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS									
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE					PROCESO	MANUFACTURA DE LAS BANDEJAS			
MÉTODO: MÉTODO ACTUAL			TIPO: MATERIAL		DIAGRAMA N°: 6	FECHA: 27/11/2023			
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS					HECHO POR:	Kelly Sinche & José Panata			
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN					REVISADO Y APROBADO	Ing. Samuel Yungán			
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOS						HOJA N° 1		
							TIEMPO (min)	ACTIVIDAD a, b, c	OBSERVACIÓN
Transportar la plancha de acero inoxidable 430 0,07 mm hacia la cortadora							3	c	
Cortar la plancha							7	a	
Transportar hacia la mesa de trabajo							3	c	
Eliminar los filos cortantes							12	b	
Trazar las medidas para las bandejas							98	a	
Cortar el excedente de material para proceso de doblado							4	a	
Unir ambas planchas y sujetar con herramientas de sujeción							3	c	
Realizar perforaciones guía mediante plasma para la incorporación de luces							12	a	
Taladrado de agujeros para la visualización de luces							7	b	
Demora operativa en la preparación de la máquina de corte con plasma							10	c	
Realizar perforaciones guía mediante plasma para la incorporación de luces							20	b	
Taladrado de agujeros para la visualización de luces							198	b	
Realizar la guía mediante punto guía							5	c	
Transportar las bandejas hacia la dobladora hidráulica CNC							4	c	
Doblar bandejas según los planos							75	a	
Transportar la bandeja hacia la dobladora manual							4	c	
Terminar el dobles en la dobladora manual							30	a	
Transportar la bandeja hacia la mesa de trabajo							6	c	
Enderezar los filos y soldar							25	a	
Pulir las rebabas de soldadura de las bandejas 1,2,3							12	b	
Transportar la plancha de acero inoxidable 430 0,07 mm hacia la mesa de trabajo							60	c	
Trazar las medidas para las bandejas							15	a	
Transportar las planchas de acero inoxidable a al área de corte							5	c	
Cortar la plancha							7	a	
Transportar hacia la mesa de trabajo							3	c	
Eliminar los filos cortantes							12	b	
Transportar las bandejas hacia la dobladora hidráulica CNC							4	c	
Doblar bandejas según los planos							75	a	
Transportar la bandeja hacia la dobladora manual							4	c	
Terminar el dobles en la dobladora manual							30	a	
Transportar la bandeja hacia la mesa de trabajo							6	c	
Enderezar los filos y soldar							25	a	
Pulir las rebabas de soldadura de las bandejas 1,2,3							12	b	
Manufacturar los separadores para cada bandeja							60	a	
Medir y realizar las perforaciones para la colocación de soportes para la bandeja base							32	b	
Colocar los soportes							23	a	
Montaje de la bandeja base							3	a	
Montaje de las bandejas 1,2,3							25	a	

TABLA RESUMEN				ACTIVIDADES	CANTIDAD
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)		
				Agregan valor (a)	16
OPERACIÓN		34	750	NAV pero es necesario (b)	8
ALMACENAJE		0	0	No agregan valor (c)	14
INSPECCIÓN		0	0	$\%VA = (a+b) / (a+b+c) * 100$	63,16%
DEMORA		6	177	$\%Improductividad = 1 - \%VA$	36,84%
TRANSPORTE		5	38		
OP. COMBINADA		0	0		
TOTAL		45	965		

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios N° 7 correspondiente a la manufactura de puertas.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS									
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE						PROCESO		MANUFACTURA DE LAS PUERTAS	
MÉTODO: MÉTODO ACTUAL			DIAGRAMA TIPO : MATERIAL			DIAGRAMA N°: 7		FECHA:28/11/2023	
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS						REALIZADO POR:		Kelly Sinche & José Panata	
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN						REVISADO Y APROBADO POR:		Ing.Samuel Yungán	
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOS						TIEMPO (min)	HOJA N° 1	
	●	➔	■	◐	▼	◑		ACTIVIDAD a, b, c	OBSERVACIÓN
Cortar las planchas de acero inoxidable 430 para las puertas	●						80	a	Largas distancias de recorrido, desperdicio de material durante la inyección de poliuretano
Trasladar las planchas al puesto de trabajo	●	➔					4	c	
Pulir los filos cortantes	●						25	b	
Trazar los dobleces de las puertas según los planos	●						120	b	
Transportar hacia el área de doblado	●	➔					2	c	
Doblado de las puertas	●						17	a	
Transportar las puertas hacia la mesa de trabajo	●	➔					3	c	
Transportar las tres puertas hacia la dobladora manual	●	➔					2	c	
Doblar el lado restante de las puertas	●						60	a	
Transportar las puertas hacia la mesa de trabajo	●	➔					2	c	
Enderezar los filos y soldar	●						63	a	
Transporte del material de bodega a la mesa de trabajo	●	➔					15	c	
Inyección de poliuretano en las puertas	●						25	a	
eliminación de excesos de poliuretano	●						15	c	
Colocación de las tapas de las puertas mediante remaches	●						75	b	
Instalación de empaques magnéticos	●						300	a	
Instalación de tiradores en las puertas	●						90	b	
Transporte a el área de trabajo	●	➔					4	c	
Trazado de medidas para el taladrado de agujeros para las tiraderas	●						15	b	
Taladrado de agujeros	●						125	b	
Montaje de las puertas	●						40	a	
TABLA RESUMEN			ACTIVIDADES				CANTIDAD		
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)						
				Agregan valor (a)		7			
OPERACIÓN	●	14	910	NAV pero es necesario (b)		6			
ALMACENAJE	▼	0	0	No agregan valor (c)		8			
INSPECCIÓN	■	0	0	$%VA = (a+b) / (a+b+c) * 100$		61,90%			
DEMORA	◐	1	15	$%Improductividad = 1 - %VA$		38,10%			
TRANSPORTE	➔	8	37						
OP. COMBINADA	◑	0	0						
TOTAL		23	962						

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios N° 8 correspondiente a la manufactura del condensador y evaporador.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS										
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE							PROCESO	MANUFACTURA DEL CONDENSADOR Y EVAPORADOR		
MÉTODO: MÉTODO ACTUAL				DIAGRAMA TIPO : MATERIAL			DIAGRAMA N°: 08	FECHA:28/11/2023		
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS							REALIZADO POR: Kelly Sinche & Jose Panata			
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN							REVISADO Y APROBADO POR: Ing.Samuel Yungán			
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOS						TIEMPO (min)	ACTIVIDAD		OBSERVACIÓN
	●	➔	■	◐	▼	◑		a, b, c		
Transportar la plancha de aluminio hacia la mesa de trabajo		●					15	c	1. Largas distancias de recorrido 2. Actividades repetivas durante el proceso de troquelado	
Trazar las medidas	●						40	b		
Transportar al área de corte		●					15	c		
Cortar las planchas de aluminio	●						75	a		
Transportar al área de troquelado		●					20	c		
Troquelar manualmente las planchas de aluminio	●						240	a		
Transportar al área de trabajo		●					3	c		
Medir y cortar la cañería para la fabricación del Freezer	●						25	a		
Ensamblar las piezas de aluminio en la cañería	●						45	a		
Ensamblar el freezer con la cañería de las bandejas y el tubo capilar	●						25	a		
Instalacion del el freezer superior	●						45	a		
Manufactura de la bandeja de soporte para el freezer	●						48	a		
Instalación de la bandeja soporte del freezer superior	●						31	a		
Instalación de la mangera para la descarga de agua condensada del sistema de refrigeración	●						15	b		
TABLA RESUMEN				ACTIVIDADES			CANTIDAD			
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	Agregan valor (a)			8			
OPERACIÓN	●	11	589	NAV pero es necesario (b)			2			
ALMACENAJE	▼	0	0	No agregan valor (c)			4			
INSPECCIÓN	■	0	0	$\%VA = (a+b) / (a+b+c) *100$			71,43%			
DEMORA	◐	0	0	$\%Improductividad = 1 - \%VA$			28,57%			
TRANSPORTE	➔	4	53							
OP. COMBINADA	◑	0	0							
TOTAL		15	642							

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios N° 9 correspondiente a la instalación de bandejas.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS									
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE 			PROCESO		Instalación de las bandejas				
MÉTODO: MÉTODO ACTUAL TIPO : MATERIAL			DIAGRAMA N°: 09		FECHA:29/11/2023				
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS			REALIZADO POR:		Kelly Sinche & José Panata				
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN			REVISADO Y APROBADO POR:		Ing.Samuel Yungán				
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOS						HOJA N° 1		
							TIEMPO (m)	ACTIVIDAD a, b, c	OBSERVACIÓN
Dimensionar separación de las bandejas en el interior del frigorífico							5	c	
Trazar y cortar con la máquina amoladora el espacio para el paso de la tubería de cobre							10	a	
Ensamble de bandejas							65	a	
Manufactura de soportes para la tubería de cobre							28,5	a	
Instalación de la tubería de cobre en la parte inferior de las bandejas							36,96	a	Optimización del tiempo con la aplicación de la metodología 5S
Instalación de la bandeja base en el frigorífico y ensamble con el freezer 2							80	a	
Pre montaje de la bandeja base y ensamble de la tubería de cobre							20	c	
Instalación de la cañería de cobre en las bandejas							120	a	
Manufactura de separadores de las bandejas							25	b	
Taladrado y ensamble de separadores mediante remaches							35	b	
TABLA RESUMEN				ACTIVIDADES		CANTIDAD			
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	Agregan valor (a)		6			
OPERACIÓN		7	357	NAV pero es necesario (b)		2			
ALMACENAJE		0	0	No agregan valor (c)		2			
INSPECCIÓN		0	0	$\%VA = (a+b)/(a+b+c) * 100$		80,00%			
DEMORA		1	5	$\%Improductividad = 1 - \%VA$		20,00%			
TRANSPORTE		0	0						
OP. COMBINADA		1	28,5						
TOTAL		9	390,5						

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios N° 10 correspondiente a la instalación del sistema de iluminación.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS									
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE					PROCESO	INSTALACION DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN			
MÉTODO: MÉTODO ACTUAL DIAGRAMA TIPO : MATERIAL					DIAGRAMA N°: 10	FECHA:29/11/2023			
PRODUCTO: - FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS					REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata			
DEPARTAMENTO:			ÁREA DE PRODUCCIÓN		REVISADO Y APROBADO POR:	Ing.Samuel Yungán			
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOS						HOJA N° 1		
							TIEMPO (min)	Actividad a, b, c	OBSERVACIÓN
Transporte de materiales							3	c	
Dimensionar el cable gemelo necesario para la instalación del sistema iluminación							5	b	
Taladrar los agujeros en la estructura de frigorífico							20	a	
Instalar el cable gemelo							30	a	Ordenes de producción claras y precisas
Colocar las luces en las 3 bandejas con cinta doble faz							15	a	Desperdicio de tiempo en la búsqueda de herramientas
Sujetar las luces con amarraderas							16	b	
Realizar la conexión del cable gemelo con los focos led a través de un empalme							10	a	
Medir la longitud de luces led necesaria para la parte frontal inferior externa del frigorífico							5	b	
Cortar la cinta de luces led							23	c	
Pegar las luces led en el frigorífico haciendo uso de cinta doble faz							10	b	
Realizar la conexión de las luces led al sistema de iluminación							20	b	
Prueba de funcionamiento							3	a	
TABLA RESUMEN				ACTIVIDADES		CANTIDAD			
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	Agregan valor (a)		5			
OPERACIÓN		9	178	NAV pero es necesario (b)		5			
ALMACENAJE		0	0	No agregan valor (c)		2			
INSPECCIÓN		1	0	$\%VA = (a+b) / (a+b+c) * 100$		83,33%			
DEMORA		2	11	$Improductividad = 1 - \%V$		16,67%			
TRANSPORTE		1	3						
OP. COMBINADA		0	0						
TOTAL		13	192						

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios N° 11 correspondiente a la instalación del condensador y evaporador.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS									
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE					PROCESO		INSTALACIÓN DEL CONDENSADOR Y EVAPORADOR		
MÉTODO: MÉTODO ACTUAL TIPO : MATERIAL					DIAGRAMA N°: 11		FECHA:30/11/2023		
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS					REALIZADO POR:		Kelly Sinche & José Panata		
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN					REVISADO Y APROBADO POR:		Ing. Samuel Yungán		
DESCRIPCION	SIMBOLOS						HOJA N° 1		
							TIEMPO (min)	ACTIVIDAD a, b, c	OBSERVACIÓN
Manufactura de la tapa del freezer 2	●						25	a	
Transporta una plancha de acero inoxidable 304 al puesto de trabajo		→					3	c	
Trazar las medidas para lo cortes y dobleces para la tapa del freezer inferior	●						5	b	
Transportar la plancha hacia la cortadora		→					3	c	
Cortar según las medidas	●						3	b	
Inspeccionar los cortes			■				1	a	
Transportar los cortes al área de trabajo		→					2	c	
Eliminar los filos cortantes	●						3	b	
Inspeccionar la correcta eliminación de filos cortantes			■				2	a	
Transportar hacia la dobladora hidráulica		→					3	c	
Realizar los dobleces	●						5	a	
Transportar la pieza al área de trabajo		→					3	c	
Realizar los agujeros en el área de montaje y tapa de freezer	●						10	a	
Remachar la tapa del freezer	●						5	a	
TABLA RESUMEN				ACTIVIDADES		CANTIDAD			
OPERACIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	Agregan valor (a)		6			
		7	56	NAV pero es necesario (b)		3			
		0	0	No agregan valor (c)		5			
INSPECCIÓN		2	3	$%VA = (a+b) / (a+b+c) * 100$		64,29%			
DEMORA		0	0	$%Improductividad = 1 - %VA$		35,71%			
TRANSPORTE		5	14						
OP. COMBINADA		0	0						
TOTAL		14	73						

