



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN PARA LA
EMPRESA “OMEGA” UBICADA EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA
EN BASE A LAS HERRAMIENTAS DEL LEAN
MANUFACTURING”**

**MONTERO VALDIVIEZO ANDRÉS ADONIS
RAMÍREZ VALLEJO JOSÉ ENRIQUE**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROYECTO TÉCNICO

Previo a la obtención del Título de:
INGENIERO INDUSTRIAL

**RIOBAMBA – ECUADOR
2018**

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

2018-04-05

Yo recomiendo que el trabajo de titulación preparado por:

MONTERO VALDIVIEZO ANDRÉS ADONIS

Titulado:

**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA
“OMEGA” UBICADA EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA EN BASE A LAS
HERRAMIENTAS DEL LEAN MANUFACTURING”**

Sea aceptada como total complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Víctor Marcelino Fuertes Alarcón
DIRECTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Paúl Oswaldo Vega Cortez
MIEMBRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

2018-04-05

Yo recomiendo que el trabajo de titulación preparado por:

RAMÍREZ VALLEJO JOSÉ ENRIQUE

Titulado:

**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA
“OMEGA” UBICADA EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA EN BASE A LAS
HERRAMIENTAS DEL LEAN MANUFACTURING”**

Sea aceptada como total complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Víctor Marcelino Fuertes Alarcón
DIRECTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Paúl Oswaldo Vega Cortez
MIEMBRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: MONTERO VALDIVIEZO ANDRÉS ADONIS

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN: “PROPUESTA DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA “OMEGA” UBICADA EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA EN BASE A LAS HERRAMIENTAS DEL LEAN MANUFACTURING”

Fecha de Examinación: 2018-10-24

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Víctor Marcelino Fuertes Alarcón DIRECTOR			
Ing. Paúl Oswaldo Vega Cortez ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza
PRESIDENTE TRIB. DEFENSA

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: RAMÍREZ VALLEJO JOSÉ ENRIQUE

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN: “PROPUESTA DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA “OMEGA” UBICADA EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA EN BASE A LAS HERRAMIENTAS DEL LEAN MANUFACTURING”

Fecha de Examinación: 2018-10-24

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Víctor Marcelino Fuertes Alarcón DIRECTOR			
Ing. Paúl Oswaldo Vega Cortez ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza
PRESIDENTE TRIB. DEFENSA

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Nosotros, MONTERO VALDIVIEZO ANDRÉS ADONIS y RAMÍREZ VALLEJO JOSÉ ENRIQUE, egresados de la Carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH, autores del trabajo de titulación denominado: **“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA “OMEGA” UBICADA EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA EN BASE A LAS HERRAMIENTAS DEL LEAN MANUFACTURING”**, nos responsabilizamos en su totalidad del contenido en su parte intelectual y técnica, y me someto a cualquier disposición legal en caso de no cumplir con este precepto.

MONTERO VALDIVIEZO ANDRÉS ADONIS
Cédula de Identidad: 060410059-4

RAMÍREZ VALLEJO JOSÉ ENRIQUE
Cédula de Identidad: 060409467-2

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, MONTERO VALDIVIEZO ANDRÉS ADONIS y RAMÍREZ VALLEJO JOSÉ ENRIQUE, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

MONTERO VALDIVIEZO ANDRÉS ADONIS
Cédula de Identidad: 060410059-4

RAMÍREZ VALLEJO JOSÉ ENRIQUE
Cédula de Identidad: 060409467-2

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme la inteligencia y perseverancia para estudiar la carrera de Ingeniería Industrial y ser un profesional útil a la sociedad.

A mis padres por su apoyo incondicional durante mis estudios, a más de sus valiosas enseñanzas en valores para mi vida.

A la ESPOCH y en especial a los docentes de la Escuela de Ingeniería Industrial por su compromiso con la formación profesional del país.

Y finalmente a todos mis compañeros y amigos que me han apoyado o han contribuido de alguna manera para obtener este logro en la vida.

MONTERO VALDIVIEZO ANDRÉS ADONIS

No existen palabras en el mundo que se acerquen a lo agradecido que estoy con mi madre Leticia, mis hermanos Carlos y Rosa quienes siempre han sido el apoyo incondicional para cumplir esta meta.

A mis amigos y compañeros de tantos años que fueron el apoyo en los buenos y malos momentos actuando como buenos maestros y grandes oyentes.

De igual manera agradezco a la institución que me acogió y guio por el camino del conocimiento y superación.

Finalmente, un agradecimiento a todos los docentes que compartieron su conocimiento.

RAMÍREZ VALLEJO JOSÉ ENRIQUE

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
1 MARCO REFERENCIAL	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos	2
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
2 MARCO TEÓRICO.....	1
2.1 Producción.....	1
2.2 Sistema de producción	1
2.2.1 <i>Evolución del sistema de producción</i>	1
2.2.2 <i>Funciones del sistema de producción</i>	1
2.3 Lean Manufacturing (Producción Esbelta)	2
2.3.1 <i>Tres Ms</i>	3
2.3.2 <i>Principios</i>	3
2.3.3 <i>Desperdicio</i>	4
2.3.3.1 <i>Exceso de almacenamiento</i>	5
2.3.3.2 <i>Sobreproducción</i>	5
2.3.3.3 <i>Demoras</i>	6
2.3.3.4 <i>Transporte y movimientos innecesarios</i>	6
2.3.3.5 <i>Defectos, rechazos y reprocesos</i>	7
2.4 Herramientas de diagnóstico	7

2.4.1	<i>PEPSU</i>	7
2.4.2	<i>Matriz de valor agregado</i>	8
2.4.3	<i>Diagrama de Pareto</i>	8
2.4.4	<i>Diagrama de Ishikawa (causa-efecto)</i>	9
2.4.5	<i>5W'S + H</i>	10
2.5	Herramientas del Lean Manufacturing.....	11
2.5.1	<i>Mapa de cadena de valor (VSM)</i>	11
2.5.1.1	<i>Simbología VSM</i>	13
2.5.1.2	<i>VSM actual</i>	14
2.5.1.3	<i>Análisis del estado actual y trazado del VSM futuro</i>	14
2.5.2	<i>Herramienta 5 S</i>	15
2.5.2.1	<i>Seiri-Seleccionar</i>	15
2.5.2.2	<i>Seiton-Ordenar</i>	16
2.5.2.3	<i>Seiso-Limpiar</i>	16
2.5.2.4	<i>Seiketsu-Estandarizar</i>	17
2.5.2.5	<i>Shitsuke-Autodisciplinarse</i>	17
2.5.3	<i>Just in Time (JIT)</i>	17
2.5.3.1	<i>Cálculo del ciclo de cliente (Takt Time)</i>	18
2.5.3.2	<i>Flujo continuo pieza a pieza</i>	19
2.5.3.3	<i>Sistema Pull</i>	20
2.5.3.4	<i>Kanban</i>	21
2.5.3.5	<i>Tipos de Kanban</i>	21
2.5.3.6	<i>Cálculo Kanban</i>	23
2.5.3.7	<i>Circulación de Kanban</i>	23
2.5.4	<i>SMED</i>	25
2.5.4.1	<i>Eliminar lo innecesario</i>	25
2.5.4.2	<i>Orden de ejecución</i>	26

2.5.4.3	<i>Lugar de almacenamiento y cuestión personal</i>	27
2.5.4.4	<i>Simplificación</i>	27
2.5.5	<i>Poka Yoke</i>	28
2.5.6	<i>Kaizen</i>	29
2.5.6.1	<i>Valores de Kaizen</i>	29
2.5.6.2	<i>Kaizen y control total de la calidad</i>	30
2.5.6.3	<i>Filosofía Kaizen en la compañía</i>	30
2.5.6.4	<i>Herramientas Kaizen</i>	32
3	ASPECTOS GENERALES DE LA UNIDAD DE OBSERVACIÓN	33
3.1	Aspectos generales de la empresa	33
3.1.1	<i>Reseña Histórica</i>	33
3.1.2	<i>Base legal</i>	33
3.1.3	<i>Ubicación y contactos de la empresa</i>	34
3.1.4	<i>Resumen general de productos y servicios de la empresa</i>	35
3.1.4.1	<i>Galería de productos</i>	36
3.1.5	<i>Organigrama Estructural</i>	37
3.1.6	<i>Organigrama Funcional</i>	38
3.1.7	<i>Misión</i>	38
3.1.8	<i>Visión</i>	39
3.1.9	<i>Objetivos</i>	39
3.2	Diagnóstico de la empresa	39
3.2.1	<i>Análisis de la producción</i>	39
3.2.2	<i>Condiciones actuales de trabajo</i>	41
3.2.3	<i>Descripción del proceso productivo</i>	56
3.2.4	<i>PEPSU de la empresa</i>	58
3.2.5	<i>VSM inicial</i>	59
3.2.6	<i>Evaluación inicial 5S</i>	60

3.2.7	<i>Identificación de desperdicios</i>	61
3.2.8	<i>Análisis de factores</i>	64
3.2.9	<i>Análisis de las actividades mediante la matriz de valor agregado</i>	69
3.2.10	<i>Análisis de las actividades mediante del método 5W'S + H</i>	70
4	SISTEMA DE PRODUCCIÓN PROPUESTO	71
4.1	VSM final.....	71
4.2	Sistema de producción adaptado a las 5S	72
4.2.1	<i>Seiri-Seleccionar</i>	72
4.2.2	<i>Seiton-Ordenar</i>	73
4.2.2.1	<i>Almacén de materia prima</i>	73
4.2.2.2	<i>Área de trazado y corte con plasma</i>	74
4.2.2.3	<i>Área de cortadora eléctrica</i>	74
4.2.2.4	<i>Área de rolado</i>	75
4.2.2.5	<i>Área de plegado</i>	76
4.2.2.6	<i>Área de torneado</i>	76
4.2.2.7	<i>Área de fresado y taladrado</i>	77
4.2.2.8	<i>Área de soldado</i>	78
4.2.2.9	<i>Depósito de chatarra</i>	78
4.2.2.10	<i>Área de ensamble</i>	79
4.2.2.11	<i>Área de pintado</i>	80
4.2.2.12	<i>Bodega de herramientas</i>	80
4.2.2.13	<i>Bodega de válvulas y accesorios</i>	81
4.2.2.14	<i>Almacén de productos terminados</i>	82
4.2.3	<i>Seiso-Limpiar</i>	83
4.2.4	<i>Seiketsu-Estandarizar</i>	84
4.2.5	<i>Shitsuke-Autodisciplinarse</i>	84
4.3	Sistema de producción adaptado al JIT	84

4.3.1	<i>Distribución propuesta</i>	85
4.3.2	<i>Equilibrio de la línea de producción</i>	87
4.3.3	<i>Propuesta para la preparación de las máquinas</i>	92
4.3.4	<i>Diseño Kanban</i>	93
4.3.5	<i>Estandarización del método utilizando la herramienta Poka Yoke.</i>	93
4.4	Mejora continua con Kaizen.	94
4.5	Sistema de producción actual vs propuesta.....	95
4.6	Planificación para la implementación de la propuesta.....	96
5	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA	97
5.1	Estado de resultados año 2017	97
5.2	Costos de inversión	98
5.3	VAN, TIR, PRI y análisis costo-beneficio.....	99
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	105
6.1	Conclusiones	105
6.2	Recomendaciones.....	107

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1-2: Herramienta PEPSU	8
Tabla 2-2: Matriz de valor agregado	8
Tabla 3-2: Interrogantes para la mejora del método	11
Tabla 4-2: Denominación de las 5S	15
Tabla 5-2: Reglas del Kanban.....	21
Tabla 1-3: Participación de productos y servicios de la empresa en el año 2017	40
Tabla 2-3: Puestos de trabajo de la empresa "Omega"	43
Tabla 3-3: Resumen de las actividades de la fabricación de yogurteras	57
Tabla 4-3: PEPSU de la empresa "Omega"	58
Tabla 5-3: Resumen de desperdicios identificados	62
Tabla 6-3: Resumen de Matriz de valor agregado.....	69
Tabla 7-3: Actividades a evaluar en la herramienta 5W'S +H.....	70
Tabla 1-4: Herramientas-equipos y accesorios por área de trabajo	82
Tabla 2-4: Resumen de actividades de la propuesta de fabricación de yogurteras	85
Tabla 3-4: Balanceo de línea para 2 trabajadores	89
Tabla 4-4: Determinación del ciclo de trabajo para la fabricación de yogurteras	90
Tabla 5-4: Balance de línea para la fabricación de yogurtera	91
Tabla 6-4: Sistema de producción actual vs propuesta.....	95
Tabla 7-4: Planificación para la implementación de la propuesta.....	96
Tabla 1-5: Estado de Resultados "OMEGA" 2017.....	98
Tabla 2-5: Costos de inversión de la propuesta del sistema de producción	99
Tabla 3-5: Depreciación de muebles y enseres de la inversión	99
Tabla 4-5: Amortización del préstamo para la inversión.....	100
Tabla 5-5: Margen Neto de empresas Manufactureras de Ecuador.....	100
Tabla 6-5: Flujo de caja para 5 años	101
Tabla 7-5: Valores presentes del flujo de efectivo neto	102
Tabla 8-5: Análisis costo beneficio durante 5 años	104