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios N° 12 correspondiente a la inyección de poliuretano. Hoja 1 de 2.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS							
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE					PROCESO	INYECCIÓN DE POLIURETANO	
MÉTODO: MÉTODO ACTUAL DIAGRAMA TIPO : MATERIAL			DIAGRAMA N°: 12		FECHA: 04/12/2023		
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS			REALIZADO POR:		Kelly Sinche & José Panata		
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN			REVISADO Y APROBADO POR:		Ing. Samuel Yungán		
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOS						HOJA N° 1 de 2
							Actividad a, b, c
						ITEM PO(m)	OBSERVACIÓN
Aplicar un sellador de silicona en los bordes soldados del frigorífico	●	→				15	a
Transportar las canecas de poliuretano de la bodega hacia el área de trabajo	●	→				10	c
Medir 200ml del componente A y B de poliuretano	●					3	a
Mezclar	●					3	b
Verter la mezcla de poliuretanos en la parte interior derecha del frigorífico	●					1	b
Distribuir la mezcla agitando el equipo	●					2	b
Colocar los apoyos	●					3	b
Medir 200ml del componente A y B de poliuretano	●					2	a
Mezclar	●					3	b
Verter la mezcla de poliuretanos en la parte interior Izquierdo del frigorífico	●					5	b
Distribuir la mezcla agitando el equipo	●					3	b
Colocar soportes laterales	●					10	b
Espera reacción del componente químico					●	5	c
Retirar los apoyos					●	2	c
Medir 100ml del componente A y B de poliuretano	●					2	a
Mezclar	●					2	b
Verter la mezcla de poliuretanos en los parantes	●					3	b
Esperar la reacción del componente químico					●	3	c
Medir 100ml del componente A y B de poliuretano	●					2	a
Mezclar	●					3	b
Verter la mezcla de poliuretanos en la parte superior	●					2	b
Colocar los soportes en la parte superior	●					3	b
Esperar la reacción del componente químico					●	2	c
Retirar los soportes					●	3	c
Inspeccionar					●	3	a
Medir 50ml del componente A y B de poliuretano	●					3	a
Mezclar	●					2	b
Verter la mezcla de poliuretanos en la cavidad interior de los parantes del frigorífico	●					3	b
Colocar los soportes	●					2	b
Esperar la reacción del componente químico					●	3	b
Retirar los soportes					●	2	c
Inspeccionar					●	3	a
Medir 50ml del componente A y B de poliuretano	●					2	a
Mezclar	●					2	b
Verter la mezcla de poliuretano en los parantes	●					2	b
Colocar los soportes	●					2	b

1. Actividades repetitivas
2. presencia de pandeo en la parte lateral del frigorífico
3. desperdicio de material

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios N° 12 correspondiente a la inyección de poliuretano. Hoja 2 de 2.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO									
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE 					PROCESO		INYECCIÓN DE POLIURETANO		
MÉTODO: MÉTODO ACTUAL DIAGRAMA TIPO : MATERIAL					DIAGRAMA N°: 12		FECHA: 04/12/2023		
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS					REALIZADO POR:		Kelly Sinche & José Panata		
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN					REVISADO Y APROBADO POR:		Ing.Samuel Yungán		
DESCRIPCION	SIMBOLOS						HOJA N° 2		
							TIEMP O (m)	Actividad a, b, c	OBSERVACIÓN
Espera reacción del componente químico							3	b	
Retirar los soportes							2	c	
Inspeccionar							5	a	
Medir 50ml del componente A y B de poliuretano							2	a	
Mezclar							2	a	
Vertir la mezcla de poliuretano en la parte superior							2	a	
Colocar los soportes en la parte superior							2	a	
Espera reaccion del componente químico							3	b	
Retirar los soportes							2	c	
Inspeccionar							3	a	
Medir 40ml del componente A y B de poliuretano							2	a	
Mezclar							2	a	
Vertir la mezcla de poliuretano en la parte superior							2	a	
Colocar los soportes en la parte superior							3	a	
Espera reaccion del componente químico							3	b	
Retirar los soportes							2	c	
Inspeccionar							3	a	
Limpieza del exceso de poliuretano							15	a	
TABLA RESUMEN				ACTIVIDADES		CANTIDAD			
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)						
OPERACIÓN		30	96	Agregan valor (a)		24			
ALMACENAJE		0	0	NAV pero es necesario (b)		32			
INSPECCIÓN		5	17	No agregan valor (c)		16			
DEMORA		7	66	$\%VA = (a+b) / (a+b+c) * 100$		77,78%			
TRANSPORTE		0	0	$\%Improductividad = 1 - \%VA$		22,22%			
OP. COMBINADA		0	0						
TOTAL		54	179						

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios N° 13 correspondiente a la manufactura de biseles.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS									
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE 				PROCESO			MANUFACTURA DE BISELES		
MÉTODO: MÉTODO ACTUAL DIAGRAMA TIPO : MATERIAL				DIAGRAMA N°: 13			FECHA: 5/12/2023		
PRODUCTO: FRIGORIFICO 5 BANDEJAS				REALIZADO POR: Kelly Sinche & José Panata					
DEPARTAMENTO:ÁREA DE PRODUCCIÓN				REVISADO Y APROBADO POR:			Ing.Samuel Yungán		
DESCRIPCION	SIMBOLOS						HOJA N° 1		
							TIEMPO (min)	ACTIVIDAD a, b, c	OBSERVACIÓN
Pulir las soldaduras hasta obtener un acabado brillante							20	a	
Tomar las medidas para los biseles							3	a	
Transportar una plancha de acero inoxidable AISI 430 de 0,4 mm la guillotina hidráulica							5	c	
Cortar una Plancha de acero inoxidable AISI 430 de 0,4 mm en función los planos.							10	a	
Transportar a la mesa de trabajo							5	c	
Pulir los filos cortantes							3	b	
Transportar las piezas a el área de plegado							2	c	
Doblar las piezas según las especificaciones							25	a	
Inspección de dimensionamiento							3	a	
Transporte a el área de trabajo							2	c	
Ensamblaje de los biseles en el equipo frigorífico							140	a	
TABLA RESUMEN				ACTIVIDADES			CANTIDAD		
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)						
				Agregan valor (a)			6		
OPERACIÓN		5	193	NAV pero es necesario (b)			1		
ALMACENAJE		0	0	No agregan valor (c)			4		
INSPECCIÓN		1	3	$%VA = (a+b) / (a+b+c) * 100$			63,64%		
DEMORA		0	0	$%Improductividad = 1 - %VA$			36,36%		
TRANSPORTE		3	14						
OP. COMBINADA		0	0						
TOTAL		9	210						

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios N° 14 correspondiente al montaje de rótulos

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS										
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE							PROCESO	MONTAJE DE RÓTULOS		
MÉTODO: MÉTODO ACTUAL DIAGRAMA TIPO : MATERIAL					DIAGRAMA N°: 14		FECHA: 5/12/2023			
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS					REALIZADO POR:		Kelly Sinche & José Panata			
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN					REVISADO Y APROBADO POR:		Ing. Samuel Yungán			
DESCRIPCION	SIMBOLOS						TIEMPO (min)	HOJA N° 1		
								ACTIVIDAD a, b, c	OBSERVACIÓN	
Transportar las láminas de acrílico de bodega hacia el puesto de trabajo							3	c		
Trazado y corte del acrílico según los requerimientos							15	a	Las piezas de acrílico están fuera de las especificaciones	
Pulir los bordes del acrílico							20	b		
Colocar del acrílico en el rotulo del frigorífico							15	a		
Instalación de luces y cableado del rótulo							20	a		
Ensamble del rótulo en el frigorífico mediante soldadura							36	a		
Prueba de funcionamiento							3	a		
TABLA RESUMEN				ACTIVIDADES		CANTIDAD				
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)							
				Agregan valor (a)		5				
OPERACIÓN		6	109	NAV pero es necesario (b)		1				
ALMACENAJE		0	0	No agregan valor (c)		1				
INSPECCIÓN		1	3	$%VA = (a+b)/(a+b+c) * 100$		85,71%				
DEMORA		0	0	$%Improductividad = 1 - %VA$		14,29%				
TRANSPORTE		0	0							
OP. COMBINADA		0	0							
TOTAL		7	112							

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios N° 15 correspondiente a la instalación del vidrio.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS										
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE							PROCESO		INSTALACIÓN DEL VIDRIO	
MÉTODO: MÉTODO ACTUAL DIAGRAMA TIPO : MATERIAL				DIAGRAMA N°: 15		FECHA: 6/12/2023				
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS				REALIZADO POR:		Kelly Sinche & José Panata				
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN				REVISADO Y APROBADO POR:		Ing. Samuel Yungán				
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOS						HOJA N° 1			
							TIEMPO (min)	ACTIVIDAD a, b, c	OBSERVACIÓN	
Preparar el área del frigorífico para la instalación del vidrio panorámico	●						20	b		
Transportar el vidrio de la bodega hacia el área de trabajo	●	→					5	c		
Limpia el vidrio panorámico y los vidrios laterales	●						15	b		
Colocar cinta doble faz en los bordes del vidrio panorámico	●						20	a		
Montaje del vidrio panorámico en el frigorífico	●						20	b		
Ensamble de biseles para la sujeción del vidrio panorámico	●						30	a		
Montaje de vidrios laterales	●						30	a		
Inspección			■				2	a		
Cortar el vidrio lateral para que coincida con el vidrio panorámico	●						3	a		
Pulir los filos cortantes del vidrio	●						2	b		
Colocar silicona en la parte inferior de los vidrios laterales	●						5	b		
Ensamblar los vidrios laterales	●						25	a		
Inspección			■				3	a		
TABLA RESUMEN				ACTIVIDADES		CANTIDAD				
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)							
				Agregan valor (a)		7				
OPERACIÓN		10	170	NAV pero es necesario (b)		5				
ALMACENAJE		0	0	No agregan valor (c)		1				
INSPECCIÓN		2	5	$%VA = (a+b)/(a+b+c) * 100$		92,31%				
DEMORA		0	0	$%Improductividad = 1 - %VA$		7,69%				
TRANSPORTE		1	5							
OP. COMBINADA		0	0							
TOTAL		13	180							

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios N° 16 correspondiente a la instalación del sistema de refrigeración.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO										
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE							PROCESO	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN		
MÉTODO: MÉTODO ACTUAL DIAGRAMA TIPO : MATERIAL						DIAGRAMA N°: 16	FECHA :7/12/2023			
PRODUCTO: FRIGORIFÍCO 5 BANDEJAS						REALIZADO POR: Kelly Sinche & José Panata				
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN						REVISADO Y APROBADO POR: Ing.Samuel Yungán				
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOS						HOJA N° 1			
							TIEMPO (m)	ACTIVIDAD a, b, c	OBSERVACIÓN	
Transportar los elementos del sistema de refrigeración de la bodega a el área de							10	c		
Montaje del sistema de refrigeración							180	a		
Prueba del funcionamiento del sistema de refrigeración							120	a		
TABLA RESUMEN				ACTIVIDADES			CANTIDAD			
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	Agregan valor (a)			2			
OPERACIÓN		1	180	NAV pero es necesario (b)			0			
ALMACENAJE		0	0	No agregan valor (c)			1			
INSPECCIÓN		1	120	$%VA = (a+b) / (a+b+c) * 100$			66,67%			
DEMORA		0	0	$%Improductividad = 1 - %VA$			33,33%			
TRANSPORTE		1	10							
OP. COMBINADA		0	0							
TOTAL		3	310							

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios N° 17 correspondiente a la instalación de adhesivos y almacenamiento.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS									
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE					PROCESO	INSTALACIÓN DE ADHESIVOS Y ALMACENAMIENTO			
MÉTODO: MÉTODO ACTUAL DIAGRAMA TIPO : MATERIAL			DIAGRAMA N°: 17		FECHA :7/12/2023				
FAMILIA DE PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS			REALIZADO POR:		Kelly Sinche & José Panata				
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN			REVISADO Y APROBADO POR:		Ing.Samuel Yungán				
DESCRIPCION	SIMBOLOS						HOJA N° 1		
							TIEMPO (min)	ACTIVIDAD a, b, c	OBSERVACIÓN
Instalar un revestimiento melamínico con diseño en el equipo de refrigeración conjuntamente con el logotipo de la empresa	●	→	■	◐	▼	■	5	a	
Transportar a el área de almacenamiento de productos terminados	●	→	■	◐	▼	■	5	c	
Retirar la cubierta plástica interior y exterior del frigorífico	●	→	■	◐	▼	■	80	b	
Limpiar el equipo frigorífico	●	→	■	◐	▼	■	10	b	
Embalar el equipo frigorífico con plástico film	●	→	■	◐	▼	■	15	b	
Almacenar	●	→	■	◐	▼	■	3	c	
TABLA RESUMEN				ACTIVIDADES		CANTIDAD			
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)						
				Agregan valor (a)		0			
OPERACIÓN		3	105	NAV pero es necesario (b)		3			
ALMACENAJE		1	3	No agregan valor (c)		2			
INSPECCIÓN		1	0	$%VA = (a+b) / (a+b+c) * 100$		60,00%			
DEMORA		0	0	$%Improductividad = 1 - %VA$		40,00%			
TRANSPORTE		1	5						
OP. COMBINADA		0	0						
TOTAL		6	113						

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

ANEXO C: FICHAS AUDITORÍA 5S POSTERIOR IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS.

Ficha correspondiente a la auditoría de la fase Seiton.

		FORMULARIO DE AUDITORIA RUTINARIA 5S		Código:		AI5S-02
				Número de revisión		1
				Número de página		3 de 6
Departamento:		Planta - Producción		Área y/o Puesto de trabajo		Producción
Evaluador/res		Kelly Sinche & José Panata		Fecha actual		6/1/2024
Revisado por:		Jorge Teneguñay		Fecha próxima		10/02/204
PERFIL DE EVALUACIÓN						
Nunca		Casi nunca		A veces		Casi siempre
0%		25%		50%		75%
						Siempre
						100%
CRITERIOS DE EVALUACIÓN						
2	Seiton (Clasificar)	<i>"Separar lo necesario de lo innecesario"</i>		PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO		OBSERVACIONES
2.01	Las áreas de la planta se encuentran claramente identificadas			80%		
2.02	Los estantes y gavetas de herramientas y área de almacenamiento están ordenados			90%		
2.03	Las herramientas y materiales son fáciles de localizar, se utilizan y son ubicadas a su lugar original			90%		
2.04	No existe ningún tipo de obstáculo cerca del elemento de extinción de incendios más cercano			85%		
2.05	Las cajas de herramientas tienen un listado de las herramientas que contienen			100%		
2.06	Se cuenta con un archivo central para colocar documentos de uso común y se usa de forma permanente			95%		
2.07	Existe una matriz de distribución de trabajo donde se especifique los responsables de controlar el orden en las diferentes áreas de			100%		
2.08	La distribución física de la planta permite el trabajo y transito de personal y visitantes de forma segura y eficiente			75%		
2.09	La distribución física, equipamiento y señalización del área cumple rigurosamente con las normativa vigente en el decreto ejecutivo			80%		La ausencia de señalización horizontal en la planta se atribuye a las deficientes condiciones del piso
2.10	Todas las identificaciones de los elementos, maquinaria, equipos y pasillos se encuentra actualizada			100%		
PUNTUACIÓN S2				90%		AUDITORÍA APROBADA

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Ficha correspondiente a la auditoría de la fase Seiso.

	FORMULARIO DE AUDITORIA RUTINARIA 5S		Código:	AI5S-02
			Número de revisión	1
			Número de página	4 de 6
Departamento:	Planta - Producción	Área y/o Puesto de trabajo	Producción	
Evaluador/res	Kelly Sinche & José Panata	Fecha actual	martes, 6 de febrero de 2024	
Revisado por:	Jorge Teneguñay	Fecha próxima	jueves, 11 de enero de 2024	
PERFIL DE EVALUACIÓN				
Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
0%	25%	50%	75%	100%
CRITERIOS DE EVALUACIÓN				
3	Seiso (Limpiar)	<i>"Limpiar el puesto de trabajo y los equipos y prevenir la suciedad y el desorden"</i>	PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES
3.01	Los pisos están limpios en forma permanente, libre de basura y desperdicios		90%	
3.02	Se cuenta con depositos para la colocación de desperdicios y estos son plenamente utilizados		95%	
3.03	Los armarios, estantes y mesas de trabajo estan pintados, limpios y en condiciones adecuadas de uso		60%	
3.04	Las cajas de herramientas estan limpias		80%	
3.05	Se visualiza la limpieza en los puestos de trabajo		90%	
3.06	Las áreas comunes estan limpias (pasillos, baños, bodega, siministros, equipos, mesas de trabajo)		80%	
3.07	Se cuenta con los elementos necesarios para llevar a cabo la limpieza y estos retornan a su lugar original		90%	
3.08	Las tareas de limpieza están integradas a las tareas diarias del personal		100%	
3.09	Existen controles visuales, designar equipos y señalar la programación de mantenimiento y calibraciones		75%	
3.10	Una vez realizada la limpieza se identifican equipos o herramientas que presentan fallas, las mismas que son registradas atreves de tarjetas de indicadores, para llevar acabo un plan de mantenimiento adecuado		80%	
PUNTUACIÓN S1			84%	AUDITORÍA APROBADA

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Ficha correspondiente a la auditoría de la fase Seiketsu.

	FORMULARIO DE AUDITORIA RUTINARIA 5S		Código:	AI5S-02
			Número de revisión	1
			Número de página	4 de 6
Departamento:	Planta - Producción	Área y/o Puesto de trabajo	Producción	
Evaluador/res	Kelly Sinche & José Panata	Fecha actual	martes, 6 de febrero de 2024	
Revisado por:	Jorge Teneguñay	Fecha próxima	jueves, 11 de enero de 2024	
PERFIL DE EVALUACIÓN				
Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
0%	25%	50%	75%	100%
CRITERIOS DE EVALUACIÓN			PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES
4	Seiketsu (Estandarizar)	<i>"Formular las normas para la consolidación de las 3 primeras S "</i>		
4.01	Las áreas de trabajo generan confort para el trabajador(Sin ruidos, temperatura ventilación e eliminación adecuada)		75%	
4.02	Se han eliminado en su totalidad las condiciones inseguras que puedan ocasionar accidentes laborales		70%	
4.03	Se observa señalética correspondiente según el decreto ejecutivo 2393		90%	
4.04	Los equipos de trabajo presentan características adecuadas para trabajar en condiciones ergonómicas		75%	
4.05	Se encuentran habilitadas zonas de descanso, comida y espacios para fumar		75%	
4.06	Existe una lista de verificación y registro de las actividades de limpieza en la empresa		70%	
4.07	Se hace unos de recursos visuales como recordatorios e instructivos para mantener el orden y limpieza en la áreas de trabajo		80%	
4.08	Se observa estandarización de procesos y documentos en general		75%	
4.09	Se mantiene actualizada la cartelera de las 5S en la cual se describa los avances de esta metodología		85%	
4.10	Se consideran futuras normas como un plan de mejora continua en la planta		70%	
PUNTUACIÓN S4			77%	AUDITORÍA APROBADA

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Ficha correspondiente a la auditoría de la fase Shitsuke.

	FORMULARIO DE AUDITORIA RUTINARIA 5S		Código:	AI5S-02
			Número de revisión	1
			Número de página	4 de 6
Departamento:	Planta - Producción	Área y/o Puesto de trabajo	Producción	
Evaluador/res	Kelly Sinche & José Panata	Fecha actual	martes, 6 de febrero de 2024	
Revisado por:	Jorge Teneguñay	Fecha próxima	jueves, 11 de enero de 2024	
PERFIL DE EVALUACIÓN				
Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
0%	25%	50%	75%	100%
CRITERIOS DE EVALUACIÓN				
5	Shitsuke (Disciplinar)	<i>"Respetar las normas establecidas"</i>	PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES
5.01	Se monitorea permanentemente el cumplimiento de las normativas implantadas por la metodología 5S		80%	
5.02	Las responsabilidades con relación al orden y limpieza se definen a través de una matriz misma que es de conocimiento de todos los miembros de la empresa		90%	Se implemento una planificación para mantener el orden y la limpieza en la empresa
5.03	Se realizan reuniones progresivas de por lo menos 5 min para las 5s		85%	
5.04	Se ha incorporado mecanismos de evaluación de desempeño encueno a los criterios de orden y limpieza		75%	
5.05	Se hace uso de mecanismos de concientización e importancia del orden y limpieza (Capacitaciones, actividades lúdicas)		90%	
5.06	Se hace participe a los trabajadores para la búsqueda de soluciones y oportunidades mejora continua de la metodología y existe evidencia		75%	Se implemento un buzón de sugerencias para receptar sugerencias por parte de los trabajadores con respecto a la mejora continua de la empresa
5.07	Se realiza una retroalimentación a los miembros de la empresa cuando no se alcanzan los objetivos planteados		90%	
5.08	Se observa la preservación del orden y limpieza en las distintas áreas de la empresa		90%	
5.09	Los puestos de trabajo reflejan el cumplimiento de las normativas bajo la metodología 5s		80%	
5.10	Se llevan a cabo de manera completa las planificaciones de las tareas asignadas sin requerir una supervisión constante por parte del jefe de producción		90%	
PUNTUACIÓN 5S			85%	AUDITORÍA APROBADA

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

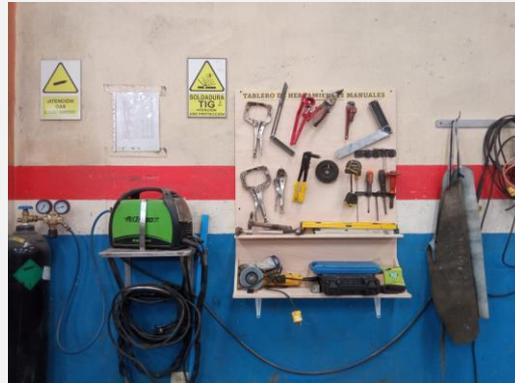
Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

ANEXO D: IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS EN LA METODOLOGÍA 5S.

Empresa Antes



Empresa Después



Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

ANEXO E: IMPLEMENTACIÓN DE LA REDISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA.

Distribución de la planta antes



Distribución de la planta después



Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

ANEXO F: DESARROLLO DEL PMP Y MRP.

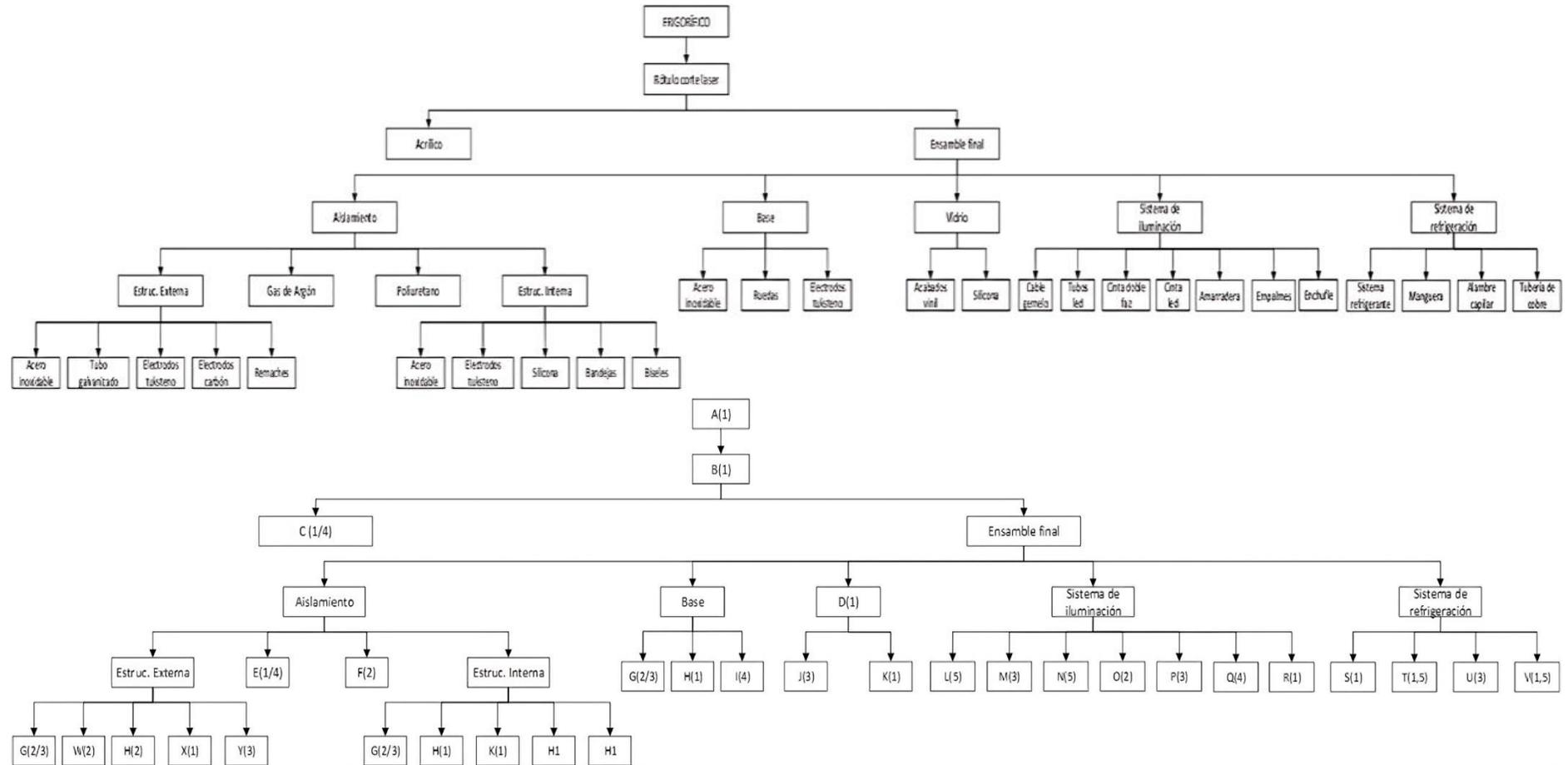
Mes	% de capacidad	Consideraciones	Producción
Enero	100%		3,3
Febrero	100%		3,8
Marzo	100%		4,1
Abril	100%		3,7
Mayo	100%		6,5
Junio	100%		3,9
Julio	100%		5,7
Agosto	100%		3,8
Septiembre	100%		4,3
Octubre	100%		5,9
Noviembre	100%		3,6
Diciembre	75%	3 semanas	3,7

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

ANEXO G: DESPIECE DE UN FRIGORÍFICO/ ASIGNACIÓN DE VARIABLES

ESTRUCTURACIÓN DE LAS ECUACIONES



Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

ANEXO H: DESARROLLO DEL MRP.

FRIGORÍFICO													
Elemento A - Disponibles: 0 - Tiempo de espera: 0; Pedido: lote a lote ; Recep Programadas: 0 ; S. Seguridad: 0													
Mes		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Requerimiento Bruto		3	4	4	4	6	4	6	4	4	6	4	4
Recepciones Programadas													
Disponibilidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Requerimientos Netos		3	4	4	4	6	4	6	4	4	6	4	4
Liberación Planificada del pedido	3,3	3,8	4,1	3,7	6,5	3,9	5,7	3,8	4,3	5,9	3,6	3,7	0
Frigeríficos(unidades)	3	4	4	4	6	4	6	4	4	6	4	4	0

RÓTULO CORTE LASER													
Elemento B - Disponibles: 50 - Tiempo de espera: 2 Días; Pedido: lote a lote ; Recep Programadas: 0 ; S. Seguridad: 2													
Mes		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Requerimiento Bruto		4	4	4	6	4	6	4	4	6	4	4	0
Recepciones Programadas													
Disponibilidad	50	46	42	38	32	28	22	19	14	8	5	2	2
Requerimientos Netos		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
Liberación Planificada del pedido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

ACRÍLICO 1*2M													
Elemento C - Disponibles: 3 - Tiempo de espera: 2 Días ; Pedido: lote a lote ; Recep Programadas: 0 ; S. Seguridad: 1													
Mes		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Requerimiento Bruto		0,5	0,5	0,5	0,8	0,5	0,7	0,5	0,5	0,7	0,4	0,5	0,0
Recepciones Programadas													
Disponibilidad	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Requerimientos Netos		0,0	0,0	0,0	0,3	0,5	0,7	0,5	0,5	0,7	0,4	0,5	0,0
Liberación Planificada del pedido	0,0	0,0	0,0	0,3	0,5	0,7	0,5	0,5	0,7	0,4	0,5	0,0	0,0
C (Planchas)	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0

VIDRIO													
Elemento D - Disponibles: 16 - Tiempo de espera: 2 Días ; Pedido: lote a lote ; Recep Programadas: 0 ; S. Seguridad: 4													
Mes		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Requerimiento Bruto		4	4	4	6	4	6	4	4	6	4	4	0
Recepciones Programadas													
Disponibilidad	16	12	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Requerimientos Netos		0,0	0,0	0,0	6,1	3,9	5,7	3,8	4,3	5,9	3,6	3,7	0,0
Liberación Planificada del pedido	0,00	0,00	0,00	6,07	3,88	5,72	3,81	4,28	5,89	3,60	3,73	0,00	0,00
D (unidades)	0	0	0	6	4	6	4	4	6	4	4	0	0

GAS ARGÓN													
Elemento E - Disponibles: 6 - Tiempo de espera: 6 Días; Pedido: lote a lote; Recep Programadas: 1 cada mes ; S. Seguridad: 25													
Mes		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Requerimiento Bruto		0,95	1,02	0,92	1,62	0,97	1,43	0,95	1,07	1,47	0,90	0,93	0,00
Recepciones Programadas		1		1		1		1		1		1	
Disponibilidad	6	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Requerimientos Netos		18,95	1,02	0,00	1,55	0,00	1,40	0,00	1,02	0,47	0,90	0,00	0,00
Liberación Planificada del pedido	19,0	1,0	0,0	1,5	0,0	1,4	0,0	1,0	0,5	0,9	0,0	0,0	0,0
E (tanque)	19	1	0	2	0	1	0	1	0	1	0	0	0