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1-2: Ejemplo de Diagrama de Ishikawa.....	10
Figura 2-2: Simbología VSM.....	13
Figura 3-2: Funcionamiento de la cadena de montaje mediante el Kanban.....	22
Figura 4-2: Kanban de transporte.....	24
Figura 5-2: Kanban de Producción.....	24
Figura 6-2: Kanban de señales.....	25
Figura 1-3: Logotipo de la empresa OMEGA MAQUINARIA Y EQUIPOS.....	34
Figura 2-3: OMEGA.....	34
Figura 3-3: Ubicación empresa OMEGA.....	35
Figura 4-3: Muestras de productos de OMEGA.....	36
Figura 5-3: Muestras de productos de OMEGA.....	37
Figura 6-3: Organigrama Estructural OMEGA MAQUINAS Y EQUIPOS.....	37
Figura 7-3: Organigrama Funcional OMEGA MAQUINAS Y EQUIPOS.....	38
Figura 8-3: Layout de Omega.....	42
Figura 9-3: Bodega 1 de accesorios y válvulas.....	44
Figura 10-3: Bodega de herramientas.....	44
Figura 11-3: Área de torneado.....	45
Figura 12-3: Área de fresado.....	45
Figura 13-3: Área de taladrado.....	46
Figura 14-3: Área de trazado y corte por plasma.....	46
Figura 15-3: Área de soldadura (TIG, eléctrica, plasma).....	47
Figura 16-3: Bodega 2 (Planchas).....	47
Figura 17-3: Área de herramientas.....	48
Figura 18-3: Bodega 3 (tubos, ejes, ángulos).....	48
Figura 19-3: Área de rolado.....	49
Figura 20-3: Roladora de planchas.....	49
Figura 21-3: Dobladora eléctrica.....	50
Figura 22-3: Cortadora eléctrica.....	50
Figura 23-3: Dobladora (plegadora manual).....	51
Figura 24-3: Bodega 4.....	51

Figura 25-3: Área de trazado y corte (4 Mesas, cortadora circular y de cinta)	52
Figura 26-3: Área de soldadura eléctrica.....	52
Figura 27-3: Área de pulido	53
Figura 28-3: Área de producto terminado y semiterminado	53
Figura 29-3: Prensa hidráulica.....	54
Figura 30-3: Torno de torque	54
Figura 31-3: Vestidores	55
Figura 32-3: Almacén de pintura.....	55
Figura 33-3: Horno	56
Figura 34-3: VSM Inicial	60
Figura 35-3: Sobreproducción de producto semielaborado.....	63
Figura 36-3: Diagrama de Ishikawa para la sobreproducción.....	63
Figura 1-4: VSM final	71
Figura 2-4: Almacén de materia prima propuesto	73
Figura 3-4: Área de trazado y corte con plasma propuesto	74
Figura 4-4: Área de cortadora eléctrica propuesta	75
Figura 5-4: Área de rolado propuesto.....	75
Figura 6-4: Área de plegado propuesta	76
Figura 7-4: Área de torneado propuesto	77
Figura 8-4: Área de fresado y taladrado propuesta.	77
Figura 9-4: Área de soldado propuesta.....	78
Figura 10-4: Depósito de chatarra propuesto	79
Figura 11-4: Área de ensamble propuesta	79
Figura 12-4: Área de pintado propuesta	80
Figura 13-4: Bodega de herramientas propuesta.	81
Figura 14-4: Bodega de válvulas y accesorios.	81
Figura 15-4: Alancen de productos terminados propuesto.....	82
Figura 16-4: Plantas OMEGA PROPUESTO.	86
Figura 17-4: Ruta crítica para la propuesta de fabricación de yogurteras	88
Figura 18-4: Propuesta Kanban	93

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1-2: Ejemplo de Diagrama de Pareto.....	9
Gráfica 1-3: Promedio de evaluación actual 5S de la empresa OMEGA.....	61
Gráfica 2-3: Diagrama de Pareto de los desperdicios identificados.....	62
Gráfica 1-5: Valor presente del flujo de efectivo neto acumulado.....	103
Gráfica 2-5: Análisis costo-beneficio en función del tiempo.....	104

LISTA DE ABREVIACIONES

VSM	(Value Stream Map) Mapa de flujo de valor
JIT	(Just in Time) Justo a tiempo
SMED	(Single-Minute Exchange of Dies) Preparación de un dígito
5S	Seiri (clasificar), Seiton (ordenar), Seiso (limpiar), Seiketsu (estandarizar) y Shitsuke (autodisciplina)
5W+H	Who (Quién), What (Qué), Where (Dónde), When (Cuándo), Why (Por qué) y How (Cómo)
PEPSU	Proveedores Entradas Procesos Salidas Usuarios
PHVA	Planear Hacer Verificar Actuar
TMAR	Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento
VAN	Valor Actual Neto
TIR	Tasa Interna de Retorno
PRI	Período de Recuperación de la Inversión
SUPERCIAS	Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexos A** Diagramas de procesos y planos actuales de la empresa
- Anexos B** Obtención y análisis de datos de la situación actual
- Anexos C** Diagramas y planos propuestos de la empresa
- Anexos D** Procedimientos para la preparación de máquinas

RESUMEN

La empresa “OMEGA” se encuentra ubicada en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba; la cual se dedica a la fabricación de maquinaria en acero inoxidable como tanques de almacenamiento, pasteurizadoras, yogurteras, entre otras. Actualmente su sistema de producción limita su productividad y competitividad en el mercado, lo que limita el crecimiento de la empresa; por tal motivo el objetivo del trabajo de titulación es proponer un sistema de producción en base a las herramientas del Lean Manufacturing. Tras realizar el análisis y evaluación del sistema de producción por medio de herramientas de calidad e ingeniería de métodos, se determinó que la empresa posee problemas de sobreproducción, demoras, falta de organización de los puestos de trabajo y la necesidad de realizar una reingeniería de planta. Para resolver los problemas mencionados se utilizaron las siguientes herramientas: Mapa de Cadena de Valor, 5S, Justo a tiempo (JIT), SMED, Poka Yoke y Kaizen.; por medio de las cuales se propone una distribución de planta que mejora las condiciones de trabajo, mantiene un flujo unidireccional de la producción y en general mejora el método de trabajo al punto de reducirse el costo de mano de obra. Se estandariza el sistema de producción por medio de procedimientos y recomendaciones que da cada una de las herramientas mencionadas. Además de justificarse su inversión por medio de los indicadores VAN, TIR y PRI. En general el sistema de producción propuesto mejora notablemente la productividad, capacidad de producción, disminuye tiempos de demora y sobreproducción; dando la oportunidad de que la empresa crezca por medio de la captación de nuevos mercados.

PALABRAS CLAVE: < TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <LEAN MANUFACTURING>, <PRODUCTIVIDAD>, <SISTEMA DE PRODUCCIÓN>, <CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN>, <REINGENIERÍA DE PLANTA>

ABSTRACT

“OMEGA” Enterprise is located in Chimborazo province, Riobamba canton; which is dedicated to the manufacture of stainless steel machinery such as storage tanks, pasteurizers, yogurt maker, among others. Currently, its production system limits its productivity as well as its competitiveness in the market, limiting companies’ growth. For this reason, this research work proposes a production system based on Lean Manufacturing tools. The analysis and evaluation of the production system by means of quality tools and method engineering determined that the company has overproduction problems, delays, lack of organization in work places and the need to make a plant reengineering. In order to solve all the mentioned problems, the following tools were used: a value stream map, 5S, Just in time (JIT), SMED (Single-Minute Exchange of Die), Poka Yoke and Kaizen; by means of these tools, a plant distribution is proposed which improves working conditions, maintain a unidirectional flow of production and in general improve the working method with the aim of reducing the labor cost. The production system is standardized through procedures and recommendations given by each mentioned tools. In addition, the investment of the proposed production system is justified through the indicators NPV (Net Present Value), IRR (Internal Rate of Return) and PPI (Payback Period of Investment). In general, the proposed production system improves notably its productivity, production capacity, decreases delay times and overproduction; giving the opportunity for the company to grow by attracting new markets.

KEYWORDS: <ENGINEERING SCIENCE AND TECHNOLOGY>, <LEAN MANUFACTURING>, <PRODUCTIVITY>, <PRODUCTION SYSTEM>, <PRODUCTION CAPACITY>, <PLANT REENGINEERING>

INTRODUCCIÓN

A nivel nacional, se ha dado el crecimiento de industrias alimenticias y lácteas; las cuales requieren de maquinaria especializada que cumpla con estándares de salubridad y calidad para sus procesos productivos. La empresa “OMEGA” se dedica al diseño y fabricación de maquinarias en acero inoxidable como tanques de almacenamiento, pasteurizadoras, yogurteras, entre otras; con el fin de satisfacer este mercado.

Actualmente la empresa se encuentra localizada en la provincia de Chimborazo, en el cantón Riobamba. A pesar de poseer un estudio de Métodos y Tiempos, no aplica las recomendaciones realizadas técnicamente y su sistema de producción se encuentra desorganizado, por lo que la empresa trabaja de forma artesanal, sin un método de trabajo estandarizado y óptimo para el cumplimiento de sus pedidos.

Las herramientas del Lean Manufacturing (Producción Esbelta), permite organizar adecuadamente la producción, optimizando recursos materiales, talento humano, tiempos de producción y espacio. A la vez reduce los desperdicios, mejora la calidad de los productos y permite que las actividades se realicen en condiciones de trabajo adecuadas. Es a través de estas herramientas que se pretende proponer un sistema de producción que optimice los procesos en la empresa “OMEGA”, permitiendo que se vuelva más competitiva para ampliar el mercado al que ofrece sus productos y servicios.

CAPÍTULO I

1 MARCO REFERENCIAL

1.1 Antecedentes

La empresa “Omega” enfoca su actividad productiva a la fabricación de equipos en acero inoxidable para empresas nacionales elaborando productos como: tanques de almacenamiento, pasteurizadoras, yogurteras, envasadoras de leche, tanques de enfriamiento, entre otros productos realizados bajo pedido. OMEGA ha incrementado su producción según la demanda del mercado y sus exigencias en cuanto a productos y servicios. Debido a la situación cambiante, la empresa adquiere maquinaria, infraestructura física y capacitación tecnológica con el fin de cubrir la demanda.

El sistema de producción actual en la empresa disminuye su productividad y competitividad, complicando su permanencia en el mercado y limitando el crecimiento de la misma. Un estudio de métodos y tiempos realizado en la empresa; expuso que esta no posee un control para el método actual de trabajo e inventario. La línea de producción usa maquinaria especializada para la elaboración de los productos, pero al no subdividir adecuadamente las actividades tienden a realizar aquellas que no generan valor agregado en la línea de producción.

1.2 Justificación

El trabajo de titulación busca mejorar el sistema de producción bajo la metodología Lean Manufacturing (Producción Esbelta) con el propósito de aumentar su productividad y eficiencia; volviendo a la empresa más competitiva con un mejor manejo de costos de producción incrementando sus ganancias con posibilidad de integrarse a nuevos mercados. Con la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing (Producción Esbelta) para el manejo del sistema de producción, se lograría reducir las

pérdidas, una mayor calidad, un tiempo de respuesta más corto y generar una cultura organizacional.

La propuesta del sistema de producción utilizará los principios de Lean Manufacturing (Producción Esbelta) los cuales son: definir el valor desde el punto de vista del cliente, identificar la cadena de valor y eliminar desperdicios, crear continuidad para que el proceso fluya, producir para el cliente, motivando a los empleados y la mejora continua del sistema de producción. Por tal motivo, el trabajo de investigación se centrará en generar un sistema de producción que optimice los recursos utilizados y lograr un incremento en la productividad de la empresa.

La situación actual de la empresa se mostrará con las siguientes herramientas: PEPSU identifica cada una de las partes en la cadena de valor como son los proveedores, entradas, procesos, salidas y usuarios; 5w's+h que nos permite examinar los procesos en busca de las causas de los problemas; matriz de valor agregado una herramienta que separa las actividades en aquellas que agregan o no valor y las actividades que son necesarias; diagrama causa-efecto (Ishikawa) identifica las causas de un problema agrupándole en las 5M y el diagrama de Pareto que separa los problemas triviales de los importantes; además las herramientas propias de Lean Manufacturing (Producción Esbelta) que se detallan a continuación: 5S, VMS, JIT (Justo a tiempo), kanban, SMED (Cambios rápido), Poka Yoke y Kaizen que identifican y eliminan las actividades que no generan valor, ordenando el sistema productivo, manejando un bajo inventario, logrando que cada estación de trabajo maneje lo que se necesita y en la cantidad necesaria con el fin de que el sistema fluya de forma continua.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Proponer un sistema de producción para la empresa “OMEGA” ubicada en la ciudad de Riobamba en base a las herramientas del Lean Manufacturing.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar los fundamentos teóricos de la metodología Lean Manufacturing.
- Realizar el diagnóstico de la situación actual del sistema de producción en la empresa Omega.
- Elaborar un sistema de producción de acuerdo a la metodología Lean Manufacturing.
- Realizar un estudio de factibilidad económica de la propuesta.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Producción

Los autores citados a continuación: (Becerra Rodríguez, y otros, 2008 pág. 16), (Caba, y otros, 2011 pág. 3) y (Gaither, y otros, 2000 pág. 5) coinciden en la siguiente definición de producción: Un conjunto de procesos que transforman los inputs, añadiendo valor agregado, para obtener outputs que cumplen con los requisitos del cliente.

Se entiende como inputs todos los insumos necesarios para iniciar la producción como son: materia prima, energía, información, maquinaria, edificios, tecnología, efectivo, talento humano, entre otros.

Mientras que por outputs se entienden todos los bienes y servicios producidos, por los cuales el cliente está dispuesto a pagar para satisfacer una necesidad.

2.2 Sistema de producción

Sistema de producción es un concepto de amplio rango para administrar la manufactura, que está formado por un grupo de principios, procedimientos y técnicas congruentes, con los cuales se evalúa cada acción en términos de la meta general de la empresa. (Becerra Rodríguez, y otros, 2008 pág. 17)

2.2.1 Evolución del sistema de producción

La administración de operaciones existe desde que el hombre produce bienes o servicios para satisfacer necesidades, por ello la producción desempeña un papel importante en las empresas. Desde la revolución industrial, la cual permitió un aumento de la fabricación de diversos productos y la concentración de mano de obra en las fábricas, se extendió de Inglaterra a Estados Unidos y el mundo. Con el fin de mejorar los procesos productivos, se han diseñado diversas formas como la división del trabajo (consistió en la división de la elaboración de los productos en pequeñas tareas especializadas asignadas a los trabajadores a través de las líneas de producción) o la estandarización de partes intercambiables, desarrollado por Whitney, que establece la creación de componentes iguales para los productos logrando el intercambio de las partes.