POLIURETANO													
Elemento F - Disponibles: 30 - Tiempo de espera: 1 Semana; Pedido: lote a lote ; Recep Programadas: 0 ; S. Seguridad: 0													
Mes		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Requerimiento Bruto		8	8	7	13	8	11	8	9	12	7	7	0
Recepciones Programadas													
Disponibilidad	30	22	14	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Requerimientos Netos		0,00	0,00	5,14	13,00	7,76	11,44	7,61	8,55	11,78	7,19	7,47	0,00
Liberación Planificada del pedido	0,00	0,00	5,14	13,00	7,76	11,44	7,61	8,55	11,78	7,19	7,47	0,00	0,00
F (Botellas)	0	0	5	13	8	11	8	9	12	7	7	0	0

ELECTRODOS DE TUKSTENO													
Elemento H - Disponibles: 30 - Tiempo de espera: 4 Días ; Pedido: 10 ; Recep Programadas: 6 Meses ; S. Seguridad: 14													
Mes		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Requerimiento Bruto		15,2	16,3	14,8	26,0	15,5	22,9	15,2	17,1	23,6	14,4	14,9	0,0
Recepciones Programadas		10							10				
Disponibilidad	30	25	18	24	18	22	19	14	17	23	19	14	14
Requerimientos Netos		0,0	5,5	10,3	16,3	11,8	14,7	9,9	7,0	20,5	4,9	9,9	0,0
Liberación Planificada del pedido	0,0	10,0	20,0	20,0	20,0	20,0	10,0	10,0	30,0	10,0	10,0	0,0	0,0
H (Paquete)	0	1	2	2	2	2	1	1	3	1	1	0	0

EMPALMES													
Elemento Q - Disponibles: 40 - Tiempo de espera: Inmediato ; Pedido: 100 ; Recep Programadas: 0 ; S. Seguridad: 2													
Mes		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Requerimiento Bruto		15	16	15	26	16	23	15	17	24	14	15	0
Recepciones Programadas													
Disponibilidad	40	25	108	94	68	52	29	114	97	73	59	44	44
Requerimientos Netos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Liberación Planificada del pedido	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0

ENCHUFLE													
Elemento R - Disponibles: 17 - Tiempo de espera: Inmediato ; Pedido: 12 ; Recep Programadas: 0 ; S. Seguridad: 1													
Mes		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Requerimiento Bruto		3,8	4,1	3,7	6,5	3,9	5,7	3,8	4,3	5,9	3,6	3,7	0,0
Recepciones Programadas													
Disponibilidad	17	13	9	5	11	7	1	10	5	11	8	4	4
Requerimientos Netos		0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	3,5	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0
Liberación Planificada del pedido	0,0	0,0	0,0	12,0	0,0	0,0	12,0	0,0	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0
R (Unidades)	0	0	0	12	0	0	12	0	12	0	0	0	0

SISTEMA DE REFRIGERACIÓN													
Elemento S - Disponibles: 2 - Tiempo de espera: Inmediato ; Pedido: lote a lote ; Recep Programadas: 0 ; S. Seguridad: 1													
Mes		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Requerimiento Bruto		3,8	4,1	3,7	6,5	3,9	5,7	3,8	4,3	5,9	3,6	3,7	0,0
Recepciones Programadas													
Disponibilidad	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Requerimientos Netos		2,8	4,1	3,7	6,5	3,9	5,7	3,8	4,3	5,9	3,6	3,7	0,0
Liberación Planificada del pedido	2,80	4,07	3,69	6,50	3,88	5,72	3,81	4,28	5,89	3,60	3,73	0,00	0,00
S (Unidades)	3	4	4	6	4	6	4	4	6	4	4	0	0

MANGUERA													
Elemento T - Disponibles: 2 - Tiempo de espera: Inmediato; Pedido: lote a lote; Recep Programadas: 0 ; S. Seguridad: 1													
Mes		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Requerimiento Bruto		5,70	6,11	5,54	9,75	5,82	8,58	5,71	6,41	8,83	5,39	5,60	0,00
Recepciones Programadas													
Disponibilidad	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Requerimientos Netos		4,70	6,11	5,54	9,75	5,82	8,58	5,71	6,41	8,83	5,39	5,60	0,00
Liberación Planificada del pedido	4,7	6,1	5,5	9,7	5,8	8,6	5,7	6,4	8,8	5,4	5,6	0,0	0,0
T (Rollo)	5	6	6	10	6	9	6	6	9	5	6	0	0

ALAMBRE CAPILAR													
Elemento U - Disponibles: 2 - Tiempo de espera: Inmediato; Pedido: 10 ; Recep Programadas: 0 ; S. Seguridad: 1													
Mes		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Requerimiento Bruto		11	12	11	19	12	17	11	13	18	11	11	0
Recepciones Programadas													
Disponibilidad	2	1	8	7	8	6	9	8	5	7	6	5	5
Requerimientos Netos		10	13	4	13	5	12	3	6	14	5	6	0
Liberación Planificada del pedido	10,0	20,0	10,0	20,0	10,0	20,0	10,0	10,0	20,0	10,0	10,0	0,0	0
U (Paquete)	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1	0	0

TUBO GALVANIZADO													
Elemento W - Disponibles: 10 - Tiempo de espera: 2 Días ; Pedido: lote a lote ; Recep Programadas: 6 Meses; S. Seguridad: 4													
Mes		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Requerimiento Bruto		7,6	8,1	7,4	13,0	7,8	11,4	7,6	8,6	11,8	7,2	7,5	0,0
Recepciones Programadas													
Disponibilidad	10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Requerimientos Netos		1,6	8,1	7,4	13,0	7,8	11,4	7,6	8,6	11,8	7,2	7,5	0,0
Liberación Planificada del pedido	1,6	8,1	7,4	13,0	7,8	11,4	7,6	8,6	11,8	7,2	7,5	0,0	0,0
W (Unidades)	2	8	7	13	8	11	8	9	12	7	7	0	0

ELECTRODO DE CARBÓN													
Elemento X - Disponibles: 40 - Tiempo de espera: 5 Días ; Pedido: 20 ; Recep Programadas: 0 ; S. Seguridad: 13													
Mes		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Requerimiento Bruto		4	4	4	6	4	6	4	4	6	4	4	0
Recepciones Programadas													
Disponibilidad	40	36	32	28	22	18	32	29	24	18	15	31	31
Requerimientos Netos		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00	1,97	0,00
Liberación Planificada del pedido	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00
X (Paquete)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0

REMACHES													
Elemento Y - Disponibles: 300 - Tiempo de espera: 7 Días; Pedido: 100; Recep Programadas: 0 ; S. Seguridad: 6													
Mes		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Requerimiento Bruto		11,41	12,22	11,08	19,49	11,64	17,16	11,42	12,83	17,67	10,79	11,20	0,00
Recepciones Programadas													
Disponibilidad	300	289	276	265	246	234	217	206	193	175	164	153	153
Requerimientos Netos		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Liberación Planificada del pedido	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Y (Cajas)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

ANEXO I: DIAGRAMAS ANÁLISIS DE DESPERDICIOS DEL MÉTODO MEJORADO

Diagrama de análisis de desperdicios mejorado correspondiente al ensamble de la estructura exterior del frigorífico de 5 bandejas.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS MEJORADO									
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE 			PROCESO		ENSAMBLE ESTRUCTURA EXTERIOR				
MÉTODO: MÉTODO OPTIMIZADO DIAGRAMA TIPO : MATERIAL			DIAGRAMA N°: 2		FECHA: 23/01/2024				
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS			REALIZADO POR:		Kelly Sinche & José Panata				
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN			REVISADO Y APROBADO POR:		Ing. Samuel Yungán				
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOS						HOJA N° 1		
							TIEMPO (min)	Actividad a, b, c	OBSERVACIÓN
Transportar la pieza frontal inferior hacia la mesa de trabajo							2	c	
Soldar la estructura Frontal Inferior							38	a	
Inspección							2	a	
Soldar la estructura Frontal Inferior							44	a	
Inspección de soldadura y dimensionamiento							11	a	
Enderezar la estructura inferior mediante golpes con un martillo de							15	b	
Colocar la base del frigorífico sobre el ensamble							4	b	
Cambiar el tanque de argón para la soldadura							6	c	
Colocar los elementos de sujeción							2	c	
Calibrar la maquina de soldar							3	b	
Soldar la base y laterales inferiores del frigorífico							155	a	
TABLA RESUMEN				RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES V.A. Y DESPERDICIO					
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	ACTIVIDADES		CANTIDAD			
OPERACIÓN		4	217	Agregan valor (a)		5			
ALMACENAJE		0	0	NAV pero es necesario (b)		3			
INSPECCIÓN		2'	8	No agregan valor (c)		3			
DEMORA		3	11	$\%VA = (a+b)/(a+b+c) * 100$		72,73%			
TRANSPORTE		1	2	$\%Improductividad = 1 - \%VA$		27,27%			
OP. COMBINADA		0	0						
TOTAL		8	283						

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios mejorado correspondiente a la manufactura de la estructura base del frigorífico de 5 bandejas.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS MEJORADO									
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE						PROCESO	MANUFACTURA DE LA ESTRUCTURA BASE		
MÉTODO: MÉTODO OPTIMIZADO TIPO : MATERIAL						DIAGRAMA N°: 03	FECHA: 23/01/2024		
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS						REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata		
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN						REVISADO Y APROBADO POR:	Ing. Samuel Yungán		
DESCRIPCION	SIMBOLOS						HOJA N° 1		
							TIEMPO (min)	ACTIVIDAD a, b, c	OBSERVACIÓN
Tomar las medidas para la elaboración de la estructura base.							5	a	
Transportar las planchas de acero inoxidable hacia la guillotina hidráulica							5	c	
Trazar las medidas para la elaboración de la estructura base 1							60	a	
Cortar las piezas							5	a	
Transportar las piezas hacia la mesa de trabajo							4	c	
Pulir los filos cortantes							15	a	
Transporte hacia el área de doblado							5	c	
Doblar y remachar las piezas según los planos							60	a	
Transporte hacia el área el área de trabajo							5	c	
Premontaje de la estructura base							30	a	
Ensamblar la base 1 mediante soldadura con el electrodo de carburo							30	a	
Inspección del dimensionamiento							5	a	
Trazar y cortar el tubo galvanizado en dunción de los planos							20	a	
Manufactura y ensamble de la base de tubo galvanizado							35	a	
Inspección							4	a	
Soldadura de las ruedas							15	a	
TABLA RESUMEN				RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES V.A. Y DESPERDICIO					
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	ACTIVIDADES		CANTIDAD			
OPERACIÓN		5	176	Agregan valor (a)		12			
ALMACENAJE		0	0	NAV pero es necesario (b)		0			
INSPECCIÓN		0	0	No agregan valor (c)		4			
DEMORA		2	5	$%VA = (a+b)/(a+b+c) * 100$		75,00%			
TRANSPORTE		3	12	$%Improductividad = 1 - %VA$		25,00%			
OP. COMBINADA		1	60						
TOTAL		11	253						

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios mejorado correspondiente al ensamble de la estructura interior y exterior del frigorífico de 5 bandejas.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS MEJORADO									
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE 					PROCESO		ENSAMBLE DE LA ESTRUCTURA INTERIOR Y EXTERIOR		
MÉTODO: MÉTODO OPTIMIZADO TIPO : MATERIAL					DIAGRAMA N°: 4		FECHA: 24/01/2024		
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS					REALIZADO POR:		Kelly Sinche & José Panata		
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN					REVISADO Y APROBADO POR:		Ing.Samuel Yungán		
DESCRIPCION	SIMBOLOS						HOJA N° 1		OBSERVACIÓN
							TIEMPO (min)	ACTIVIDAD a, b, c	
Premontaje la estructura interior	●	→	■	◐	▼	◑	30	a	Dos operarios involucrados en el proceso
Colocar las herramientas de sujeción en la estructura interior				●			5	b	
soldar la estructura interior	●						20	a	
Retirar el plástico	●						3	b	
Ensamblar parte exterior e interior	●						38	a	
Premontaje y sujeción de las piezas interior y exterior	●						80	a	
Soldar la estructura interior con la exterior	●						35	a	
Inspección			■				3	a	
Acondicionamiento y pulido de la estructura	●						37	a	
TABLA RESUMEN				ACTIVIDADES		CANTIDAD			
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)						
				Agregan valor (a)		7			
OPERACIÓN		7	192,5	NAV pero es necesario (b)		2			
ALMACENAJE		0	0	No agregan valor (c)		2			
INSPECCIÓN		1	3	$%VA = (a+b) / (a+b+c) * 100$		81,82%			
DEMORA		1	20	$%Improductividad = 1 - %VA$		18,18%			
TRANSPORTE		0	0						
OP. COMBINADA		1	15						
TOTAL		10	230,5						

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios mejorado correspondiente a la manufactura de las bandejas.