La administración de operaciones propuesta por Taylor se adaptó al enfoque científico; esta escuela del pensamiento busca descubrir el mejor método para trabajar. La era de producción flexible es una alternativa que propone usar equipos de varios trabajadores calificados y provistos de herramientas, equipos automáticos flexibles para fabricar pequeños volúmenes de una gran variedad de productos en forma continua y que garantizan calidad y precios accesibles. (Caba, y otros, 2011 págs. 5-7)

Otras personas que aportaron al desarrollo del sistema de la producción fueron Frank B. Gilbreth que fundó la técnica del estudio de movimientos del cuerpo humano, Carl G. Barth quien ideó el primer cálculo para estimar matemáticamente la producción y Harrington Emerson fortaleció el término ingeniería de eficacia. (Jananía Abraham, 2008 págs. 3-6)

2.2.2 Funciones del sistema de producción

El Pronóstico- Estimación de Ventas: Predecir las ventas futuras del bien o servicio mediante herramientas cuantitativas como registros históricos o herramientas cualitativas como el estudio de mercados.

Desarrollo y diseño del producto: Se busca la creación de nuevos productos, mejoramiento de los ya existentes o aprovechamiento de los desperdicios; para lo cual se tiene en cuenta los siguientes aspectos:

- Mercado
- Calidad
- Ciclo de vida del producto
- Características técnicas
- Inversión básica y rendimientos del producto

Planeación de la producción: establece la cantidad de insumos necesarios para cumplir lo establecido en la fase de planeación estratégica (a mediano y largo plazo) y ser coherente con la misión y visión de la empresa. Este limita los niveles de capacidad productiva, instalaciones, fuerza de trabajo y materia prima.

Programación: se realiza en base a la planeación y es a corto tiempo; el cual puede ser en meses, días o incluso horas. Es más específico respecto a los requerimientos de materiales dado que responde a las preguntas qué, cuánto, cuándo, quién, dónde y cómo; para poder llevar a cabo la producción, además de controlar los inventarios y niveles de existencias.

Control: función que permite contrastar lo planeado con lo ejecutado y corregir las divergencias presentadas inmediatamente en las entradas. La verificación de las rutas de producción, la cantidad de materia prima y los tiempos de operación muestran si hay problemas con proveedores, equipos y recursos para aplicar el control correctivo, minimizando y eliminando problemas lo que vuelve al sistema más eficiente, evitando pérdidas.

2.3 Lean Manufacturing (Producción Esbelta)

Es una filosofía de trabajo que busca la mejora del sistema productivo identificando todo tipo de desperdicios como la sobreproducción, demoras, transportes, inventarios, etc.; buscando eliminar todo aquello que no agrega valor agregado al producto. Usa un conjunto de herramientas para las diferentes áreas de la empresa. El Lean Manufacturing

(Producción Esbelta) no es estático debido a que busca una mejora continua en los procesos. (Hernández Matías, y otros, 2013 pág. 10)

Lean Manufacturing está fuertemente vinculada con el mapeo de la cadena de valor; es decir está ligada a identificar todo aquello que proporciona un valor agregado al producto o servicio y mediante sus herramientas eliminar aquello que considera desperdicio. Se fundamenta en tres etapas repetitivas: evaluación, análisis y ajuste mismas que generan mejoras en el sistema productivo (Meyers, y otros, 2006 pág. 5)

La calidad, el bajo costo y la eficiencia son los pilares de Lean Manufacturing que sustentan el ciclo de mejora continua, esta filosofía da lugar a productos y servicios más competitivos en el mercado laboral. (Amaru, 2009 págs. 223,171,82)

El diseñar un sistema para producir, en función de los requerimientos de los clientes, con un coste mínimo y gran flexibilidad es la filosofía Lean Manufacturing (ESADE, 2004 pág. 58)

2.3.1 Tres Ms

Muda. – Son actividades que no dan valor agregado, pero consumen recursos. Estas actividades pueden ser necesarias dentro del proceso del negocio o pueden ser innecesarias, siendo necesario su eliminación.

Mura. – Desigualdad en la operación por un desequilibrio en la línea de producción, causando sobreproducción o retrasos.

Muri. – Sobrecargar de trabajo al sistema productivo ya sea desde las máquinas o trabajadores, obligándolos a trabajar sobre el límite. (MANUFACTURA ESBELTA (LEAN MANUFACTURING). PRINCIPALES HERRAMIENTAS, 2007)

2.3.2 Principios

- Minimización del despilfarro: eliminación de todas las actividades que no son de valor añadido, optimización del uso de los recursos.

- Calidad perfecta a la primera: búsqueda de cero defectos.
- Mejora continua: mejora de calidad continua.
- Flexibilidad: producir diferentes productos sin alterar negativamente la eficiencia del sistema de producción.
- Procesos pull: los productos son solicitados por el cliente y producidos al ritmo del takt-time.
- Sincronización de toda la producción con una sola fase del proceso (llamada pacemaker).
- Adopción de supermercados (con kanban) donde sea imposible obtener el flujo continuo.
- Proveedores: construcción y mantenimiento de una relación a largo plazo tomando acuerdos para compartir el riesgo, los costes y la información. (Campins Masrera, y otros, 2013 pág. 304)
- La empresa y su personal debe involucrarse en la filosofía Lean.
- Reducir ciclos de fabricación y niveles de inventario por medio de técnicas JIT.
- Estandarizar los procesos y equilibrar las líneas de producción. (Hernández Matías, y otros, 2013 pág. 20)

2.3.3 Desperdicio

Para identificar el desperdicio es fundamental conocer lo que es valor agregado. Por valor agregado se entiende todo aquello que transforma los insumos como materia prima en productos diferentes con un nivel mayor de valor, por el cual el cliente está dispuesto a pagar. Partiendo de este concepto el despilfarro vendría a ser todo aquello que no agrega valor y debe ser eliminado; sin confundir con aquellas actividades que no agregan valor al producto, pero son necesarias para llevar a cabo el proceso.

Para la eliminación del despilfarro se siguen los pasos dados por el Hoshin (brújula):

- Reconocer el desperdicio y el valor añadido dentro de nuestros procesos.
- Actuar para eliminar el desperdicio aplicando la técnica Lean más adecuada.
- Estandarizar el trabajo con mayor carga de valor añadido para, posteriormente, volver a iniciar el ciclo de mejora. (Hernández Matías, y otros, 2013 págs. 21, 22)

2.3.3.1 Exceso de almacenamiento

Este problema se encuentra en los grandes inventarios que se manejan para satisfacer las demandas, el cual se vuelve en el principal problema de despilfarro al ocultar varios problemas como: productos y materiales obsoletos, caducados, dañados, defectuosos, etc. Los cuales solo son dados de bajo al realizar el inventario físico; así también requieren de mantenimiento, gestión y otros servicios que consumen recursos, provocando un difícil cálculo de los costos que genera.

Se caracteriza por poseer grandes espacios de almacenamiento, grandes contenedores, poca rotación de inventario, costos de inventario elevado y diversos medios para la manipulación de carga. Todo lo mencionado puede ser causado por: la poca capacidad de producción, cuellos de botella no identificados, tiempos de preparación elevados, sobreproducción y reprocesos.

Para atacar los problemas descritos, la filosofía Lean recomienda nivelar la producción, distribución del producto en una sección específica, utilizar herramientas JIT, monitorear la producción y el cambio de mentalidad de la organización. (Hernández Matías, y otros, 2013 págs. 23, 24)

2.3.3.2 Sobreproducción

Este tipo de desperdicio se da por producir más de lo que se necesita, así como la sobrecapacidad de las máquinas. Esto ocasiona que parezca que todo va bien en el proceso productivo, pero en realidad se pierde tiempo y recursos en productos que no se necesitan. Además, la sobrecapacidad de la maquinaria incita a los trabajadores a producir más de lo necesario por mantener el flujo de la producción, ocasionando problemas de inventario.

La sobreproducción se caracteriza por la gran cantidad de inventario, equipos sobredimensionados, falta de equilibrio en la línea de producción, tamaño de los lotes grandes, problemas de calidad y la necesidad de espacio para almacenaje. Todo esto puede ser provocado por procesos poco fiables, falta de automatización, tiempos de

cambio y preparación elevados, la producción responde a previsiones y la falta de comunicación.

Para hacer frente a estos problemas se puede aplicar un flujo continuo de pieza a pieza mediante un sistema *pull* y la utilización de tarjetas Kanban, también se puede usar las herramientas SMED, equilibrar la línea y estandarizar el proceso. (Hernández Matías, y otros, 2013 pág. 24)

2.3.3.3 *Demoras*

Se pierde tiempo al permanecer los operarios o equipo paralizado, mientras otras secciones pueden estar saturadas. Se caracteriza por la espera que hace un operario o máquina hasta que termine otro operario o equipo, reprocesos por fallas, tiempo utilizado en actividades indirectas y paradas no planificadas. Todo esto puede ser provocado por un método de trabajo ineficiente, producción en grandes lotes, maquinaria inapropiada, falta de material en el momento justo y falta de coordinación entre operarios.

Para este despilfarro se puede aplicar herramientas como SMED, Jidoka, equilibrar la línea, estandarizar los procesos, capacitar al personal y mejorar el ingreso de inputs al proceso productivo. (Hernández Matías, y otros, 2013 pág. 25)

2.3.3.4 *Transporte y movimientos innecesarios*

Se refiere la manipulación innecesaria de los materiales o productos en proceso. Se puede apreciar el problema por los grandes contenedores difíciles de manipular, exceso de transportes, exceso de movimientos y los equipos de manutención circulan vacíos por la planta. Entre las principales causas se tiene: una distribución inadecuada, lotes de gran tamaño, procesos deficientes o poco flexibles, programas de producción no uniformes, tiempos de preparación elevados, baja eficiencia y reprocesos.

Las actividades que se pueden llevar a cabo son: layout basado en células de fabricación flexible, cambio gradual a la producción en flujo, trabajadores multifuncionales y una redistribución de la planta. (Hernández Matías, y otros, 2013 pág. 26)

2.3.3.5 Defectos, rechazos y reprocesos

Los errores durante la producción provocan desperdicio de recursos por trabajos que debieron realizarse bien desde la primera vez. Los procesos productivos deben ser a prueba de errores a más de manejar un control de calidad. Este tipo de despilfarro provoca pérdida de recursos, calidad cuestionable, flujo de proceso complejo y recursos humanos necesarios para inspección y reprocesos. Puede estar causado por un método de trabajo mal diseñado falta de capacitación de los operarios, proveedores o procesos incapaces y errores de los operarios.

Para este desperdicio se puede aplicar las siguientes herramientas: Jidoka, Poka-Yoke, Kanban, 5S, mejora del método de trabajo y de la distribución, máquinas fiables, mantenimiento preventivo, elementos de aviso y mejorando la calidad del puesto de trabajo. (Hernández Matías, y otros, 2013 págs. 26, 27)

2.4 Herramientas de diagnóstico

2.4.1 PEPSU

Herramienta usada para definir el inicio y fin del proceso facilitando la identificación de proveedores, entradas (materia prima), procesos (subprocesos), salidas (productos terminados) y usuarios (clientes) (Pulido Guitiérrez, 2010 pág. 200)

Para su construcción se deben seguir los siguientes pasos:

1. Delimitar el proceso y realizar un diagrama de flujo.
2. Identificar las salidas que genera el proceso.
3. Especificar los usuarios que se benefician de las salidas del proceso.
4. Establecer las entradas necesarias para el funcionamiento del proceso.
5. Identificar los proveedores. (Gutiérrez Pulido, y otros, 2013 pág. 159)

Tabla 1-2: Herramienta PEPSU

Proveedores	Entradas	Procesos	Salidas	Usuarios

Realizado por: Autores

2.4.2 Matriz de valor agregado

Herramienta que analiza cada actividad del proceso a partir de dos criterios

- Agrega o no valor al proceso
- Es o no necesaria en el proceso

Tabla 2-2: Matriz de valor agregado

Actividad		Necesaria	
		si	no
Agrega valor	si	Mejorar, maximizar	Optimiza, minimizar
	no	Transferir a otra área, crear la necesidad para vender al cliente	Eliminar

Realizado por: Autores

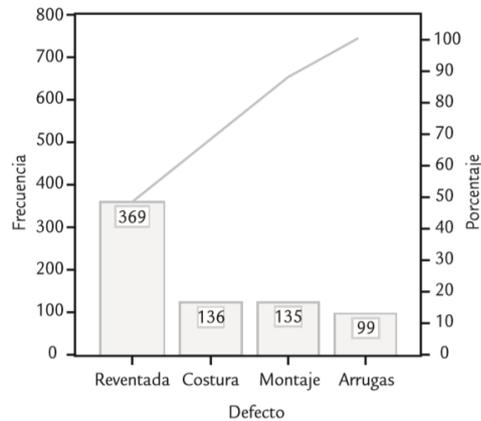
2.4.3 Diagrama de Pareto

Herramienta que separa lo vital de lo trivial, indica que el 20% de las variables causan el 80% de los defectos (resultados). Se representa mediante un gráfico de barras que ordena los datos recogidos de forma descendente, en el vertical izquierdo se grafica la escala de la frecuencia y en el eje vertical derecho se grafica la escala del porcentaje acumulado.

Pasos para la construcción del diagrama de Pareto:

1. Definir el problema a atender para diseñar el diagrama de Pareto a utilizar.
2. Se definen los datos o variables que se considerarán para la gráfica.
3. Definir la fuente y el periodo en que se tomaran los datos.

4. Se ordenan los datos de forma descendente de acuerdo a las frecuencias registradas.
5. Se realiza la gráfica e interpreta el contenido. (Gutiérrez Pulido, y otros, 2013 pág. 139)



Gráfica 1-2: Ejemplo de Diagrama de Pareto

Realizado por: (Gutiérrez Pulido, y otros, 2013 pág. 137)

2.4.4 Diagrama de Ishikawa (causa-efecto)

Herramienta que detecta las diferentes causas que generan el problema para jerarquizarlos y minimizar los principales. Los problemas se agrupan de acuerdo a las 5M (Mano de obra, maquinaria, método y procedimientos, materiales y medio ambiente).

Pasos para la construcción del diagrama de Ishikawa:

1. Especificar el problema a analizar, de preferencia uno importante ya definido por otra herramienta.
2. Seleccionar el método para realizar el diagrama.
3. Buscar todas las posibles causas sin importar la importancia o grado de influencia.
4. Verificar que se hayan tomado en cuenta todas las causas posibles.
5. Colocar las diferentes causas en el diagrama de Ishikawa para una mejor visualización.
6. En el grupo de trabajo se decide las causas más importantes.
7. Determinar un plan de acción para cada una de las causas a ser corregidas. (Gutiérrez Pulido, y otros, 2013 págs. 152, 153)

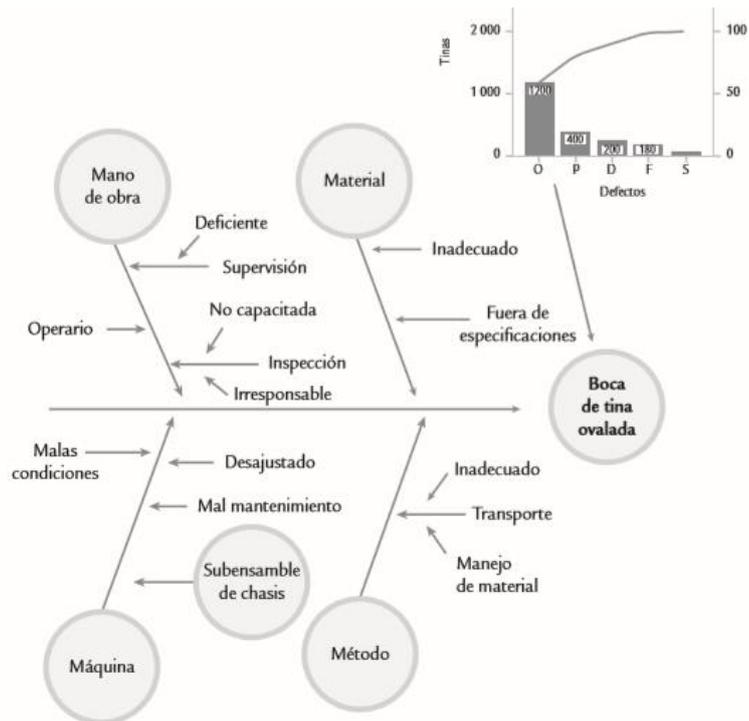


Figura 1-2: Ejemplo de Diagrama de Ishikawa

Realizado por: (Gutiérrez Pulido, y otros, 2013 pág. 148)

2.4.5 5W'S + H

Herramienta de análisis que apoya en la identificación de los factores y condiciones que generan problemas en los procesos de trabajo o actividades cotidianas. Sus siglas provienen de las preguntas en inglés: who (quién), what (qué), where (dónde), why (por qué) y how (cómo).

Tabla 3-2: Interrogantes para la mejora del método

Cuestión	Pregunta
PROPÓSITO	¿Qué se hace?
	¿Por qué se hace?
	¿Qué otra cosa podría hacerse?
	¿Qué debería hacerse?
LUGAR	¿Dónde se hace?
	¿Por qué se hace allí?
	¿En qué otro lugar podría hacerse?
	¿Dónde debería hacerse?
SUCESIÓN	¿Cuándo se hace?
	¿Por qué se hace entonces?
	¿Cuándo podría hacerse?
	¿Cuándo debería hacerse?
PERSONA	¿Quién lo hace?
	¿Por qué lo hace esa persona?
	¿Qué otra persona podría hacerlo?
	¿Quién debería hacerlo?
MEDIO	¿Cómo se hace?
	¿Por qué se hace de ese modo?
	¿De qué otro modo podría hacerse?
	¿Cómo debería hacerse?

Realizado por: (Velasco Sánchez, 2014 pág. 158)

2.5 Herramientas del Lean Manufacturing

La filosofía Lean Manufacturing posee diferentes herramientas con características propias que ayudan a la implementación de la filosofía en los procesos productivos de forma autónoma o conjunta. No existe una forma definida del ámbito de aplicación para dichas herramientas; estas se adaptarán a la situación, empresa o tipo de producción.

2.5.1 Mapa de cadena de valor (VSM)

Modelo gráfico enfocado a identificar el flujo del proceso, actividades que agregan o no valor, flujo de información, requisitos desde la orden de lanzamiento hasta la entrega del

producto o servicio terminado. Esta Herramienta da una visión global de toda la cadena de valor de una familia de productos; sin embargo, si existen grandes cantidades de desperdicio en células que no han sido especificadas en el VSM, entonces no se podrán distinguir y de ahí la importancia de aplicar otras herramientas para reducir el despilfarro.

Dentro del proceso de mejora del sistema de producción existen tres tipos de VSM en el estado presente, futuro e ideal. El VSM presente muestra la cadena de valor tal cual se encuentra en la actualidad y muestra posibles puntos de mejora de la cadena de valor. El VSM ideal es aquel que remueve todo el despilfarro existente en la cadena de valor, aumenta el valor agregado lo máximo posible y se consigue el mínimo lead time; sin embargo, no es posible conseguirlo a corto o mediano plazo debido a la gran cantidad de recursos que se necesitan para lograrlo, por lo que se considera como una meta a largo plazo este VSM. Por último, el VSM futuro muestra las mejoras realizables a la cadena de valor para reducir el despilfarro y mejorar el lead time; luego de ser implementado se vuelve al punto de partida para seguir mejorando. (Wilson, 2010 pág. 134)

Entre los objetivos que persigue el VSM se tienen:

- Ayudar a ver el flujo, más que a centrarse en cada proceso.
- Ver dónde está el *muda* y cuáles son sus causas.
- Establecer un lenguaje común para hablar de producción, a todos los niveles de la organización.
- Visualizar los efectos de las mejoras para implementar el flujo.
- Mostrar la unión entre el flujo de material y el flujo de la información. (Velasco Sánchez, 2014 pág. 434)

2.5.1.1 Simbología VSM

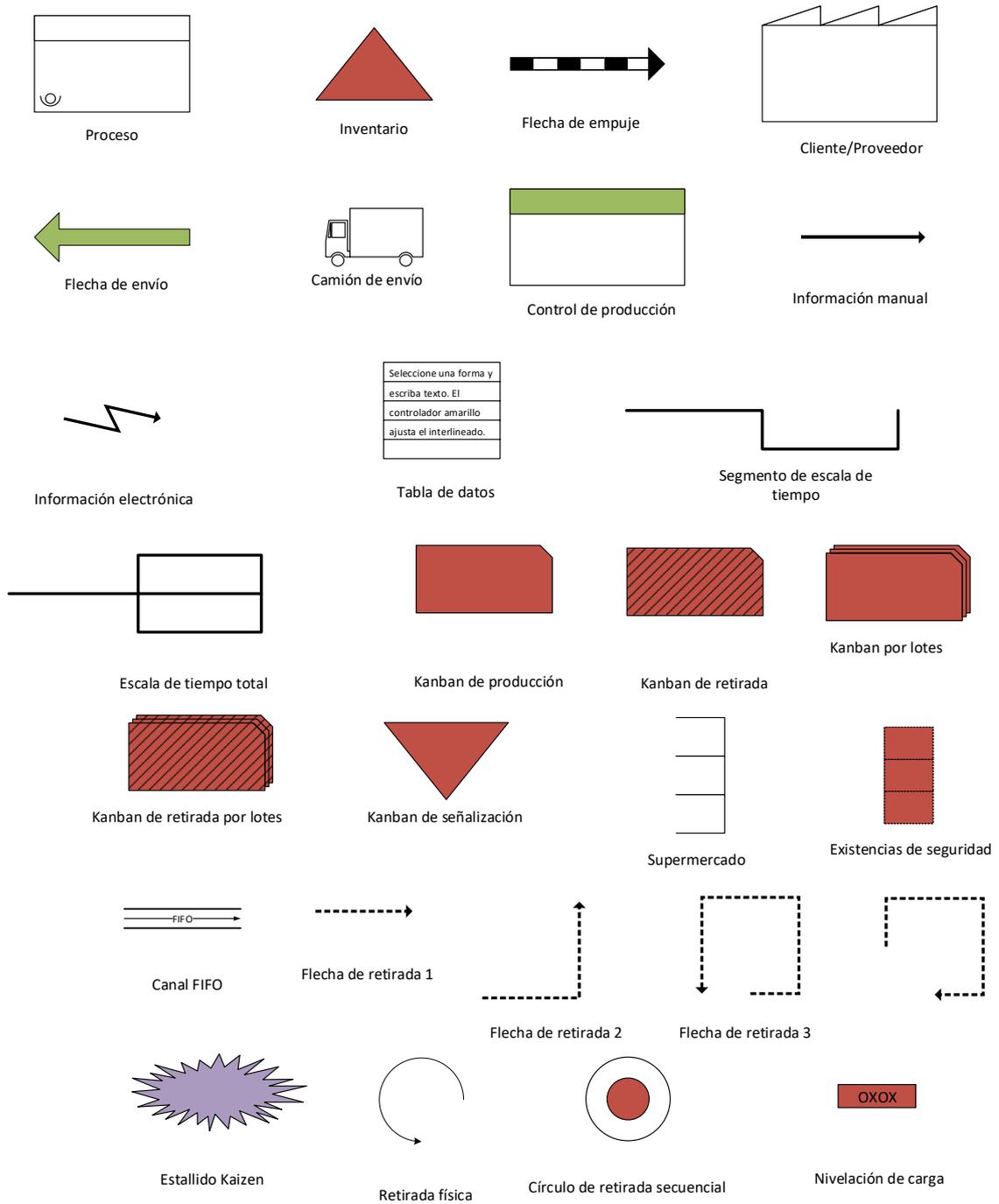


Figura 2-2: Simbología VSM

Realizado por: Autores

2.5.1.2 VSM actual

Para su elaboración es necesario conocer el proceso y graficar el mapa de la cadena de valor en el sitio mismo, sin fiarse de la información de la que se pueda disponer. El estado actual se elaborará de la siguiente forma:

1. Definir el volumen de ventas y representar gráficamente a los clientes.
2. Se representa cada fase con un bloque de proceso, al que se le adjunta una tabla de datos que contiene los tiempos: ciclo, set-up y uptime. Además, se contabiliza el inventario aguas arriba y aguas abajo y se lo ubica en el símbolo de inventario.
3. Todos los procesos son representados en un plano y se traza el flujo de los materiales, en cantidad y frecuencia, desde que llegan por el proveedor.
4. Dibujar el flujo de información teniendo en cuenta cómo se recopila la información desde el cliente y la planificación de la producción.
5. Dibujar las líneas de tiempo de proceso y lead time. (Velasco Sánchez, 2014 págs. 435-438)

2.5.1.3 Análisis del estado actual y trazado del VSM futuro.

Se analiza el VSM de acuerdo a los principios del Lean Manufacturing y se buscan los puntos de mejora de la siguiente manera:

1. Cálculo del *takt-time*: Tiempo de trabajo disponible al día/Demanda diaria del cliente.
2. Posibilidad de trabajar en un flujo continuo.
3. Necesidad de crear stock para el flujo.
4. Dibujar el VSM deseable aplicando las mejoras previstas y realizables. (Velasco Sánchez, 2014 págs. 439-441)

2.5.2 Herramienta 5 S

Autores como: (Pulido Guitiérrez, 2010 págs. 110,111,112) y (Velasco Sánchez, 2014 págs. 417-420) coinciden al exponer la herramienta 5S como una metodología de 5 fases o etapas desarrolladas en Japón con el objeto de lograr lugares de trabajo, espacios de oficina e inclusive actividades cotidianas mejor organizadas, más ordenados, más limpios logrando una mayor productividad y un ambiente laboral idóneo.

La designación 5S proviene de las iniciales en japonés que dan vida a esta herramienta:

Tabla 4-2: Denominación de las 5S

Español	Japonés	Concepto	Objetivo particular
Clasificación	Seiri	Separar innecesarios	Eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil
Orden	Seiton	Situar necesarios	Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz
Limpieza	Seiso	Suprimir suciedad	Mejorar el nivel de limpieza de los lugares
Estandarización	Seiketsu	Señalar anomalías	Prevenir la aparición de la suciedad y el desorden
Mantener la disciplina	Shitsuke	Seguir mejorando	Fomentar los esfuerzos en este sentido

Realizado por: (Velasco Sánchez, 2014 pág. 418)

2.5.2.1 Seiri-Seleccionar

Es la primera etapa en la metodología 5 S enfocada a identificar aquellos elementos necesarios e indispensables de aquellos innecesarios para su posterior eliminación con el objetivo de lograr espacios libres de piezas, documentos, muebles, herramientas innecesarias, desechos, etc. Existen recomendaciones para tomar buenas decisiones en esta etapa de incertidumbre de que es aquello que debo eliminar o desechar.

- Lo usé o necesité en el último año y guardar equipos o documentos de valor.
- Lo usé o necesité en menos de un mes se archiva o embodega.
- Lo usé o necesité en menos de una semana se coloca en un armario o zona de almacenamiento.
- Lo usé o necesité en menos de un día se deja en el puesto o área de trabajo.
- Lo usé o necesité en menos de una hora lo llevara consigo el operario.

La aplicación de esta etapa se ve reflejada en la liberación de espacios, la reutilización de las cosas, y el desecho de objetos, esta etapa adecúa las condiciones para la etapa siguiente Seiton.

2.5.2.2 Seiton-Ordenar

La segunda etapa consiste en ordenar y organizar los materiales de manera que sea fácil encontrarlos, utilizarlos y reponerlos es decir “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”. Seiton puede usar métodos de gestión visual, como buena apariencia e imagen, con fácil uso y acceso identificando los elementos y lugares del trabajo con el fin de evitar pérdidas de tiempo y energía. Algunas recomendaciones:

- Delimitar claramente las áreas de trabajo y estandarizarlas.
- Clara colocación de objetos mediante tablas con siluetas, estanterías o gabinetes como un lugar para desechos.
- Lo que se usa con frecuencia debe estar más cerca, lo más pesado abajo lo liviano arriba, etc.
- Establecer reglas de ordenamiento “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”.