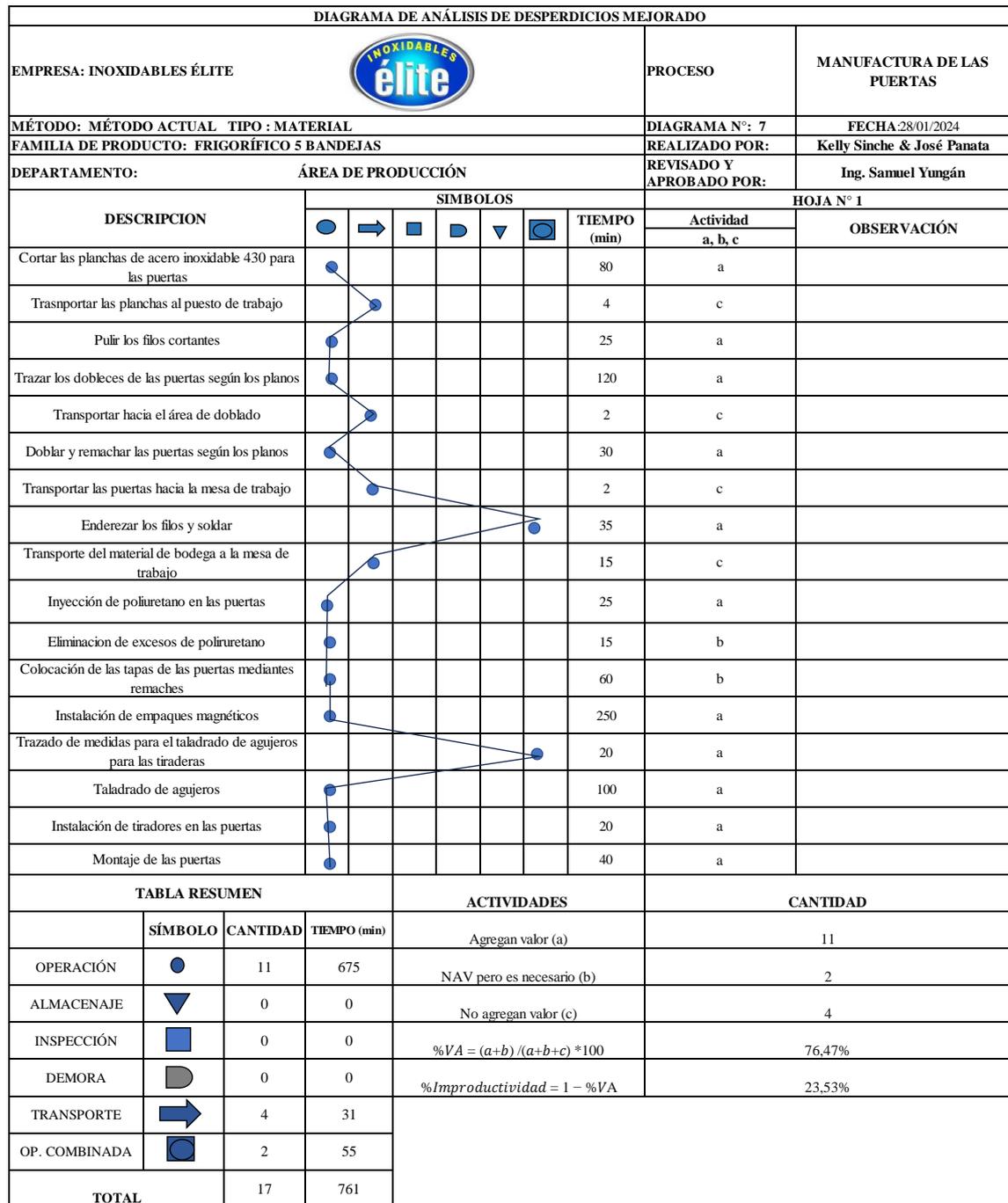
DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS MEJORADO								
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE					PROCESO	MANUFACTURA DE BANDEJAS		
MÉTODO: MÉTODO OPTIMIZADO TIPO : MATERIAL					DIAGRAMA N°: 6	FECHA: 27/01/2024		
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS					HECHO POR:	Kelly Sinche & José Panata		
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN					REVISADO Y APROBADO POR:	Ing. Samuel Yungán		
DESCRIPCION	SIMBOLOS						HOJA N° 1	
							TIEMPO (min)	ACTIVIDAD a, b, c
Transportar la plancha de acero inoxidable 430 0,07 mm hacia la cortadora							3	c
Cortar la plancha en función de los planos							12	a
Transportar hacia la mesa de trabajo							6	c
Eliminar los filos cortantes							14	b
Trazar las medidas para las bandejas y cubiertas del condesador y evaporador							98	b
Cortar el excedente de material para proceso de doblado							20	a
Preparación y sujeción de piezas a manufacturar							3	b
Realizar perforaciones guía mediante plasma para la incorporación de luces							20	b
Taladrado de agujeros para la visualización de luces							150	b
Realizar la guía mediante punto guía							10	c
Transportar las bandejas y cubiertas hacia el área de plegado							75	c
Doblar y remachar las piezas según los planos							12	a
Adecuar los filos y soldar							35	b
Pulir las rebabas de soldadura							20	b
Manufacturar los separadores para cada bandeja							30	b
Medir y realizar las perforaciones para la colocación de soportes para la bandeja base							32	a
Colocación de los soportes							23	b
Premontaje de las bandejas y cubiertas del condesador y evaporador							28	b
TABLA RESUMEN				ACTIVIDADES		CANTIDAD		
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	Agregan valor (a)		4		
OPERACIÓN		7	282	NAV pero es necesario (b)		10		
ALMACENAJE		0	0	No agregan valor (c)		4		
INSPECCIÓN		1	15	$%VA = (a+b) / (a+b+c) * 100$		77,78%		
DEMORA		3	54	$%Improductividad = 1 - %VA$		22,22%		
TRANSPORTE		3	18					
OP. COMBINADA		5	192					
TOTAL		19	561					

La manufactura de las bandejas y las cubiertas del condesador y evaporador se realizan en un proceso combinado

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios mejorado correspondiente a la manufactura de las puertas.



Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios mejorado correspondiente a la manufactura del condensador y evaporador.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS MEJORADO									
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE							PROCESO		MANUFACTURA DEL CONDENSADOR Y EVAPORADOR
MÉTODO: MÉTODO OPTIMIZADO			TIPO : MATERIAL			DIAGRAMA N°: 08		FECHA:28/11/2023	
FAMILIA DE PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS					REALIZADO POR: Kelly Sinche & Jose Panata				
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN					REVISADO Y APROBADO POR: Ing.Samuel Yungán				
DESCRIPCION	SIMBOLOS						TIEMPO (min)	HOJA N° 1	
								Actividad a, b, c	OBSERVACIÓN
Transportar la plancha de aluminio hacia la mesa de corte CNC							15	c	
Corte CNC de las láminas de aluminio para el condensador y evaporador							40	b	
Transportar al área de trabajo							3	c	
Medir y cortar la cañería para la fabricación del Freezer							25	b	
Ensamblar las piezas de aluminio en la cañería							45	a	
Ensamblar el freezer con la cañería de las bandejas y el tubo capilar							25	a	
Instalación del el freezer superior							45	a	
Manufactura de la bandeja de soporte para el freezer							48	a	
Instalación de la bandeja soporte del freezer superior							31	a	
Instalación de la manguera para la descarga de agua condensada del sistema de refrigeración							15	b	
TABLA RESUMEN				ACTIVIDADES			CANTIDAD		
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	Agregan valor (a)			5		
OPERACIÓN		8	264	NAV pero es necesario (b)			3		
ALMACENAJE		0	0	No agregan valor (c)			2		
INSPECCIÓN		0	0	$%VA = (a+b) / (a+b+c) * 100$			80,00%		
DEMORA		0	0	$%Improductividad = 1 - %VA$			20,00%		
TRANSPORTE		2	10						
OP. COMBINADA		0	0						
TOTAL		10	274						

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios mejorado correspondiente a la instalación de las bandejas.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS MEJORADO							
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE				PROCESO	INSTALACIÓN DE LAS BANDEJAS		
MÉTODO: MÉTODO OPTIMIZADO		TIPO : MATERIAL		DIAGRAMA N°: 09	FECHA:29/01/2024		
FAMILIA DE PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS				REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata		
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN				REVISADO Y APROBADO POR:	Ing.Samuel Yungán		
DESCRIPCION	SIMBOLOS						HOJA N° 1
							Actividad a, b, c
					TIEMPO (min)		OBSERVACIÓN
Dimensionar separación de las bandejas en el interior del frigorífico					5	b	
Trazar y cortar con la maquina amoladora el espacio para el paso de la tubería de cobre					10	b	
Ensamble de bandejas					95	a	
Manufactura de soportes para la tubería de cobre					28,5	a	
Instalación de la tubería de cobre en la parte inferior de las bandejas					36,96	a	Reducción del tiempo de búsqueda de herramientas debido al orden y limpieza del puesto de trabajo
Instalación de la bandeja base en el frigorífico y ensamble con el freezer 2					80	a	
Montaje de la bandeja base y ensamble de la tubería de cobre					20	c	
Instalación de la cañería de cobre en las bandejas					120	a	
Manufactura de separadores de las bandejas					25	b	
Taladrado y ensamble de separadores mediante remaches					35	b	
TABLA RESUMEN				ACTIVIDADES		CANTIDAD	
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)				
				Agregan valor (a)		5	
OPERACIÓN		7	357	NAV pero es necesario (b)		4	
ALMACENAJE		0	0	No agregan valor (c)		1	
INSPECCIÓN		0	0	$%VA = (a+b) / (a+b+c) * 100$		90,00%	
DEMORA		1	5	$%Improductividad = 1 - %VA$		10,00%	
TRANSPORTE		0	0				
OP. COMBINADA		1	28,5				
TOTAL		9	390,5				

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios mejorado correspondiente a la instalación del sistema de iluminación.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS MEJORADO									
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE				PROCESO	INSTALACION DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN				
MÉTODO: MÉTODO OPTIMIZADO		TIPO : MATERIAL		DIAGRAMA N°: 10	FECHA:29/01/2024				
FAMILIA DE PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS				REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata				
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN				REVISADO Y APROBADO POR:	Ing. Samuel Yungán				
DESCRIPCION	SIMBOLOS						TIEMPO (min)	ACTIVIDAD	OBSERVACIÓN
								a, b, c	
Transporte de materiales							3	c	
Dimensionar el cable gemelo necesario para la instalación del sistema iluminación							5	b	
Taladrar los agujeros en la estructura de frigorífico							20	a	
Instalar el cable gemelo							30	a	Ordenes de producción claras y precisas
Colocar las luces en las 3 bandejas con cinta doble faz							15	a	
Sujetar las luces con amarraderas							16	b	
Realizar la conexión del cable gemelo con los focos led a través de un empalme							10	a	
Medir la longitud de luces led necesaria para la parte frontal inferior externa del frigorífico							5	b	
Cortar la cinta de luces led							23	c	
Pegar las luces led en el frigorífico haciendo uso de cinta doble faz							10	b	
Realizar la conexión de las luces led al sistema de iluminación							20	b	
Prueba de funcionamiento							3	a	
TABLA RESUMEN			ACTIVIDADES		CANTIDAD				
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	Agregan valor (a)					
OPERACIÓN		9	147	NAV pero es necesario (b)	5				
ALMACENAJE		0	0	No agregan valor (c)	2				
INSPECCIÓN		1	15	$%VA = (a+b)/(a+b+c) * 100$	83,33%				
DEMORA		4	54	$Improductividad = 1 - %V$	16,67%				
TRANSPORTE		1	21						
OP. COMBINADA		0	162						
TOTAL		15	399						

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios mejorado correspondiente a la manufactura de las bandejas.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS MEJORADO								
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE				PROCESO	INSTALACIÓN DE LAS BANDEJAS			
MÉTODO: MÉTODO OPTIMIZADO		TIPO : MATERIAL		DIAGRAMA N°: 09	FECHA: 29/01/2024			
FAMILIA DE PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS				REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata			
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN				REVISADO Y APROBADO POR:	Ing. Samuel Yungán			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLOS					TIEMPO (min)	Actividad a, b, c	HOJA N° 1 OBSERVACIÓN
Dimensionar separación de las bandejas en el interior del frigorífico						5	b	
Trazar y cortar con la máquina amoladora el espacio para el paso de la tubería de cobre						10	b	
Ensamble de bandejas						95	a	
Manufactura de soportes para la tubería de cobre						28,5	a	
Instalación de la tubería de cobre en la parte inferior de las bandejas						36,96	a	Reducción del tiempo de búsqueda de herramientas debido al orden y limpieza del puesto de trabajo
Instalación de la bandeja base en el frigorífico y ensamble con el freezer 2						80	a	
Montaje de la bandeja base y ensamble de la tubería de cobre						20	c	
Instalación de la cañería de cobre en las bandejas						120	a	
Manufactura de separadores de las bandejas						25	b	
Taladrado y ensablado de separadores mediante remaches						35	b	
TABLA RESUMEN			ACTIVIDADES		CANTIDAD			
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)					
				Agregan valor (a)	5			
OPERACIÓN		7	357	NAV pero es necesario (b)	4			
ALMACENAJE		0	0	No agregan valor (c)	1			
INSPECCIÓN		0	0	$%VA = (a+b) / (a+b+c) * 100$	90,00%			
DEMORA		1	5	$%Improductividad = 1 - %VA$	10,00%			
TRANSPORTE		0	0					
OP. COMBINADA		1	28,5					
TOTAL		9	390,5					

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios mejorado correspondiente a la inyección de poliuretano.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS MEJORADO									
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE				PROCESO	INSTALACION DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN				
MÉTODO: MÉTODO OPTIMIZADO		TIPO : MATERIAL		DIAGRAMA N°: 10	FECHA:29/01/2024				
FAMILIA DE PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS				REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata				
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN				REVISADO Y APROBADO POR:	Ing. Samuel Yungán				
DESCRIPCION	SIMBOLOS						TIEMPO (min)	ACTIVIDAD a, b, c	HOJA N° 1
								OBSERVACIÓN	
Transporte de materiales							3	c	
Dimensionar el cable gemelo necesario para la instalación del sistema iluminación							5	b	
Taladrar los agujeros en la estructura de frigorífico							20	a	
Instalar el cable gemelo							30	a	Ordenes de producción claras y precisas
Colocar las luces en las 3 bandejas con cinta doble faz							15	a	
Sujetar las luces con amarraderas							16	b	
Realizar la conexión del cable gemelo con los focos led a través de un empalme							10	a	
Medir la longitud de luces led necesaria para la parte frontal inferior externa del frigorífico							5	b	
Cortar la cinta de luces led							23	c	
Pegar las luces led en el frigorífico haciendo uso de cinta doble faz							10	b	
Realizar la conexión de las luces led al sistema de iluminación							20	b	
Prueba de funcionamiento							3	a	
TABLA RESUMEN				ACTIVIDADES		CANTIDAD			
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	Agregan valor (a)		5			
OPERACIÓN		9	147	NAV pero es necesario (b)		5			
ALMACENAJE		0	0	No agregan valor (c)		2			
INSPECCIÓN		1	15	$%VA = (a+b)/(a+b+c) * 100$		83,33%			
DEMORA		4	54	$Improductividad = 1 - %V$		16,67%			
TRANSPORTE		1	21						
OP. COMBINADA		0	162						
TOTAL		15	399						

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios mejorado correspondiente al proceso de inyección de poliuretano.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS MEJORADO									
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE						PROCESO	INYECCIÓN DE POLIURETANOS		
MÉTODO: MÉTODO ACTUAL TIPO : MATERIAL				DIAGRAMA N°: 11		FECHA: 04/02/2024			
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS				REALIZADO POR:		Kelly Sinche & José Panata			
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN				REVISADO Y APROBADO POR:		Ing. Samuel Yungán			
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOS						TIEMPO (min)	ACTIVIDAD a, b, c	OBSERVACIÓN
	●	➔	■	◐	▼	◑			
Aplicar un sellador de silicona en los bordes soldados del frigorífico	●						15	a	
Transportar las canecas de poliuretano de la bodega hacia el área de trabajo				●			10	c	
Medir 200ml del componente A y B de poliuretano	●						3	a	
Mezclar	●						3	b	
Verter la mezcla de poliuretanos en la parte interior derecha del frigorífico	●						1	b	
Distribuir la mezcla agitando el equipo	●						2	b	
Colocar los apoyos				●			3	b	
Medir 200ml del componente A y B de poliuretano	●						2	a	
Mezclar	●						3	b	
Verter la mezcla de poliuretanos en la parte interior Izquierdo del frigorífico	●						5	b	
Distribuir la mezcla agitando el equipo	●						3	b	
Colocar soportes laterales				●			10	b	
Espera reacción del componente químico				●			5	c	
Retirar los apoyos				●			2	c	
Medir 100ml del componente A y B de poliuretano	●						2	a	
Mezclar	●						2	b	
Verter la mezcla de poliuretanos en los parantes	●						3	b	
Esperar la reacción del componente químico				●			3	c	
Medir 100ml del componente A y B de poliuretano	●						2	a	
Mezclar	●						3	b	
Verter la mezcla de poliuretanos en la parte superior	●						2	b	
Colocar los soportes en la parte superior				●			3	b	
Esperar la reacción del componente químico				●			2	c	
Retirar los soportes				●			3	c	
Inspeccionar				●			3	a	
Medir 50ml del componente A y B de poliuretano	●						3	a	
Mezclar	●						2	b	
Verter la mezcla de poliuretanos en la cavidad interior de los parantes del frigorífico	●						3	b	
Colocar los soportes				●			2	b	
Esperar la reacción del componente químico				●			3	b	
Retirar los soportes				●			2	c	
Inspeccionar				●			3	a	
Medir 50ml del componente A y B de poliuretano	●						2	a	
Mezclar	●						2	b	
Verter la mezcla de poliuretano en los parantes	●						2	b	
Colocar los soportes				●			2	b	