2.5.2.3 Seiso-Limpiar

Efectuado las etapas previas es mucho más fácil identificar, minimizar y eliminar las fuentes de suciedad con el fin de hacer más seguras las áreas de trabajo y que estén en perfecto estado operativo atacando los problemas de raíz evitando la incurrencia. El mantener espacios limpios genera beneficios en el área de trabajo y ayuda a identificar fallos como olores inusuales o fuga de fluidos. Algunas recomendaciones:

- Para identificar las causas usar herramientas básicas como diagramas de Ishikawa y Pareto entre otros.
- Dejar todo en condiciones.
- Eliminar la raíz del problema.

- Integrar la limpieza en el trabajo diario.

2.5.2.4 *Seiketsu-Estandarizar*

También conocida como limpieza estandarizada pretende mantener el estado de limpieza y orden cada día mediante las primeras tres S. Algunas recomendaciones:

- Favorecer la gestión visual mediante fotografías que muestren las condiciones óptimas de trabajo.
- Estandarizar el método de trabajo especificando que debe hacer cada empleado.
- Socializar y sensibilizar al personal sobre las 5S y hacer una práctica diaria.

2.5.2.5 *Shitsuke-Autodisciplinarse*

Finalmente, esta etapa pretende evitar el incumplimiento de los procedimientos ya implementados y poder aprovechar de los beneficios que brinda las 5S, está fuertemente ligado a la mejora continua y el ciclo PHVA ya que si esta etapa no se aplica con rigurosidad no se obtendrá la eficiencia esperada. Algunas recomendaciones:

- Establecer un control riguroso del sistema mediante el control periódico, visitas sorpresas.
- Incentivar el autocontrol de los empleados, que sean sus propios medios de control.
- Mejorar la calidad de vida laboral.

2.5.3 *Just in Time (JIT)*

De acuerdo a los autores (Johnson, y otros, 2012 págs. 189-190) y (Heizer, y otros, 2008 págs. 251,256), concuerdan en que JIT es una filosofía de actuar continuo que respalda Lean Manufacturing, JIT “tira o arrastra” los componentes, produce lo necesario, suministra el sistema de producción haciendo que lleguen donde y cuando se necesiten,

esta característica minimiza de forma considerable el nivel de inventario en el proceso de producción.

Objetivos de la JIT:

1. Supresión de las actividades innecesarias.
2. Supresión del inventario en la planta de producción.
3. Supresión del inventario en tránsito.
4. Eliminación de proveedores poco eficientes.

JIT se acopla con la calidad en tres aspectos:

- Reduce el coste da la calidad: al existir menor stock o existencias hay menor rechazo, trabajo rehecho, inventario y coste por daño; debido a que altos stocks ocultan la mala calidad.
- Mejorar la calidad: JIT maneja un criterio de aviso inmediato que informa de los problemas de calidad dentro y fuera de la empresa (proveedores), minimiza los tiempos de fabricación, entrega y continuas pruebas de errores que reducen las posibles fuentes de errores.
- Es mejor, más fácil de utilizar y reduce inventarios: al tener una alta calidad JIT nos permite reducir costos que van ligados al inventario, evitando almacenar existencias stock debido a la incertidumbre del rechazo de productos.

(Heizer, y otros, 2007 págs. 256,257)

2.5.3.1 *Cálculo del ciclo de cliente (Takt Time)*

Takt time es el Tiempo de ciclo máximo que estará disponible el producto o servicio en cada estación de trabajo, para efectuar las actividades o elementos que lo conforman.

$$takt\ time = \frac{tiempo\ disponible}{demanda\ del\ cliente} \text{ (mismo periodo de tiempo)}$$

Ecuación 1-2: Takt time

2.5.3.2 Flujo continuo pieza a pieza

Se obtiene un flujo continuo y la eliminación de inventario en la línea de procesos, si no es posible se realiza en pequeños lotes. Existen dos casos

El primer caso; cuya fabricación maneja puestos de trabajo con ciclos productivos demasiado lentos para los niveles productivos, es necesario aumentar el número de horas trabajo incluso producir un mínimo de stock que se consume durante el proceso.

El segundo caso cuando existe puestos que necesitan preparación muy largos, preparar un inventario intermedio evitara el paro del proceso. Aplicando el SMED se obtendrá la preparación de máquinas en cortos tiempos. (Velasco Sánchez, 2014 págs. 421,422)

LAYOUT JIT: mueve los materiales directamente a donde los necesita, reduciendo distancias, ahorrando espacios y eliminando áreas que puedan generar inventario no necesario. Algunas recomendaciones

- Construir células de trabajo para familias de productos.
- Incluir un gran número de operaciones en un área pequeña.
- Minimizar las distancias.
- Diseñar poco espacio para el inventario.
- Mejorar la comunicación entre los empleados.
- Utilizar dispositivos poka-yoke.
- Construir equipos flexibles o móviles.
- Formar a los empleados en el desempeño de varias funciones para aumentar la flexibilidad. (Heizer, y otros, 2008 págs. 256,257)

Reducción de distancias y flexibilidad: la utilización de células de trabajo a menudo en forma de U. Se identifica componentes con características similares de forma que se puedan agrupar por familias, que constituyen las células de trabajo y su resultado es el conjunto de productos similares “familia de productos”. Las células producen productos de forma unitaria idealmente solo después de que un cliente las ha pedido (JIT).

La adaptación rápida a cambios de volumen, mejoras de productos o nuevos diseños se toman en consideración en el diseño de las células de trabajo; haciendo el equipamiento modular que facilite los cambios como resultado de las mejoras de procesos y productos

y que sigue la filosofía de mejora continua. (Heizer, y otros, 2008 pág. 257) y (Velasco Sánchez, 2014 págs. 150,151)

2.5.3.3 Sistema Pull

El sistema Pull o arrastre busca una producción armónica y continua, donde los elementos necesarios deben encontrarse en el momento oportuno en lugar que se los necesita y en la cantidad precisa. En comparación a otras producciones que utilizan programas para cada área; en el sistema pull la cadena de montaje da la información de las necesidades de producción a los procesos anteriores, lo que permite solo programar para la última etapa del proceso.

Este sistema requiere equilibrar la línea de producción y sincronizar las diferentes actividades para generar el menor stock en proceso y reducir el lead-time. Por consiguiente, es necesario conocer el proceso, su capacidad, tiempo que tarda cada una de sus actividades y el takt time.

Para equilibrar la línea, cada actividad debe producir la cantidad demandada por el cliente y el proceso que no pueda cumplir con la capacidad requerida, deberá ser mejorado por medio de diversas técnicas para que cumpla con la demanda; logrando que las diferentes etapas del proceso se realicen en tiempos similares.

Una vez equilibrada la línea, se prosigue con la sincronización y para ello se analiza la cantidad de producto en proceso y su equivalente en tiempo. Las actividades con la mayor cantidad de producto en proceso deberán ser mejoradas para reducir su tiempo; esto puede realizarse mejorando el método de trabajo e incluso disminuyendo los tiempos de preparación por medio de técnicas SMED. Finalmente se debe calcular el lead time y buscar posibles mejoras para reducir el tiempo de elaboración de los productos.

2.5.3.4 Kanban

El planificar y controlar el inventario ayuda a decidir la cantidad y el tiempo que se debe obtener lo necesario según la lógica de producción JIT, es decir “adquirir cuanto necesite y cuando necesite”, esta administración es esencial para potenciar la cadena de valor. (Johnson, y otros, 2012 pág. 171), (Krajewski, y otros, 2008 pág. 462) y (Wilson, 2010 pág. 42)

JIT es la filosofía que maneja un ambiente de trabajo de alta calidad, con actitud enfocada a hacer estrictamente lo necesario logrando orden y disciplina eliminando la variabilidad, es decir sistemas que jalan o arrastran la materia a lo largo del sistema. El uso del sistema Kanban controla bien este aspecto. (Johnson, y otros, 2012 págs. 191-193)

Kanban es un sistema de control visible basado en tarjetas con el fin de regular el flujo de la producción en el cual se informa de la cantidad a producir o necesidades dentro de la empresa e incluso con proveedores. El significado de Kanban viene del japonés que se traduce como “tarjeta” o “registro visible”. (Johnson, y otros, 2012 pág. 191), (Krajewski, y otros, 2008 pág. 356).

2.5.3.5 Tipos de Kanban

Autores como: (Campins Masriera, y otros, 2013 pág. 267) y (Johnson, y otros, 2012 pág. 191) coinciden en dos tipos de Kanban: Kanban de transporte y Kanban de producción.

Tabla 5-2: Reglas del Kanban

No	Regla	Función
1	El proceso posterior va al proceso anterior y recoge la cantidad de elementos indicados por el Kanban	Crea extracción, proporciona información de recogida o transporte. El concepto de reposición se forma aquí
2	Los procesos anteriores producen elementos en una cantidad y secuencia indicadas por el Kanban	Proporciona información de producción y evita la sobreproducción
3	No se hacen o transportan artículos sin Kanban	Evita la sobreproducción y el transporte excesivo
4	Siempre adjunte un Kanban a la mercancía	Sirve como una orden de trabajo

5	Los productos defectuosos no se envían al proceso posterior	Evita que las piezas defectuosas avancen; identifica un proceso defectuoso
6	Reducir el número de Kanban aumenta su sensibilidad	La reducción de inventario reduce el desperdicio y hace que el sistema sea más sensible

Realizado por: (Wilson, 2010 pág. 49)

Otras recomendaciones son:

- Los trabajadores pueden hacer el mantenimiento, la limpieza o trabajar en proyectos de mejora hasta que llegue el Kanban de producción en lugar de elaborar las partes que todavía no se solicitan. De manera similar, el Kanban controla el transporte de las partes entre departamentos.
- Sólo se pueden usar contenedores estándares, y siempre se llenan con la pequeña cantidad prescrita.
- Existe un Kanban de transporte y un Kanban de producción por contenedor. (Johnson, y otros, 2012)

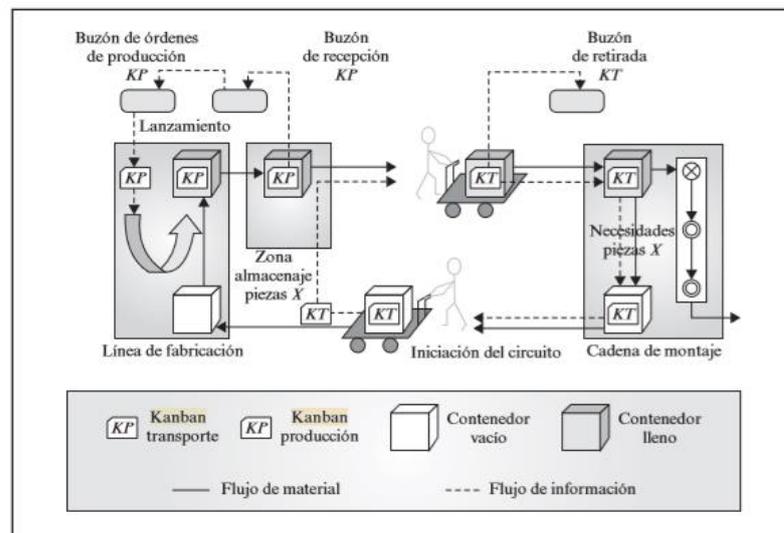


Figura 3-2: Funcionamiento de la cadena de montaje mediante el Kanban

Realizado por: (Campins Masriera, y otros, 2013 pág. 269)

2.5.3.6 Cálculo Kanban

Para lograr tener las existencias disponibles para las recolecciones normales del cliente, es necesario llevar existencias de ciclo. Además, para proporcionar el suministro al cliente, llevar acciones para manejar las variaciones de la demanda externa y las variaciones de suministro interno de productos terminados. Es necesario un buffer y un volumen de stock de seguridad, respectivamente. La filosofía de gestión de inventario incluirá transportar tres tipos de inventarios de productos terminados y cada uno se calculará estadísticamente para minimizar el volumen total manteniendo un alto nivel de servicio al cliente (en este caso, el nivel de servicio al cliente será 99% a tiempo).

El número total de productos terminados Kanban es la suma de estos tres volúmenes de existencias, dividido por el tamaño del contenedor. (Wilson, 2010 págs. 49,50)

$$N^{\circ} \text{ de Kanban} = \frac{\text{Tiempo de reabastecimiento} \times \text{Tasa de producción} (1 + \text{Alfa})}{\text{Tamaño del contenedor}}$$

Ecuación 2-2: N° de Kanban

2.5.3.7 Circulación de Kanban

Debido a las reglas del Kanban y a la filosofía Lean todo empieza desde el cliente con ello el Kanban es recogido y colocado en una publicación Kanban cuanto existe el pedido del cliente, seguido generalmente de un manipulador de materiales y llevado a la planificación para mantenerse informados, a continuación, van a la línea de producción de acuerdo con la información Kanban y son colocados en contenedores (heijunka-herramienta para la nivelación de carga), el siguiente paso lo realizan los trabajadores mismos que retiran el Kanban de la caja de orden secuencial y producen el producto en la cantidad indicada es decir se maneja como una orden de producción que supera incluso al MRP para activar la producción. El operario colocará el Kanban juntamente con los productos ubicándolos en el lugar designado listos para ser recogidos, el manejador de materiales los recogerá y se dirigirá a entregar los productos exactamente donde dice el Kanban con el que generalmente se cumple el ciclo Kanban. Los Kanban se han movido una distancia y han consumido el tiempo al:

1. Transporte y tiempo de planificación.
2. Tiempo de transporte y tiempo de espera en la cola, la caja de heijunka.
3. Tiempo de permanencia en la línea de producción.
4. Tiempo utilizado para entregar los productos terminados.

Algunas recomendaciones en los procesos del sistema Kanban:

- Reducir cualquiera de los cuatro tiempos de reposición o reducir el volumen de captación por parte del cliente, esto generalmente se logra al aumentar la frecuencia de captación. Las reducciones en cualquiera de estos artículos reducirán el inventario de inventario de ciclo.
- Reducir la variación en la tasa de producción, lo que permite reducciones de stock de seguridad.
- Reducir la variación en la demanda del cliente, lo que permite reducciones en la reserva de almacenamiento intermedio.

Almacén: <u>5E215</u> Código Artículo: <u>A2-15</u>		Proceso anterior:						
Artículo nº: <u>35670507</u>		<u>FORJA</u>						
Nombre: <u>PISTÓN DE TRANSMISIÓN</u>		<u>B-2</u>						
Tipo de coche: <u>SX50BC</u>		Proceso siguiente:						
<table border="1"> <tr> <td>Capac. Caja</td> <td>Tipo Caja</td> <td>Salida nº</td> </tr> <tr> <td><u>30</u></td> <td><u>B</u></td> <td><u>4/8</u></td> </tr> </table>		Capac. Caja	Tipo Caja	Salida nº	<u>30</u>	<u>B</u>	<u>4/8</u>	<u>MECANIZAL</u>
Capac. Caja	Tipo Caja	Salida nº						
<u>30</u>	<u>B</u>	<u>4/8</u>						
		<u>M-6</u>						

Figura 4-2: Kanban de transporte

Realizado por: (Campins Masriera, y otros, 2013 pág. 266)

Almacén: <u>F26-18</u> Código Artículo: <u>A5-34</u>		Proceso:
Artículo nº: <u>56790-321</u>		<u>MECANIZAL</u>
Nombre: <u>EJE DE CIGUEÑAL</u>		<u>S13-8</u>
Tipo de coche: <u>SX50BC-150</u>		

Figura 5-2: Kanban de Producción

Realizado por: (Campins Masriera, y otros, 2013 pág. 267)

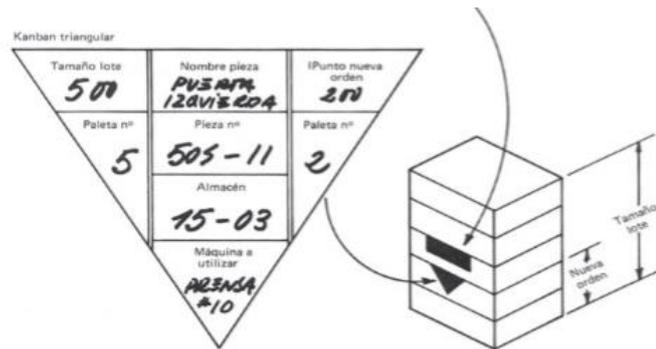


Figura 6-2: Kanban de señales

Realizado por: (Campins Masriera, y otros, 2013 pág. 268)

2.5.4 SMED

Las técnicas SMED, también conocidas como *preparación de un dígito*, fueron diseñadas por Shigeo Shingo, consultor de Toyota. Consiste en la reducción de los tiempos de preparación de las máquinas a minutos de un solo dígito, es decir hasta 9 minutos con 59 segundos, actualmente existen empresas donde este tiempo se ha logrado reducir a menos de un minuto, siendo una preparación instantánea.

Entre las ventajas de aplicar las herramientas SMED se tiene la disminución del tiempo de fabricación, disminución del tamaño de lote, disminución de los inventarios de productos terminados y en proceso. Además, se puede disminuir los plazos de entrega del producto y adaptar la producción a la demanda. (Velasco Sánchez, 2014 pág. 213)

2.5.4.1 Eliminar lo innecesario

Se busca reducir o eliminar los tiempos de preparación de las máquinas y se puede lograr por medio de tres fases:

Eliminar tiempos de búsqueda: se busca eliminar los desperdicios por la búsqueda de elementos. Se analizan las operaciones con el fin de encontrar búsquedas como:

- Búsqueda, ordenación y traslado de los medios para el cambio de útiles.
- Esperas relacionadas con materiales.

- Búsqueda de pernos, tuercas y arandelas que se precisan para fijar troqueles.
- Búsqueda de carros y esperas de grúa disponible.
- Búsqueda de troqueles.
- Búsqueda de conductos y pernos. (Velasco Sánchez, 2014 pág. 215)

Se deben eliminar este tipo de actividades y de no ser posible se deberán realizar durante el tiempo de funcionamiento de la máquina.

Eliminar los procesos de ajuste: este tipo de actividades constituyen del 50 % al 70% del tiempo utilizado en la preparación. Se puede solucionar el problema mediante dos medios: estandarizando el útil o estandarizando la preparación de la máquina.

La estandarización del útil consiste en estandarizar la herramienta o la sujeción de las mismas en la máquina, evitando acoplar elementos auxiliares para la correcta sujeción y funcionamiento de las herramientas en la máquina.

La estandarización de la preparación de la máquina busca mejorar el método de preparación con el fin de reducir el tiempo que conlleva la actividad. Por ejemplo, esto se puede lograr automatizando actividades que se realizan manualmente.

Eliminar la fase de preparación: se trata de simplificar la preparación lo máximo posible y para ello se puede sustituir varias herramientas por una universal que sirva para varios productos o realizar varios productos a la vez en la máquina.

2.5.4.2 Orden de ejecución

Se trata de alcanzar que se realice la menor cantidad de actividades mientras la máquina está parada y que las actividades que se desarrollan se dividan entre los trabajadores para ocupar el mínimo tiempo de preparación.

Para minimizar las acciones con la máquina parada se deben identificar las acciones de preparación que necesariamente se deban realizar con la máquina parada y aquellas acciones que se puedan realizar con la máquina en marcha. Cuando la máquina está trabajando se puede preparar los accesorios y herramientas necesarias para la preparación y retirar aquellas cosas que no se necesitan. Mientras la máquina está parada se realiza la extracción y colocación de las herramientas para la siguiente actividad,

En caso de máquinas grandes o con gran cantidad de actividades de preparación se puede realizar dichas actividades en paralelo con el empleo de varios trabajadores que se dividan las tareas, logrando la máquina estar lista en poco tiempo. El tiempo de preparación no disminuirá, pero se logrará más horas productivas de la máquina.

2.5.4.3 Lugar de almacenamiento y cuestión personal

Debe existir un lugar de almacenamiento adecuado para las herramientas de la máquina y aquellos elementos necesarios para la preparación de la máquina. Todos los elementos mencionados deberán estar adecuadamente ordenados de modo que se facilite su ubicación y traslado.

También es importante que el personal esté capacitado y que se pueda desempeñar en varias funciones. Se puede aprovechar los tiempos en que el personal no tenga nada que hacer, por cuestiones organizativas, para su capacitación.

2.5.4.4 Simplificación

La simplificación se logra al disminuir el tiempo que toma la realización de las actividades de preparación con la máquina parada. Existen dos formas de realizar la simplificación:

Medios suplementarios: como ejemplo se pueden usar mesas giratorias que facilitan el cambio del elemento de la máquina, y un anclaje escalonado para ayudar a la fijación.

Sistemas de sujeción rápido: entre los que existen se cita los siguientes: sistema de biela para sujetar a la mesa, arandelas en forma de U para agilizar el desmontaje, orificios piriformes que permiten el desmontaje con solo aflojar un poco las tuercas, tornillo y tuerca con rebajes para sujetar la tuerca al final con un giro, fijación con sistemas hidráulicos o neumáticos. (Velasco Sánchez, 2014 págs. 224-227)

Todas las actividades de preparación de máquinas, herramientas y materiales deben hacerse en su mayor parte mientras las máquinas están en marcha y el método debe estar estandarizado, a más de capacitar a los trabajadores para que puedan dominarlo.

2.5.5 Poka Yoke

En lo referente al control de calidad muchas veces se lo realiza solo para la detección de defectos, cuando lo ideal sería realizar el monitoreo y control de calidad en las causas para determinar cómo cuándo y dónde se producen, a fin de atacar directamente las causas que producen el defecto en vez de solo reaccionar al defecto. La mayoría de los defectos son provocados por el trabajador que tiene olvidos, fatiga, presión, entre otros factores que desembocan en este tipo de problemas.

La palabra Poka-Yoke proviene de dos términos japoneses: poka (error inadvertido), yoke (prevenir). Esta herramienta busca sistemas que permitan evitar o anticipar los problemas atacando directamente en las causas. La inspección se realiza en las causas y cuando no existen las condiciones de calidad necesarias, el sistema no continúa o se emite una señal de alerta. Existen dos tipos de dispositivos para esta herramienta: dispositivo preventivo que evita errores y el dispositivo detector que avisa de la posibilidad de un error.

De manera adicional, se debe buscar que los sistemas poka-yoke tengan las siguientes características:

- Simples y baratos. Si son muy complicados y costosos, su uso difícilmente será efectivo tanto para resolver el problema como desde el punto de vista del costo.
- Deben ser parte del proceso cuando son enfocados a la inspección al 100% en la fuente del error.
- Están cerca de donde el error ocurre, también proporcionan una retroalimentación prácticamente inmediata a los operarios de forma que los errores puedan ser evitados o por lo menos corregidos. (Gutiérrez Pulido, y otros, 2013 págs. 164, 165)

2.5.6 *Kaizen*

De acuerdo a (Imai, 1992 pág. 23) el Kaizen se define como: “un mejoramiento continuo que involucra a todos —gerentes y trabajadores por igual.” Haciendo una comparación entre las empresas europeas y japonesas durante la primera mitad del siglo XX, se puede notar que las empresas japonesas cambiaban mientras que las europeas se mantenían; esto se debe a que en Japón se aplica la filosofía Kaizen y es casi obvia para ellos. Esta filosofía consiste en el mejoramiento continuo de toda la empresa y principalmente en lo referente a calidad; donde los cambios pueden ser graduales o abruptos.

2.5.6.1 *Valores de Kaizen*

El Kaizen se fundamenta en las siguientes prácticas:

- Orientación al cliente
- CTC (Control Total de la Calidad)
- Robótica
- Círculos de Control de Calidad
- Sistema de sugerencias
- Automatización
- Disciplina en el lugar de trabajo
- MPT (mantenimiento total productivo)
- Kanban
- Mejoramiento de la calidad
- Justo a tiempo
- Cero defectos
- Actividades en grupos pequeños
- Relaciones cooperativas trabajadores-administración
- Mejoramiento de la productividad
- Desarrollo del nuevo producto (Imai, 1992 pág. 40)

2.5.6.2 *Kaizen y control total de la calidad*

El Kaizen es mejora continua y este proceso se ve reflejado en la calidad total. Se puede confundir que la calidad solo está en el producto, pero la realidad es que se debe disponer de mano de obra de calidad. Es decir que el personal debidamente calificado e involucrado en la filosofía Kaizen, puede mejorar la calidad del producto e identificar las causas de los defectos por medio del uso de las herramientas.

El control de calidad debe ser realizado a nivel de toda la empresa, mejorando los procesos administrativos y de comunicación con el personal, buscando mejorar los procesos y estandarizándolos para evitar los defectos; teniendo como meta la satisfacción de las necesidades del cliente, reduciendo costos, reduciendo precios y manteniendo un cliente fiel. Este proceso es un soporte para la empresa cuando debe afrontar cambios tanto externos como internos.

2.5.6.3 *Filosofía Kaizen en la compañía*

El cliente es el juez de calidad

Kaizen busca la satisfacción del cliente la cual está medida en términos de calidad, costo o programación. (Imai, 1992 pág. 255)

Relación con proveedores

La calidad del producto o servicio corriente abajo se asegura mejor manteniendo una calidad corriente arriba es decir la relación es dentro de la planta y con sus proveedores. Una prioridad en Kaizen es la relación con los proveedores tomando en cuenta algunos criterios como:

- Establecer mejores criterios para medir los niveles óptimos del inventario.
- Desarrollar fuentes adicionales de abastecimiento que puedan asegurar una entrega más rápida.
- Mejorar la forma en que son colocados los pedidos.
- Mejorar la calidad de la información proporcionada a los proveedores.

- Establecer mejores sistemas de distribución física.
- Entender mejor las necesidades internas de los proveedores.

Criterios para comprobar la fuerza relativa de los proveedores:

- | | |
|---------------|------------------------------|
| • Precio | • Tecnología |
| • Cooperación | • Competencia administrativa |
| • Calidad | • Seguridad |
| • Entrega | • Control ambiental |

Kaizen ayuda a los proveedores para iniciar programas de control de calidad total por medio de sugerencias, mantener la calidad del producto, cantidad y programas de entrega.

Una parte del sistema Justo a Tiempo es el proveedor ya que exige no solo calidad sino también la precisión en la entrega. Kaoru Ishikawa menciona que hay tres etapas en las relaciones proveedor fabricante.

1. El fabricante revisa todo el lote llevado por el proveedor.
2. El fabricante sólo revisa por muestreo.
3. El fabricante acepta todo sin revisar la calidad.

Los principios del control total de la calidad proporcionan el marco estructural necesario para ayudar tanto a los empleados y a la administración a comunicarse y decidir cómo mejorar la calidad y la productividad del trabajo. En consecuencia, las estrategias a largo plazo deben traducirse en planes a corto plazo que sean claros y prácticos.

La meta del control total de la calidad como estrategia de la compañía de manera inevitable comprende áreas tales como los mejoramientos de la comunicación y de las relaciones entre los trabajadores y la administración, así como también la revitalización de las estructuras organizacionales. la administración debe aplicar siempre el concepto de KAIZEN a sus relaciones industriales si desea aplicar el concepto de KAIZEN a las actividades de la compañía en general. (Imai, 1999 págs. 260-264)

2.5.6.4 *Herramientas Kaizen.*

Kaizen utiliza herramientas para la evaluación de la situación actual de la empresa como:

- Lista de comprobación de las 3-M de las actividades de Kaizen.
- El movimiento de cinco pasos Kaizen (5 S).
- Las Seis preguntas (5W´s+H).
- Lista de comprobación de las 4M.
- Herramientas Kaizen para la Solución de problemas. (Imai, 1992 págs. 281-295)

CAPÍTULO III

3 ASPECTOS GENERALES DE LA UNIDAD DE OBSERVACIÓN

3.1 Aspectos generales de la empresa

3.1.1 Reseña Histórica

La empresa OMEGA MAQUINARIAS Y EQUIPOS inicia su actividad en el año 2002 como un pequeño taller informal misma que prestaba servicios y se dedicaba especialmente a la fabricación de equipos en acero inoxidable. La iniciativa de emprendimiento por parte del Ing. Fausto Condo, actual gerente propietario, estableciéndose de manera formal el 23 de diciembre de 2009 como una empresa orgullosamente riobambeña dedicada a la fabricación de equipos y maquinarias en acero inoxidable, mantenimiento y montaje de industrias como el corte y plegado de planchas de hasta 6mm.