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS MEJORADO										
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE							PROCESO	INYECCIÓN DE POLIURETANOS		
MÉTODO: MÉTODO ACTUAL					TIPO : MATERIAL		DIAGRAMA N°: 11	FECHA: 04/02/2024		
PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS					REALIZADO POR:		Kelly Sinche & José Panata			
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN					REVISADO Y APROBADO POR:		Ing. Samuel Yungán			
DESCRIPCION	SIMBOLOS						HOJA N° 2			
							TIEMPO(m)	Actividad a, b, c	OBSERVACIÓN	
Espera reaccion del componente químico							3	b		
Retirar los soportes							2	c		
Inspeccionar							5	a		
Medir 50ml del componente A y B de poliuretano							2	a		
Mezclar							2	a		
Vertir la mezcla de poliuretano en la parte superior							2	a		
Colocar los soportes en la parte superior							2	a		
Espera reaccion del componente químico							3	b		
Retirar los soportes							2	c		
Inspeccionar							3	a		
Medir 40ml del componente A y B de poliuretano							2	a		
Mezclar							2	a		
Vertir la mezcla de poliuretano en la parte superior							2	a		
Colocar los soportes en la parte superior							3	a		
Espera reaccion del componente químico							3	b		
Retirar los soportes							2	c		
Inspeccionar							3	a		
Limpieza del exceso de poliuretano							15	a		
TABLA RESUMEN				ACTIVIDADES		CANTIDAD				
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	Agregan valor (a)		24				
OPERACIÓN		30	96	NAV pero es necesario (b)		32				
ALMACENAJE		0	0	No agregan valor (c)		16				
INSPECCIÓN		5	17	$%VA = (a+b) / (a+b+c) * 100$		77,78%				
DEMORA		7	66	$%Improductividad = 1 - %VA$		22,22%				
TRANSPORTE		0	0							
OP. COMBINADA		0	0							
TOTAL		54	179							

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios mejorado correspondiente al montaje de rótulos.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS MEJORADO									
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE						PROCESO		MONTAJE DE RÓTULOS	
MÉTODO: MÉTODO OPTIMIZADO				TIPO : MATERIAL		DIAGRAMA N°: 1		FECHA: 5/02/2024	
FAMILIA DE PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS						REALIZADO POR:		Kelly Sinche & José Panata	
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN						REVISADO Y APROBADO		Ing. Samuel Yungán	
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOS						TIEMP O(min)	HOJA N° 1	
	●	➔	■	◐	▼	◑		ACTIVIDAD a, b, c	OBSERVACIÓN
Transportar las láminas de acrílico de bodega hacia el puesto de trabajo		●					3	c	
Trazado y corte del acrílico según los requerimientos						●	15	a	
Pulir los bordes del acrílico	●						20	b	
Colocar del acrílico en el rotulo del frigorifico	●						15	a	
Instalación de luces y cableado del rótulo	●						20	a	
Ensamble del rótulo en el frigorifico mediante soldadura	●						36	a	
Prueba de funcionamiento						●	3	a	
TABLA RESUMEN				ACTIVIDADES		CANTIDAD			
	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)						
				Agregan valor (a)		5			
OPERACIÓN	●	4	91	NAV pero es necesario (b)		1			
ALMACENAJE	▼	0	0	No agregan valor (c)		1			
INSPECCIÓN	■	1	3	$%VA = (a+b)/(a+b+c) * 100$		85,71%			
DEMORA	◐	0	0	$%Improductividad = 1 - %VA$		14,29%			
TRANSPORTE	➔	1	3						
OP. COMBINADA	◑	1	15						
TOTAL		7	112						

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Diagrama de análisis de desperdicios mejorado correspondiente a la inyección de poliuretano.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE DESPERDICIOS MEJORADO									
EMPRESA: INOXIDABLES ÉLITE 				PROCESO	INSTALACIÓN DEL VIDRIO				
MÉTODO: MÉTODO OPTIMIZADO		TIPO : MATERIAL		DIAGRAMA N°:13	FECHA:6/02/2024				
FAMILIA DE PRODUCTO: FRIGORÍFICO 5 BANDEJAS				REALIZADO POR:	Kelly Sinche & José Panata				
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN				REVISADO Y APROBADO POR:	Ing. Samuel Yungán				
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOS						HOJA N° 1		
							TIEMPO (min)	ACTIVIDAD a, b, c	OBSERVACIÓN
Pulir las soldaduras hasta obtener un acabado brillante							20	c	
Tomar las medidas para los biseles							3	b	
Transportar una plancha de acero inoxidable AISI 430 de 0,4 mm la guillotina hidráulica							5	c	
Cortar una Plancha de acero inoxidable AISI 430 de 0,4 mm en función los planos.							10	a	
Transportar a la mesa de trabajo							5	c	
Pulir los filos cortantes							3	b	
Transportar las piezas a el área de plegado							2	c	
Doblar las piezas según las especificaciones							25	a	
Inspección de dimensionamiento							3	a	
Transporte a el área de trabajo							2	c	
Ensamblaje de los biseles en el equipo frigorífico							140	a	
Preparar el área del frigorífico para la instalación del vidrio panorámico							20	b	
Transportar el vidrio del la bodega hacia el área de trabajo							5	c	
Limpiar el vidrio panorámico y los vidrios laterales							15	b	
Colocar cinta doble faz en los bordes del vidrio panorámico							20	a	
Pre montaje del vidrio panorámico en el frigorífico							20	c	
Ensamble de biseles para la sujeción del vidrio panorámico							30	a	
Montaje de vidrios laterales							30	a	
Inspección							2	a	
Cortar el vidrio lateral para que coincida con el vidrio panorámico							3	b	
Pulir los filos cortantes del vidrio							2	b	
Colocar silicona en la parte inferior de los vidrios laterales							5	b	
Ensamblar los vidrios laterales							25	a	
Inspección							3	a	

TABLA RESUMEN				ACTIVIDADES	CANTIDAD
OPERACIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)		
		14	308	Agregan valor (a)	10
		0	0	NAV pero es necesario (b)	7
		3	8	No agregan valor (c)	7
		2	18	$%VA = (a+b) / (a+b+c) * 100$	70,83%
		5	19	$%Improductividad = 1 - %VA$	29,17%
		0	0		
TOTAL		24	353		

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

ANEXO J: ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS.

Cálculo del tiempo estándar para la manufactura de la estructura exterior.

FICHA PARA EL CÁLCULO DEL TIEMPO ESTANDAR									
Empresa:		Área :	PRODUCCIÓN			Método	Actual		
INOXIDABLES ÉLITE		Producto	FRIGORÍFICO DE 5 BANDEJAS			Material	Acero Inoxidable		
		Proceso	Ensamble estructura exterior			Operario	Hombre		
		Analistas:	Kelly Sinche & José Panata			Unidad	Minutos		
						Hoja	2 de 15		
N.	OPERACIÓN	OBSERVACIONES (min)			TO (min)	FV	TN (min)	FS	T Est. (min)
		1	2	3					
1	Transportar la pieza frontal inferior hacia la mesa de trabajo	2,95	2,00	1,787	2	0,14	2,6	0,17	3,0
2	Soldar la estructura Frontal Inferior	38,92	38,00	37,753	38	0,21	46,3	0,25	57,8
3	Inspección de soldadura y	2,89	2,00	1,720	2	0,28	2,8	0,16	3,3
4	Soldar la estructura Frontal Inferior	44,72	43,80	43,549	44	0,21	53,3	0,25	66,6
5	Inspección de soldadura y dimensionamiento	6,90	6,00	5,736	6	0,28	8,0	0,16	9,2
6	Girar 180° la estructura soldada	5,93	5,00	4,766	5	0,01	5,3	0,17	6,2
7	Enderezar la estructura inferior utilizando el martillo de goma	15,86	15,00	14,696	15	0,01	15,3	0,26	19,3
8	Colocar la base del frigorífico sobre el ensamble de la estructura	4,87	4,00	3,701	4	0,02	4,3	0,10	4,7
9	Preparar la soldadora Tig y los materiales necesarios	10,92	10,00	9,756	10	0,01	10,3	0,10	11,4
10	Colocar los playos de presión para sujetar las partes a soldar	2,93	2,00	1,768	2	0,01	2,3	0,10	2,5
11	Soldar la base y laterales inferiores del frigorífico	120,66	119,80	119,489	120	0,02	122,4	0,25	153,0
Σ Tiempo Observado					249,96				
Σ Tiempo Normal					272,7				
Σ Tiempo tipo o estándar					336,9				

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Cálculo del tiempo estándar correspondiente a la manufactura de las bandejas

FICHA PARA EL CÁLCULO DEL TIEMPO ESTANDAR									
Empresa:		Área :	PRODUCCIÓN			Método		Actual	
INOXIDABLES ÉLITE		Producto	FRIGORÍFICO DE 5 BANDEJAS			Material		Acero Inoxidable	
		Proceso	Manufactura de las bases			Operario		Hombre	
		Analistas:	Kelly Sinche & José Panata			Unidad		Minutos	
						Hoja		3 de 15	
N.	OPERACIÓN	OBSERVACIONES (min)			TO (min)	FV	TN (min)	FS	T Est. (min)
		1	2	3					
1	Tomar las medidas para la elaboración de la estructura base.	5,95	5,00	4,79	5	0,10	5,8	0,09	6,3
2	Transportar las planchas de acero inoxidable y tubo galvanizado hacia la mesa de trabajo	2,92	2,00	1,75	2	0,14	2,5	0,17	3,0
3	Trazar las medidas para la elaboración de la estructura base	6,19	5,30	5,02	6	0,19	6,5	0,09	7,1
4	Transportar las piezas hacia la cortadora hidráulica	4,92	4,00	3,75	4	0,14	4,8	0,17	5,6
5	Cortar las piezas	5,90	5,00	4,74	5	0,18	6,2	0,26	7,8
6	Transportar las piezas hacia la mesa de trabajo	2,98	2,05	1,82	2	0,18	2,7	0,17	3,2
7	Pulir los filos cortantes y soldadura del ensamble	13,36	12,50	12,20	13	0,10	14,0	0,19	16,6
8	Ensamblar la base 1 y la base 2 mediante soldadura	20,87	20,00	19,70	20	0,21	24,4	0,19	29,1
9	Soldar la plataforma fija con la plataforma móvil de las ruedas	15,92	15,00	14,76	15	0,21	18,4	0,19	21,9
10	Soldar las ruedas garruchas con la base de tubo galvanizado	15,93	15,00	14,77	15	0,21	18,4	0,26	23,2
Σ Tiempo Observado					88,03				
Σ Tiempo Normal					103,8				
Σ Tiempo tipo o estándar					123,8				

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Cálculo del tiempo estándar para la manufactura de la estructura exterior.

FICHA PARA EL CÁLCULO DEL TIEMPO ESTANDAR									
Empresa:		Área :	PRODUCCIÓN			Método		Actual	
INOXIDABLES ÉLITE		Producto	FRIGORÍFICO DE 5 BANDEJAS			Material		Acero Inoxidable	
		Proceso	Ensamble estructura interna y externa			Operario		Hombre	
		Analistas:	Kelly Sinche & José Panata			Unidad		Minutos	
						Hoja		4 de 15	
N.	OPERACIÓN	OBSERVACIONES (min)			TO (min)	FV	TN (min)	FS	T Est. (min)
		1	2	3					
1	Premontaje de la estructura interior	31,58	30,00	28,42	30	-0,03	29,1	0,19	34,6
2	Preparación y sujeción de las partes de la estructura interior	6,63	5,00	3,46	5	0,01	5,1	0,09	5,5
3	Soldar la estructura interior mediante soldadura Tig	21,63	20,00	18,46	20	0,02	20,4	0,25	25,5
4	Retirar el plástico	4,54	3,00	1,37	3	0,00	3,0	0,17	3,5
5	Premontaje de la estructura exterior e interior	39,15	37,50	35,99	38	0,02	38,3	0,19	45,6
6	Preparación y sujeción de las piezas	31,61	30,00	28,45	30		30,0	0,10	33,0
7	Ajuste y adecuación de las piezas	36,55	35,00	33,39	35	0,01	35,3	0,19	42,0
8	Soldar la estructura interior con la exterior mediante soldadura Tic	36,55	35,00	33,38	35	0,02	35,7	0,25	44,6
9	Inspección de soldadura y dimensionamiento	4,38	2,80	1,21	3	0,05	2,9	0,19	3,5
10	Acondicionamiento y pulido de la estructura	38,65	37,00	35,49	37	0,03	38,2	0,26	48,1
Σ Tiempo Observado					235,39				
Σ Tiempo Normal					238,0				
Σ Tiempo tipo o estándar					286,0				

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Cálculo del tiempo estándar correspondiente al proceso de soldadura de la estructura lateral y la estructura interior.