3.1.2 Base legal

Rama: Mecánica General

Razón Social: OMEGA MAQUINARIA Y EQUIPOS

RUC: 0602908691001



Figura 1-3: Logotipo de la empresa OMEGA
MAQUINARIA Y EQUIPOS

Realizado por: (EQUIPOS)

3.1.3 Ubicación y contactos de la empresa

Av. Leopoldo Freire Km 1 1/2 Vía a Chambo detrás de Servientrega sector Jefatura de Tránsito.

Barrio La Inmaculada

Teléfono: (03) 2622 246

Cel. 0998014386

Correo electrónico: omegamaquinarias@yahoo.es

Página web: www.omegamaquinarias.webs.com



Figura 2-3: OMEGA

Realizado por: (EQUIPOS)

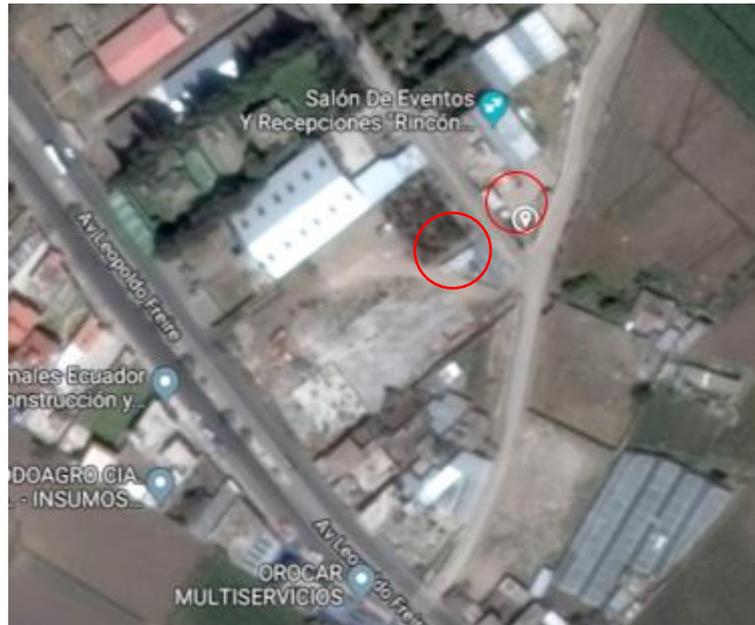


Figura 3-3: Ubicación empresa OMEGA

Realizado por: Google maps

3.1.4 Resumen general de productos y servicios de la empresa

FÁBRICA DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS PARA

- Panaderías
- Restaurantes
- Lácteos
- Frigoríficos
- Procesadoras de Cárnicos
- Self Service

EN ACERO INOXIDABLE.

PRODUCTOS:

- Amasadora
- Coches para Almacenamiento de Lácteos
- Deshidratador de Cereales
- Lavadero Industrial
- Marmita para majar y mermeladas

- Pasamanos de Acero Inoxidable
- Mesa de Trabajo
- Mesa Dispensadora de Salsas
- Peladora de Cuyes, Pollos
- Silo de Almacenamiento de Leche con Man Hole lateral
- Tanque de Enfriamiento de Leche
- Tanque para Transporte de Leche
- Tostador de Cereales
- Ollas Pasteurizadoras de Leche
- Marmitas para Elaboración de Yogurt
- Cocinas y Hornos Industriales
- Peladoras de Papa

Mantenimiento y montaje de industrias

También ofrece servicio de corte y plegado de plancha hasta 6mm.

3.1.4.1 Galería de productos



Figura 4-3: Muestras de productos de OMEGA

Realizado por: (EQUIPOS)



Figura 5-3: Muestras de productos de OMEGA

Realizado por: (EQUIPOS)

3.1.5 Organigrama Estructural

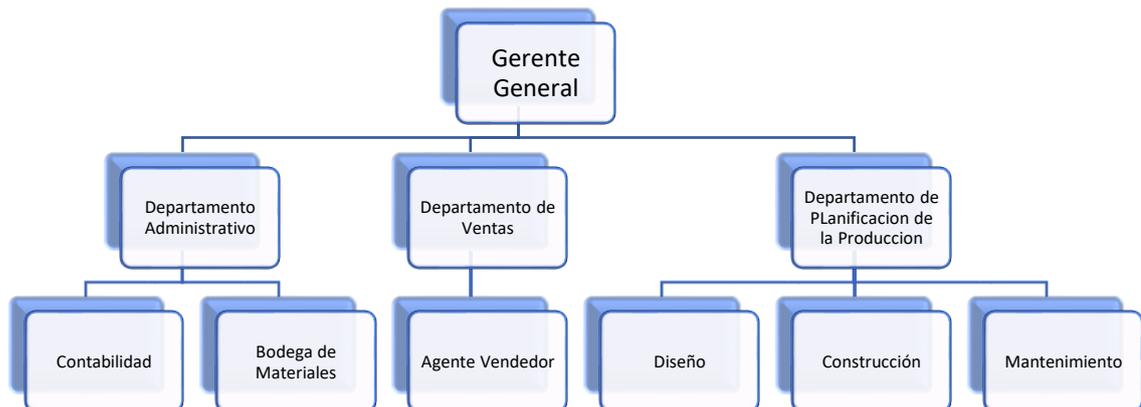


Figura 6-3: Organigrama Estructural OMEGA MAQUINAS Y EQUIPOS

Realizado por: (EQUIPOS)

3.1.6 Organigrama Funcional

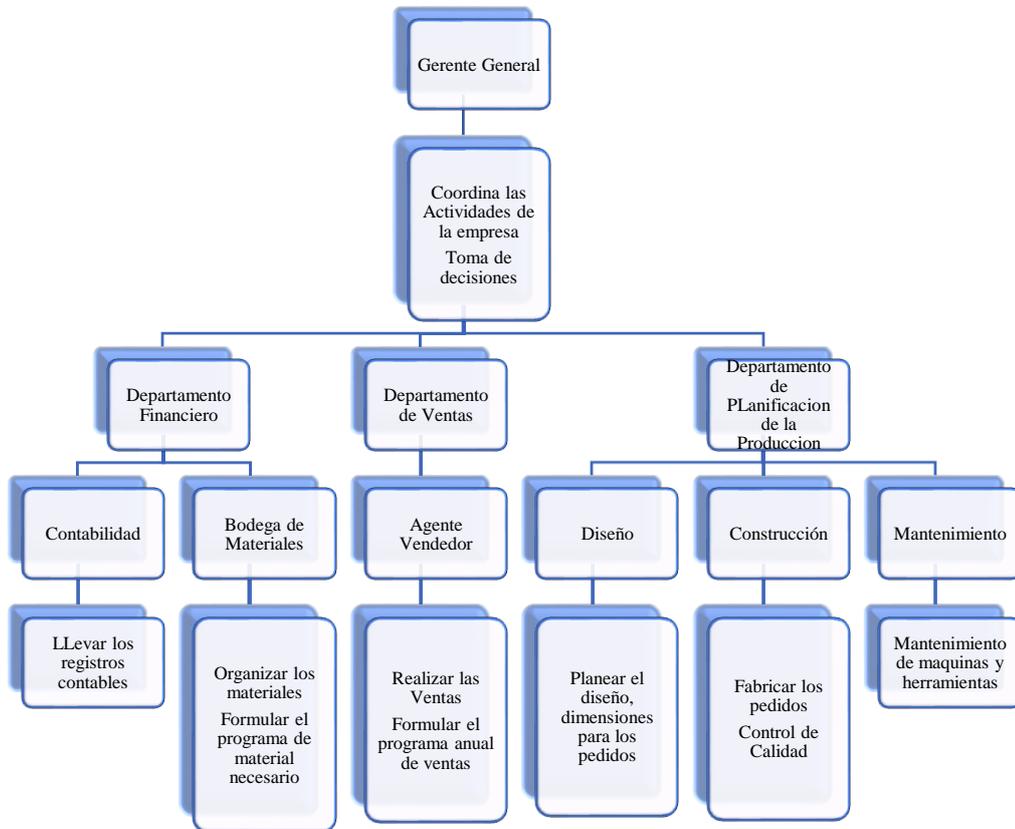


Figura 7-3: Organigrama Funcional OMEGA MAQUINAS Y EQUIPOS

Realizado por: (EQUIPOS)

3.1.7 Misión

Diseñar, producir y comercializar máquinas y equipos 100% en acero inoxidable, tales como: Tanques de Almacenamiento, Yogurteras, Peladoras de Pollos y Cuyes, Amasadoras y Pasteurizadoras a medidas de las empresas lácteas y alimenticias. Para ello, implementamos soluciones prácticas, adaptadas a sus necesidades y desarrollamos nuevas soluciones creativas.

3.1.8 *Visión*

Lograr el mayor alcance de productividad y estar comprometidos con las necesidades de nuestros clientes de forma transparente y eficaz para convertirnos en su socio de confianza, dando a conocer nuestros productos con estándares de calidad y tecnología.

3.1.9 *Objetivos*

Servir a la comunidad industrial y alimenticia con productos y servicios de muy alta calidad y en acero inoxidable, 100% garantizado.

3.2 Diagnóstico de la empresa

3.2.1 *Análisis de la producción*

La empresa OMEGA dedicada a la fabricación de equipos, maquinarias, mantenimiento, montaje de industrias como el alquiler de sus herramientas y equipos de producción maneja un sistema productivo bajo pedido altamente flexible que depende de la demanda del mercado del sector alimenticio especialmente.

OMEGA MÁQUINAS Y EQUIPOS posee amplias instalaciones que le dan facilidad para adaptarse a los diferentes requerimientos de los productos solicitados, de igual manera su personal capacitado en las diferentes áreas de fabricación como la experiencia de los mismos facilita la elaboración de los productos con la calidad que representa a la empresa. Posee maquinaria con tecnología que facilita el proceso productivo, como la prestación de servicios de alquiler de dicha maquinaria.

A continuación, se detallan los productos y servicios realizados por la empresa durante el año 2017:

Tabla 1-3: Participación de productos y servicios de la empresa en el año 2017

N°	Producto	Cantidad realizada en el año 2017	Porcentaje %
1	Pedestal utensilios de limpieza de 70x80cm	1	0,097
2	Guillotina para determinar dureza	1	0,097
3	Mallas para extractores	10	0,974
4	Garrochas	16	1,558
5	Olla de procesamiento de lácteos en Acero INOX	1	0,097
6	Moldes con tira para queso	120	11,685
7	Envasador de yogurt	1	0,097
8	Guía para piñón de zambo	1	0,097
9	Bandejas de dispensadores	7	0,682
10	Rollos de cortina para procesamiento de cárnicos	3	0,292
11	Tina de salmuera para procesamiento de industria láctea	1	0,097
12	Puertas tipo cortina	2	0,195
13	Sistema de trampa de solidos	1	0,097
14	Rejillas con trampa	12	1,168
15	Metros de rielaría de ovinos	5	0,487
16	Troyel móvil	1	0,097
17	Sistema de gas	1	0,097
18	Coches de transporte Bggy	2	0,195
19	tablero eléctrico	1	0,097
20	Quemadores	2	0,195
21	Mesas para el procesamiento de alimentos	8	0,779
22	sistema de ganchos	1	0,097
23	ganchos de arrastre porcinos	2	0,195
24	Ganchos gumbreleros	40	3,895
25	Mantenimiento de equipos	13	1,266

Tabla 1-3 continúa: Participación de productos y servicios de la empresa en el año 2017

26	Cortes de material	298	29,017
27	Doblado de material	446	43,427
28	Soldadura en TIG	10	0,974
29	VENTA DE MATERIAL	4	0,389
30	VENTA DE ACCESORIOS DE EQUIPOS; OTROS	16	1,558
Totales		1027	100,000

Realizado por: Autores

En el año 2017 la empresa ha producido una gran variedad de productos, a más de prestar varios servicios. En la tabla se aprecia el porcentaje de participación de cada una de las actividades que realiza la empresa, pudiéndose apreciar que cada producto tiene una baja participación y las actividades predominantes son el corte y doblado de material. Esto se debe a que la empresa trabaja bajo pedido, por consiguiente, no hay un producto predominante.

Para el análisis del sistema de producción se ha tomado como muestra la fabricación de yogurteras debido principalmente a que su proceso contempla los puestos más utilizados en el sistema productivo; además de observarse una considerable cantidad de semielaborados de este producto en inventario y la información disponible de su elaboración.

3.2.2 Condiciones actuales de trabajo

Las instalaciones se componen principalmente por dos áreas en las cuales están ubicadas los diferentes puestos de trabajo, materia prima, herramientas, equipos y almacenamiento de productos. En la primera área se identifican las áreas de soldadura, trazado, corte con plasma, torneado, fresado, bodega uno, bodega dos y almacén de herramientas; en la segunda área están distribuidas las maquinas como: dobladora, cortadora eléctrica, plegadora eléctrica, prensa hidráulica, roladora, cierra de disco, cierra circular, áreas de trazado, soldado, pulido, pruebas de fugas, bodega tres, bodega cuatro, almacén de

productos terminados y semielaborados (Ver figura 10-3). OMEGA cuenta con equipo y señalética de seguridad en cada área de trabajo que brinda confort a sus trabajadores.