FICHA PARA EL CÁLCULO DEL TIEMPO ESTANDAR									
Empresa:		Área :	PRODUCCIÓN			Método		Actual	
INOXIDABLES ÉLITE		Producto	FRIGORÍFICO DE 5 BANDEJAS			Material		Acero Inoxidable	
		Proceso	Soldadura de la estructura lateral e interior			Operario		Hombre	
		Analistas:	Kelly Sinche & José Panata			Unidad		Minutos	
		Hoja		5 de 15					
N.	OPERACIÓN	OBSERVACIONES (min)			TO (min)	FV	TN (min)	FS	T Est. (min)
		1	2	3					
1	Ajuste del dimensionamiento estructural	17,95	17,00	16,79	17,25	0,10	17,2	0,14	19,7
2	Soldar la estructura lateral derecha e izquierda del frigorífico	8,92	8,00	7,75	8,22	0,21	9,1	0,19	10,9
4	Inspeccionar la soldadura y dimensionamiento	4,92	4,00	3,75	4,22	0,28	5,0	0,09	5,4
5	Soldar la estructura inferior de forma vertical	11,90	11,00	10,74	11,21	0,21	12,4	0,25	15,6
6	Inspección de soldadura y dimensionamiento	3,23	2,30	2,07	2,53	0,05	2,4	0,09	2,6
7	Soldar la estructura inferior de forma horizontal	15,86	15,00	14,70	15,19	0,21	16,9	0,25	21,1
8	Pulir rebabas de la soldadura	3,87	3,00	2,70	3,19	0,10	3,2	0,19	3,8
9	Inspección de la soldadura y del dimensionamiento	5,92	5,00	4,76	5,23	0,28	6,2	0,09	6,7
10	Soldar la estructura inferior de forma horizontal	30,93	30,00	29,77	30,23	0,21	33,6	0,25	41,9
11	Retirar el plástico de los parantes	5,86	5,00	4,69	5,18	0,02	4,8	0,09	5,2
12	Inspección de la parte superior del frigorífico	5,64	4,80	4,48	4,97	0,28	5,9	0,09	6,4
14	Pulir la soldadura superior del frigorífico	8,99	8,00	7,82	8,27	0,10	8,3	0,19	9,8
15	Preparación y sujeción a nivel la estructura superior	10,89	10,00	9,72	10,20	0,02	9,4	0,14	10,7
16	Soldar la estructura superior interna con los parantes	11,87	11,00	10,70	11,19	0,21	12,4	0,25	15,5
17	Inspección del dimencionamiento	2,88	2,00	1,72	2,20	0,28	2,6	0,14	3,0
18	Transportar los empaques de caucho	3,94	3,00	2,77	3,24	0,14	3,4	0,09	3,7
19	Medir y cortar los empaques de caucho	14,91	14,00	13,75	14,22	0,14	14,8	0,17	17,3
20	Pulir fillos de los empaques	7,92	7,00	6,75	7,22	0,10	7,2	0,19	8,6
21	Retirar los elementos de sujeción de la parte superior del frigorífico	5,85	5,00	4,68	5,18	0,02	4,8	0,09	5,2
22	Ajuste de dimensionamiento estructural	41,26	40,30	40,09	40,55	0,21	45,0	0,19	53,6
23	Inspección	5,85	5,00	4,68	5,17	0,28	6,1	0,09	6,7
Σ Tiempo Observado					214,88				
Σ Tiempo Normal					158,1				
Σ Tiempo tipo o estándar					187,6				

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Cálculo del tiempo estándar correspondiente al proceso de manufactura de las bandejas

FICHA PARA EL CÁLCULO DEL TIEMPO ESTANDAR										
Empresa:		Área :		PRODUCCIÓN			Método		Actual	
INOXIDABLES ÉLITE		Producto		FRIGORÍFICO DE 5 BANDEJAS			Material		Acero Inoxidable	
		Proceso		Manufactura de las bandejas			Operario		Hombre	
		Analistas:		Kelly Sinche & José Panata			Unidad		Minutos	
							Hoja		6 de 15	
N.	OPERACIÓN	OBSERVACIONES (min)			TO (min)	FV	TN (min)	FS	T Est. (min)	
		1	2	3						
1	Transportar la plancha de acero	3,86	3,00	2,69	3,18	0,14	3,3	0,17	3,9	
2	Cortar la plancha	12,60	11,70	11,43	11,91	0,18	12,9	0,26	16,2	
3	Transportar hacia la mesa de trabajo	3,88	3,00	2,72	3,20	0,14	3,3	0,17	3,9	
4	Eliminar los filos cortantes	12,89	12,00	11,72	12,20	0,05	11,6	0,19	13,8	
5	Trazar las medidas para las bandejas y cubiertas del condensador y evaporador	99,00	98,00	97,83	98,28	0,19	107,1	0,17	125,3	
6	Cortar el excedente de material para proceso de doblado	5,37	4,50	4,20	4,69	0,18	5,1	0,26	6,4	
7	Adecuar y estabilizar las piezas a manufacturar	6,00	5,02	4,83	5,29	0,11	5,3	0,09	5,8	
8	Realizar perforaciones guía mediante plasma para la incorporación de luces	20,91	20,00	19,74	20,22	0,18	21,8	0,19	26,0	
9	Taladrado de agujeros para la visualización de luces	135,93	135,00	134,76	135,23	0,19	147,4	0,09	160,7	
10	Transportar las planchas de acero inoxidable a al área de plegado	10,97	10,00	9,80	10,26	0,14	10,7	0,17	12,5	
11	Doblar y remachar las bandejas y cubiertas según los planos	75,99	75,00	74,83	75,27	0,25	86,6	0,26	109,1	
12	Inspección del dimensionamiento	15,70	14,80	14,53	15,01	0,28	17,7	0,17	20,7	
13	Transportar las bandejas a la mesa de trabajo	8,97	8,00	7,81	8,26	0,14	8,6	0,17	10,1	
14	Enderezar los filos y soldar	35,84	34,90	34,68	35,14	0,21	39,0	0,26	49,1	
15	Pulir las rebabas de soldadura de las piezas	20,84	20,00	19,67	20,17	0,10	20,2	0,19	24,0	
16	Manufacturar los separadores para cada bandeja	30,86	30,00	29,69	30,18	0,20	33,2	0,26	41,8	
17	Medir y realizar las perforaciones para la colocación de soportes para la bandeja base	32,95	32,00	31,78	32,24	0,19	35,1	0,17	41,1	
18	Colocar los soportes	23,44	22,60	22,28	22,77	0,10	22,8	0,17	26,6	
19	Montaje de las bandejas	29,26	28,30	28,09	28,55	0,19	31,1	0,26	39,2	
Σ Tiempo Observado					572,05					
Σ Tiempo Normal							622,8			
Σ Tiempo tipo o estándar									736,2	

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Cálculo del tiempo estándar correspondiente al proceso de manufactura de las puertas

FICHA PARA EL CÁLCULO DEL TIEMPO ESTANDAR									
Empresa:		Área :	PRODUCCIÓN			Método		Actual	
INOXIDABLES ÉLITE		Producto	FRIGORÍFICO DE 5 BANDEJAS			Material		Acero Inoxidable	
		Proceso	Manufactura de las puertas			Operario		Hombre	
		Analistas:	Kelly Sinche & José Panata			Unidad		Minutos	
						Hoja		7 de 15	
N.	OPERACIÓN	OBSERVACIONES (min)			TO (min)	FV	TN (min)	FS	T Est. (min)
		1	2	3					
1	Transportar la plancha de acero	5,98	5,00	4,81	5,26	0,14	5,5	0,17	6,4
2	Cortar las planchas de acero inoxidable 430 para las puertas según	30,99	30,00	29,82	30,27	0,18	32,7	0,26	41,2
3	Transportar las planchas al puesto de	4,87	4,00	3,70	4,19	0,14	4,4	0,17	5,1
4	Pulir los filos cortantes	25,97	25,00	24,80	25,26	0,10	25,3	0,19	30,1
5	Trazar los dobleces de las puertas	80,53	79,60	79,37	79,83	0,19	87,0	0,17	101,8
6	Transportar las piezas del área de trabajo hacia la plegadora hidráulica	5,68	4,70	4,51	4,96	0,14	5,2	0,26	6,5
7	Doblado y remache de las puertas	30,34	29,40	29,17	29,64	0,19	32,3	0,26	40,7
8	Transportar las puertas hacia la mesa de trabajo	2,77	1,90	1,60	2,09	0,14	2,2	0,17	2,5
9	Adecuar las piezas y soldar las uniones	35,74	34,80	34,57	35,04	0,19	38,2	0,26	48,1
10	Doblar el lado restante de las 3 puertas	30,98	30,00	29,81	30,26	0,19	33,0	0,26	41,6
13	Transporte de los componentes de poliuretano de bodega hacia el puesto de trabajo	15,93	15,00	14,76	15,23	0,14	15,8	0,17	18,5
14	Inyección de poliuretano en la base de las puertas	25,54	24,70	24,38	24,87	0,21	27,6	0,19	32,9
15	Eliminar los excesos de poliuretano de las puertas	15,68	14,70	14,51	14,96	0,10	15,0	0,10	16,5
16	Colocación de las tapas mediante remaches	60,38	59,40	59,21	59,66	0,14	62,0	0,19	73,8
17	Instalación de empaques magnéticos	250,19	249,30	249,02	249,50	0,21	276,9	0,25	346,2
20	Trazado de medidas para el taladrado de agujeros para las tiraderas	21,16	20,20	20,00	20,45	0,19	22,3	0,19	26,5
21	Taladrado de agujeros	100,96	100,00	99,79	100,25	0,21	111,3	0,26	140,2
	Instalación de tiradores	20,83	20,00	19,67	20,17	0,21	22,4	0,26	28,2
22	Montaje de las puertas	40,86	40,00	39,69	40,19	0,21	44,6	0,26	56,2
Σ Tiempo Observado					792,09				
Σ Tiempo Normal					669,1				
Σ Tiempo tipo o estándar					828,7				

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Cálculo del tiempo estándar correspondiente al proceso de manufactura del condensador y evaporador

FICHA PARA EL CÁLCULO DEL TIEMPO ESTANDAR									
Empresa:		Área :	PRODUCCIÓN			Método		Actual	
INOXIDABLES ÉLITE		Producto	FRIGORÍFICO DE 5 BANDEJAS			Material		Acero Inoxidable	
		Proceso	Manufactura del condensador y evaporador			Operario		Hombre	
		Analistas:	Kelly Sinche & José Panata			Unidad		Minutos	
						Hoja		8 de 15	
N.	OPERACIÓN	OBSERVACIONES (min)			TO (min)	FV	TN (min)	FS	T Est. (min)
		1	2	3					
1	Transportar la plancha de aluminio hacia la mesa de corte CNC	15,95	15	14,78	15,24	0,14	15,9	0,17	18,5
2	Corte CNC de las láminas de aluminio para el condensador y evaporador	31,10	30,1	29,93	30,38	0,10	30,4	0,19	36,1
3	Transportar al área de trabajo	5,43	4,6	4,27	4,77	0,14	5,0	0,17	5,8
4	Medir y cortar la cañería para la fabricación del Freezer	25,94	25	24,77	25,24	0,18	27,3	0,19	32,4
5	Ensamblar las piezas de aluminio en la cañería	46,35	45,4	45,18	45,64	0,11	46,1	0,17	53,9
6	Ensamblar el freezer con la cañería de las bandejas y el tubo capilar	25,90	25	24,73	25,21	0,19	27,5	0,26	34,6
7	Instalación del freezer superior	45,37	44,5	44,20	44,69	0,21	49,6	0,17	58,0
8	Manufactura de la bandeja de soporte para el freezer	48,26	47,4	47,10	47,59	0,21	52,8	0,17	61,8
9	Instalación de la bandeja soporte del freezer superior	31,37	30,5	30,20	30,69	0,21	34,1	0,26	42,9
10	Instalación de la manguera para la descarga de agua del sistema de refrigeración	16,27	15,3	15,11	15,56	0,21	17,3	0,26	21,8
Σ Tiempo Observado					285,01				
Σ Tiempo Normal					305,8				
Σ Tiempo tipo o estándar									366,0

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Cálculo del tiempo estándar correspondiente al proceso de instalación de las bandejas

FICHA PARA EL CÁLCULO DEL TIEMPO ESTANDAR									
Empresa:		Área :		PRODUCCIÓN			Método		Actual
INOXIDABLES ÉLITE		Producto		FRIGORÍFICO DE 5 BANDEJAS			Material		Acero Inoxidable
		Proceso		Instalación de bandejas			Operario		Hombre
		Analistas:		Kelly Sinche & José Panata			Unidad		Minutos
							Hoja		9 de 15
N.	OPERACIÓN	OBSERVACIONES (min)			TO (min)	FV	TN (min)	FS	T Est. (min)
		1	2	3					
1	Dimensionar separación de las bandejas en el interior del frigorífico	5,98	5	4,82	5,27	0,14	5,5	0,17	6,4
2	Trazar y cortar con la maquina amoladora el espacio para el paso de la tubería de cobre	10,98	10	9,81	10,26	0,10	10,3	0,17	12,0
3	Ensamble de bandejas	65,54	64,6	64,37	64,83	0,11	65,5	0,19	77,9
4	Manufactura de soportes para la tubería de cobre	29,16	28,3	28,00	28,49	0,21	31,6	0,09	34,5
5	Instalación de la tubería de cobre en la parte inferior de las bandejas	37,41	36,5	36,24	36,71	0,21	40,8	0,09	44,4
6	Instalación de la bandeja base en el frigorífico v ensamble con el freezer 2	80,85	80	79,68	80,18	0,21	89,0	0,26	112,1
7	Pre montaje de la bandeja base y ensamble de la tubería de cobre	20,35	19,5	19,19	19,68	-0,01	17,5	0,17	20,5
8	Instalación de la cañería de cobre en las bandejas	120,91	120	119,74	120,22	0,03	111,8	0,26	140,9
9	Taladrado y ensamblado de separadores mediante remaches	35,36	34,5	34,19	34,68	-0,02	30,5	0,26	38,5
Σ Tiempo Observado					400,33				
Σ Tiempo Normal							402,4		
Σ Tiempo tipo o estándar									487,2

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Cálculo del tiempo estándar correspondiente al proceso de inyección de poliuretano 1 de 2

FICHA PARA EL CÁLCULO DEL TIEMPO ESTANDAR									
Empresa:		Área :	PRODUCCIÓN			Método	Actual		
		Producto	FRIGORÍFICO DE 5 BANDEJAS			Material	Poliuretano		
		Proceso	Inyección de poliuretano			Operario	Hombre		
		Analistas:	Kelly Sinche & José Panata			Unidad	Minutos		
						Hoja	11 de 15		
N.	OPERACIÓN	OBSERVACIONES (min)			TO (min)	FV	TN (min)	FS	T Est. (min)
		1	2	3					
1	Aplicar el sellador de silicona en los bordes soldados del frigorífico	15,89	15	14,72	15,20	0,05	14,4	0,09	15,7
2	Espera mientras se transporta las canecas de poliuretano de la bodega hacia el área de trabajo	10,97	10	9,80	10,26	0,05	9,7	0,09	10,6
3	Medir 200ml del componente A y B de poliuretano	3,93	3	2,76	3,23	0,05	3,1	0,09	3,3
4	Mezclar	3,91	3	2,74	3,22	0,05	3,1	0,09	3,3
5	Aplicar la mezcla de poliuretanos en la parte interior derecha del frigorífico	1,92	1	0,76	1,23	0,05	1,2	0,09	1,3
6	Distribuir la mezcla de manera homogénea agitando el equipo	2,92	2	1,76	2,23	0,05	2,1	0,09	2,3
7	Colocar los apoyos	3,92	3	2,75	3,22	0,05	3,1	0,09	3,3
8	Medir 200ml del componente A y B de poliuretano	2,94	2	1,77	2,24	0,05	2,1	0,09	2,3
9	Mezclar	3,99	3	2,83	3,27	0,05	3,1	0,09	3,4
10	Aplicar la mezcla de poliuretano en la sección interna izquierda del refrigerador	5,92	5	4,76	5,23	0,05	5,0	0,09	5,4
11	Distribuir homogéneamente la mezcla agitando el equipo	3,99	3	2,82	3,27	0,05	3,1	0,09	3,4
12	Posicionar los soportes laterales	10,86	10	9,69	10,18	0,05	9,7	0,09	10,5
13	Espera reacción del componente químico	5,90	5	4,74	5,21	0,05	5,0	0,09	5,4
14	Retirar los apoyos	2,86	2	1,69	2,18	0,05	2,1	0,09	2,3
15	Medir 100ml del componente A y B de poliuretano	2,92	2	1,75	2,22	0,05	2,1	0,09	2,3
16	Mezclar	2,97	2	1,80	2,26	0,05	2,1	0,09	2,3
17	Aplicar la mezcla de poliuretano en la sección interna de los parantes	3,94	3	2,77	3,24	0,05	3,1	0,09	3,4
18	Esperar la reacción del componente químico	3,91	3	2,74	3,22	0,05	3,1	0,09	3,3
19	Medir 100ml del componente A y B de poliuretano	2,97	2	1,80	2,26	0,05	2,1	0,09	2,3
20	Mezclar	3,89	3	2,72	3,20	0,05	3,0	0,09	3,3
21	Aplicar la mezcla de poliuretanos sección interna de la parte superior del frigorífico	2,96	2	1,80	2,25	0,05	2,1	0,09	2,3
22	Ubicar los soportes en la parte superior	3,99	3	2,83	3,27	0,05	3,1	0,09	3,4
23	Esperar la reacción del componente químico	3,00	2	1,83	2,28	0,05	2,2	0,09	2,4
24	Retirar los soportes	3,98	3	2,81	3,26	0,05	3,1	0,09	3,4
25	Inspeccionar la calidad de la inyección de poliuretano	3,97	3	2,80	3,26	0,05	3,1	0,09	3,4
26	Medir 50ml del componente A y B de poliuretano	3,99	3	2,82	3,27	0,05	3,1	0,09	3,4
27	Mezclar	2,93	2	1,77	2,23	0,05	2,1	0,09	2,3
28	Aplicar la mezcla de poliuretanos en la sección interna de los parantes del frigorífico	4,00	3	2,83	3,28	0,05	3,1	0,09	3,4
29	Colocar los soportes	2,88	2	1,71	2,20	0,05	2,1	0,09	2,3
30	Esperar la reacción del componente químico	3,88	3	2,71	3,20	0,05	3,0	0,09	3,3
31	Retirar los soportes	2,96	2	1,79	2,25	0,05	2,1	0,09	2,3
32	Inspeccionar	3,98	3	2,82	3,27	0,05	3,1	0,09	3,4
33	Medir 50ml del componente A y B de poliuretano	2,85	2	1,68	2,18	0,05	2,1	0,09	2,3
34	Mezclar	2,96	2	1,79	2,25	0,05	2,1	0,09	2,3
35	Aplicar la mezcla de poliuretano en la sección interna de los parantes	2,86	2	1,69	2,19	0,05	2,1	0,09	2,3

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Cálculo del tiempo estándar correspondiente al proceso de inyección de poliuretano 2 de 2

36	Colocar los soportes	2,90	2	1,74	2,21	0,05	2,1	0,09	2,3
37	Esperar la reaccion del componente quimico	3,87	3	2,70	3,19	0,05	3,0	0,09	3,3
38	Retirar los soportes	2,96	2	1,80	2,25	0,05	2,1	0,09	2,3
39	Inspeccionar	5,93	5	4,76	5,23	0,05	5,0	0,09	5,4
40	Medir 50ml del componente A y B de poliuretano	2,84	2	1,68	2,17	0,05	2,1	0,09	2,2
41	Mezclar	2,99	2	1,82	2,27	0,05	2,2	0,09	2,4
42	Aplicar la mezcla de poliuterano en la superior	2,90	2	1,73	2,21	0,05	2,1	0,09	2,3
43	Colocar los soportes en la parte superior	2,94	2	1,78	2,24	0,05	2,1	0,09	2,3
44	Espera reaccion del componente quimico	3,89	3	2,72	3,20	0,05	3,0	0,09	3,3
45	Retirar los soportes	2,90	2	1,73	2,21	0,05	2,1	0,09	2,3
46	Inspeccionar	3,95	3	2,78	3,24	0,05	3,1	0,09	3,4
47	Medir 40ml del componente A y B de poliuretano	2,96	2	1,79	2,25	0,05	2,1	0,09	2,3
48	Mezclar	2,97	2	1,80	2,26	0,05	2,1	0,09	2,3
49	Aplicar la mezcla de poliuterano en la parte superior interna del frigorifico	2,89	2	1,72	2,20	0,05	2,1	0,09	2,3
50	Colocar los soportes en la parte superior	3,97	3	2,80	3,26	0,05	3,1	0,09	3,4
51	Espera reaccion del componente quimico	3,90	3	2,73	3,21	0,05	3,1	0,09	3,3
52	Retirar los soportes	2,97	2	1,81	2,26	0,05	2,1	0,09	2,3
53	Inspeccionar	3,99	3	2,83	3,27	0,05	3,1	0,09	3,4
54	Limpieza del exceso de poliuretano	15,93	15	14,77	15,23	0,05	14,5	0,09	15,8
Σ Tiempo Observado					191,57				
Σ Tiempo Normal					182,0				
Σ Tiempo tipo o estándar					198,4				

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Cálculo del tiempo estándar correspondiente al proceso de montaje de rótulos

FICHA PARA EL CÁLCULO DEL TIEMPO ESTANDAR										
Empresa:		Área :	PRODUCCIÓN			Método	Actual			
		Producto	FRIGORÍFICO DE 5 BANDEJAS			Material	Acrílico- Acero Inoxidable			
		Proceso	Montaje de rótulos			Operario	Hombre			
		Analistas:	Kelly Sinche & José Panata			Unidad	Minutos			
				Hoja	12 de 15					
N.	OPERACIÓN	OBSERVACIONES (min)			TO (min)	FV	TN (min)	FS	T Est. (min)	
		1,00	2	3						
1	Transporte de las láminas de acrílico de bodega hacia el puesto de trabajo	3,85	3,00	2,69	3,18	0,14	3,3	0,17	3,9	
2	Trazado y corte del acrílico según los requerimientos	15,40	14,50	14,23	14,71	0,18	15,9	0,19	18,9	
3	Pulir los bordes del acrílico	20,95	20,00	19,78	20,25	0,10	20,2	0,19	24,1	
4	Colocar del acrílico en el rotulo del frigorífico	15,98	15,00	14,81	15,26	0,11	15,4	0,19	18,3	
5	Instalación de luces y cableado del rótulo	20,76	19,80	19,59	20,05	0,10	20,0	0,19	23,9	
6	Ensamble del rótulo en el frigorífico mediante soldadura	36,96	36,00	35,79	36,25	0,21	40,2	0,25	50,3	
7	Prueba de funcionamiento	3,63	2,80	2,47	2,97	0,11	3,0	0,19	3,6	
Σ Tiempo Observado					112,66					
Σ Tiempo Normal					115,1					
Σ Tiempo tipo o estándar									139,4	

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Cálculo del tiempo estándar correspondiente al proceso de instalación del vidrio

FICHA PARA EL CÁLCULO DEL TIEMPO ESTANDAR									
Empresa:		Área :		PRODUCCIÓN			Método		Actual
INOXIDABLES ÉLITE		Producto		FRIGORÍFICO DE 5 BANDEJAS			Material		Vidrio
		Proceso		Instalación del vidrio			Operario		Hombre
		Analistas:		Kelly Sinche & José Panata			Unidad		Minutos
							Hoja		13 de 15
N.	OPERACIÓN	OBSERVACIONES (min)			TO (min)	FV	TN (min)	FS	T Est. (min)
		1	2	3					
1	Pulir las soldaduras hasta obtener un acabado brillante	20,85	20	19,68	20,17	0,10	20,2	0,17	23,6
2	Tomar las medidas para los biseles	3,89	3	2,73	3,21	0,10	3,2	0,17	3,8
3	Transportar una plancha de acero inoxidable AISI 430 de 0.4 mm la	5,93	5	4,76	5,23	0,14	5,4	0,17	6,4
4	Cortar una Plancha de acero inoxidable AISI 430 de 0.4 mm de	5,91	5	4,74	5,22	0,18	5,6	0,26	7,1
5	Transportar a la mesa de trabajo	2,86	2	1,69	2,18	0,14	2,3	0,17	2,7
6	Pulir los filos cortantes	3,85	3	2,68	3,18	0,10	3,2	0,19	3,8
7	Transportar los biseles desde el área de trabajo hacia el área de plegado	5,88	5	4,71	5,20	0,14	5,4	0,17	6,3
8	Doblar las piezas según las medidas requeridas	25,90	25	24,73	25,21	0,19	27,5	0,26	34,6
9	Inspección de dimensionamiento	3,89	3	2,72	3,20	0,28	3,8	0,16	4,4
10	Transporte a el área de trabajo	2,99	2	1,82	2,27	0,17	2,4	0,17	2,8
11	Ensamblaje de los biseles en el equipo frigorífico	140,89	140	139,72	140,20	0,21	155,6	0,19	185,2
12	Preparar el área del frigorífico para la instalación del vidrio panorámico	20,93	20	19,76	20,23	0,10	20,2	0,16	23,5
13	Transportar el vidrio del la bodega hacia el área de trabajo	5,93	5	4,76	5,23	0,17	5,6	0,17	6,5
14	Limpiar el vidrio panorámico y los vidrios laterales	5,95	5	4,78	5,24	0,10	5,2	0,17	6,1
15	Colocar cinta doble faz en los bordes del vidrio panorámico	6,00	5	4,76	5,25	0,10	5,3	0,19	6,3
16	Montaje del vidrio panorámico en el frigorífico	20,94	20	19,74	20,23	0,11	20,4	0,26	25,7
17	Ensamble de biseles para la sujeción del vidrio panorámico	30,99	30	29,69	30,23	0,21	33,6	0,26	42,3
18	Pre montaje de vidrios laterales	15,94	15	14,68	15,21	0,11	15,4	0,26	19,4
19	Inspección	2,95	2	1,71	2,22	0,28	2,6	0,16	3,0
20	Cortar el vidrio lateral para que coincida con el vidrio panorámico	3,83	3	2,73	3,19	0,18	3,4	0,26	4,3
21	Pulir los filos cortantes del vidrio	2,83	2	1,72	2,18	0,11	2,2	0,19	2,6
22	Colocar silicona en la parte inferior de los vidrios laterales	5,83	5	4,82	5,22	0,11	5,3	0,19	6,3
23	Ensamblar los vidrios laterales	25,83	25	24,72	25,18	0,21	28,0	0,19	33,3
24	Inspección	3,83	3	2,76	3,20	0,28	3,8	0,16	4,4
Σ Tiempo Observado					358,08				
Σ Tiempo Normal							385,5		
Σ Tiempo tipo o estándar									464,3

Realizado por: Sinche K., Panata J., 2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Cálculo del tiempo estándar correspondiente al proceso de instalación del sistema de refrigeración

FICHA PARA EL CÁLCULO DEL TIEMPO ESTANDAR									
Empresa:		Área :		PRODUCCIÓN			Método		Actual
INOXIDABLES ÉLITE		Producto		FRIGORÍFICO DE 5 BANDEJAS			Material		
		Proceso		Instalación del sistema de refrigeración			Operario		Hombre
		Analistas:		Kelly Sinche & José Panata			Unidad		Minutos
							Hoja		14 de 15
N.	OPERACIÓN	OBSERVACIONES (min)			TO (min)	FV	TN (min)	FS	T Est. (min)
		1	2	3					
1	Transportar los elementos del sistema de refrigeración de la bodega a el área	10,86	10	9,69	10,18	-0,02	9,0	0,17	10,5
2	Montaje del sistema de refrigeración	180,85	180	179,68	180,18	0,02	165,8	0,19	197,3
3	Prueba del funcionamiento del sistema de refrigeración	120,93	120	119,76	120,23	0,05	114,2	0,09	124,5
Σ Tiempo Observado					310,59				
Σ Tiempo Normal					288,9				
Σ Tiempo tipo o estándar									332,2

Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)

Cálculo del tiempo estándar correspondiente al proceso de instalación de acabados y almacenaje del frigorífico.

FICHA PARA EL CÁLCULO DEL TIEMPO ESTANDAR									
Empresa:		Área :		PRODUCCIÓN			Método		Actual
INOXIDABLES ÉLITE		Producto		FRIGORÍFICO DE 5 BANDEJAS			Material		
		Proceso		Acabados y almacenaje			Operario		Hombre
		Analistas:		Kelly Sinche & José Panata			Unidad		Minutos
							Hoja		15 de 15
N.	OPERACIÓN	OBSERVACIONES (min)			TO (min)	FV	TN (min)	FS	T Est. (min)
		1	2	3					
1	Instalar un revestimiento melamínico con diseño en el equipo de	5,99	5	4,82	5,27	0,19	5,7	0,09	6,3
2	Transportar a el área de almacenamiento de productos	5,89	5	4,72	5,20	0,17	5,6	0,09	6,1
3	Retirar la cubierta plástica interior y exterior del frigorífico	80,93	80	79,76	80,23	0,10	80,2	0,09	87,5
4	Limpiar el equipo frigorífico	10,93	10	9,76	10,23	0,10	10,2	0,09	11,1
5	Embalar el equipo frigorífico con plástico film	15,95	15	14,78	15,24	0,10	15,2	0,09	16,6
6	Almacenar	3,85	3	2,68	3,18	0,10	3,2	0,17	3,7
Σ Tiempo Observado					119,35				
Σ Tiempo Normal					120,2				
Σ Tiempo tipo o estándar									131,3

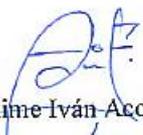
Realizado por: Sinche K., Panata J.,2024

Fuente: (Inoxidables Élite, 2024)



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 05/07/2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: KELLY DELLANEIRA SINCHE LEÓN Nombres – Apellidos: JOSÉ ANDRES PANATA ALVAY
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: MECÁNICA
Carrera: INGENIERÍA INDUSTRIAL
Título a optar: INGENIERA/O INDUSTRIAL
 Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano, Mgs Director del Trabajo de Integración Curricular  Ing. Jaime Iván Acosta Velarde, Mgs Asesor del Trabajo de Integración Curricular