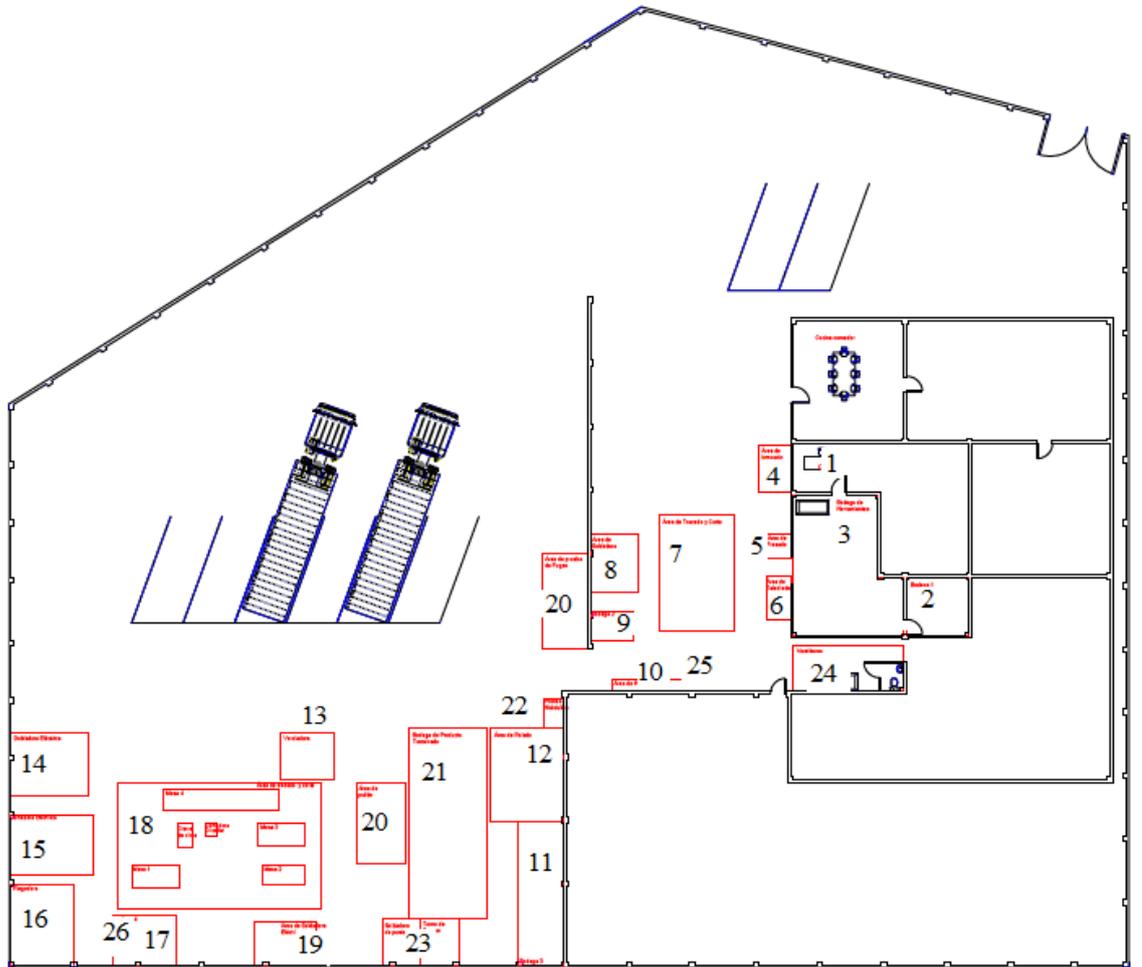


Figura 8-3: Layout de Omega

Realizado por: Autores

Tabla 2-3: Puestos de trabajo de la empresa "Omega"

Número designado	Puestos de trabajo
1	Oficinas
2	Bodega 1 de accesorios y válvulas
3	Bodega de herramientas
4	Área de torneado
5	Área de fresado
6	Área de taladrado
7	Área de trazado y corte por plasma
8	Área de soldadura (TIG, eléctrica, plasma)
9	Bodega 2 (Planchas)
10	Área de herramientas
11	Bodega 3 (tubos, ejes, ángulos)
12	Área de rolado
13	Roladora de planchas
14	Dobladora eléctrica
15	Cortadora eléctrica
16	Dobladora (plegadora manual)
17	Bodega 4
18	Área de trazado y corte (Mesa uno, dos, tres, cuatro, cortadora circular y de cinta)
19	Área de soldadura eléctrica y soldadora de punto
20	Área de pulido
21	Área de producto terminado y semiterminado
22	Prensa hidráulica
23	Torno de torque y plumax
24	Vestidores
25	Almacén de pintura
26	Horno

Realizado por: Autores

Bodega 1 de accesorios y válvulas



Figura 9-3: Bodega 1 de accesorios y válvulas

Realizado por: Autores

Bodega de herramientas

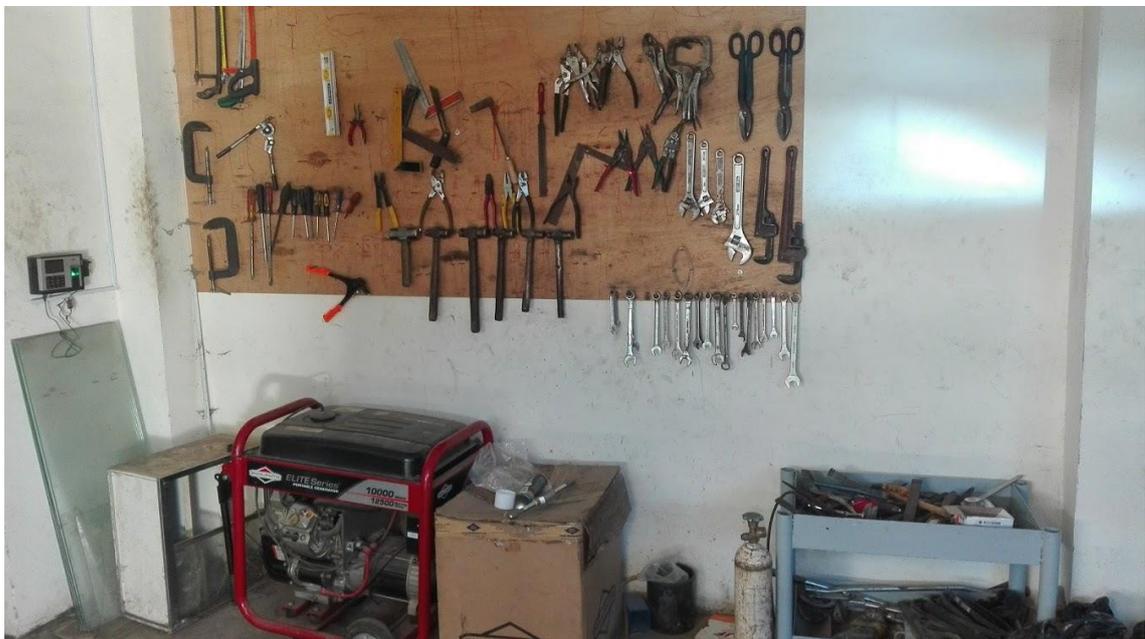


Figura 10-3: Bodega de herramientas

Realizado por: Autores

Área de torneado



Figura 11-3: Área de torneado

Realizado por: Autores

Área de fresado



Figura 12-3: Área de fresado

Realizado por: Autores

Área de taladrado



Figura 13-3: Área de taladrado

Realizado por: Autores

Área de trazado y corte por plasma



Figura 14-3: Área de trazado y corte por plasma

Realizado por: Autores

Área de soldadura (TIG, eléctrica, plasma)



Figura 15-3: Área de soldadura (TIG, eléctrica, plasma)

Realizado por: Autores

Bodega 2 (Planchas)



Figura 16-3: Bodega 2 (Planchas)

Realizado por: Autores

Área de herramientas



Figura 17-3: Área de herramientas

Realizado por: Autores

Bodega 3 (tubos, ejes, ángulos)



Figura 18-3: Bodega 3 (tubos, ejes, ángulos)

Realizado por: Autores

Área de rolado

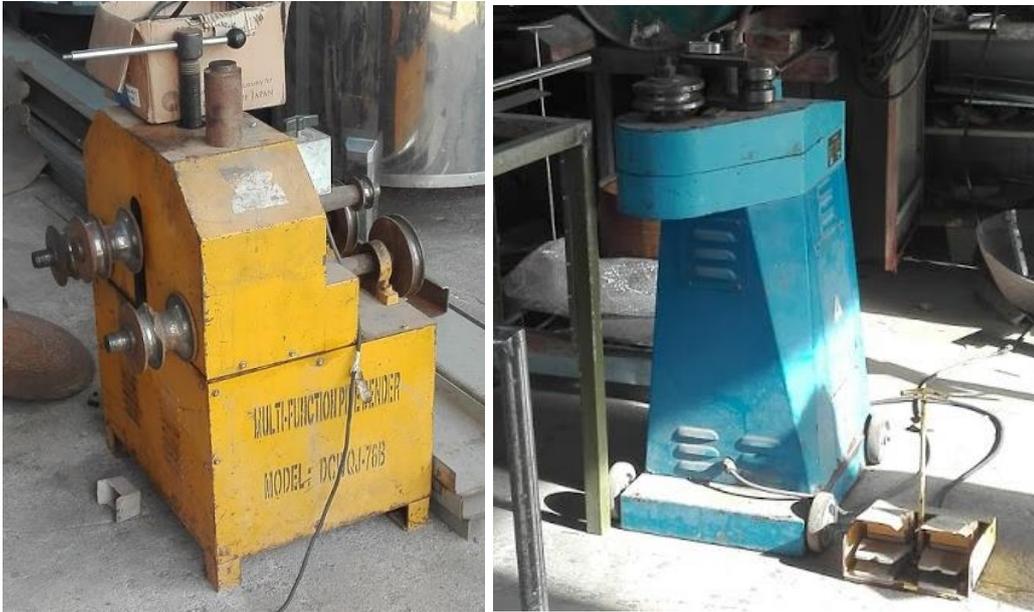


Figura 19-3: Área de rolado

Realizado por: Autores

Roladora de planchas



Figura 20-3: Roladora de planchas

Realizado por: Autores

Dobladora eléctrica



Figura 21-3: Dobladora eléctrica

Realizado por: Autores

Cortadora eléctrica



Figura 22-3: Cortadora eléctrica

Realizado por: Autores

Dobladora (plegadora manual)



Figura 23-3: Dobladora (plegadora manual)

Realizado por: Autores

Bodega 4



Figura 24-3: Bodega 4

Realizado por: Autores

Área de trazado y corte (Mesa uno, dos, tres, cuatro, cortadora circular y de cinta)



Figura 25-3: Área de trazado y corte (4 Mesas, cortadora circular y de cinta)

Realizado por: Autores

Área de soldadura eléctrica y soldadora de punto



Figura 26-3: Área de soldadura eléctrica

Realizado por: Autores

Área de pulido



Figura 27-3: Área de pulido

Realizado por: Autores

Área de producto terminado y semiterminado



Figura 28-3: Área de producto terminado y semiterminado

Realizado por: Autores

Prensa hidráulica



Figura 29-3: Prensa hidráulica

Realizado por: Autores

Torno de torque y plumax



Figura 30-3: Torno de torque

Realizado por: Autores

Vestidores



Figura 31-3: Vestidores

Realizado por: Autores

Almacén de pintura



Figura 32-3: Almacén de pintura

Realizado por: Autores

Horno



Figura 33-3: Horno

Realizado por: Autores

Una dificultad que afecta al sistema de producción es la inadecuada ubicación de algunas áreas de trabajo dando a lugar a *desperdicios como se los conoce en la metodología Lean Manufacturing*; además presenta un bajo control de su sistema productivo lo que desencadena en generar otros *desperdicios*. Los planos de la empresa se encuentran en el Anexo A.

3.2.3 Descripción del proceso productivo

La producción de yogurteras comienza con las planchas de acero siendo transportadas al área de trazado y corte para fabricar la base interna, la base externa, el anillo superior de unión, el anillo inferior de sello y la camisa interna. A continuación, se transporta otra plancha de acero para fabricar la camisa intermedia y externa. Se rolan la base interna y el anillo superior de unión; luego se varolan y sueldan cada una de las camisas. En el área de soldadura se ensamblan la base interna, la camisa interna, el anillo superior de unión y varillas en el exterior de la camisa interna. Se pintan las varillas y se espera a que seque.

Una vez esté seco el semielaborado, se ensamblan la base externa, la camisa externa y el anillo inferior de sello para dar forma a la olla yogurtera. Se fabrican tres soportes a partir de planchas de acero, los cuales se sueldan a la olla yogurtera. De la bodega se llevan los neplos para la salida de producto y vapor, los cuales son ensamblados a la olla. Se fabrican la tapa y mesa de anclaje del motor para posteriormente ensamblar en la olla y terminar el producto. Finalmente se realiza una prueba de fugas con agua y una vez comprobada la calidad de la yogurtera, esta es transportada al almacén de productos terminados. Ver anexo A (Diagramas de procesos y de Flujo)

A continuación, se presenta la tabla resumen de las actividades del diagrama de proceso para la yogurtera:

Tabla 3-3: Resumen de las actividades de la fabricación de yogurteras

RESUMEN				
Actividad	Símbolo	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)
Operación	○	35		2266
Transporte	⇒	28	473,2	66,96
Inspección	□	1		4,00
Demora	D	15		4756,00
Almacenaje	▽	9		
		Total	473,2	7092,96

Realizado por: Autores

En la tabla se aprecia los tiempos totales de cada una de las actividades de las cuales, al comparar el tiempo de operación con las demoras, se puede apreciar que las demoras ocupan demasiado tiempo en el proceso productivo llegando a consumir un tiempo equivalente al doble del tiempo de las operaciones. Este tiempo alto en las demoras es debido a que las diferentes partes del producto se producen de una en una provocando que las primeras piezas esperen la fabricación de las demás para realizar el ensamble, volviéndose inventario de productos en proceso.

$$productividad = \frac{1 \text{ yogurtera}}{7092,96 \text{ min trabajo}} \times \frac{480 \text{ min trabajo}}{\text{día trabajo}}$$

Ecuación 1-3: Productividad

productividad = 0,0677 yogurteras/ día de trabajo

3.2.4 PEPSU de la empresa

Tabla 4-3: PEPSU de la empresa "Omega"

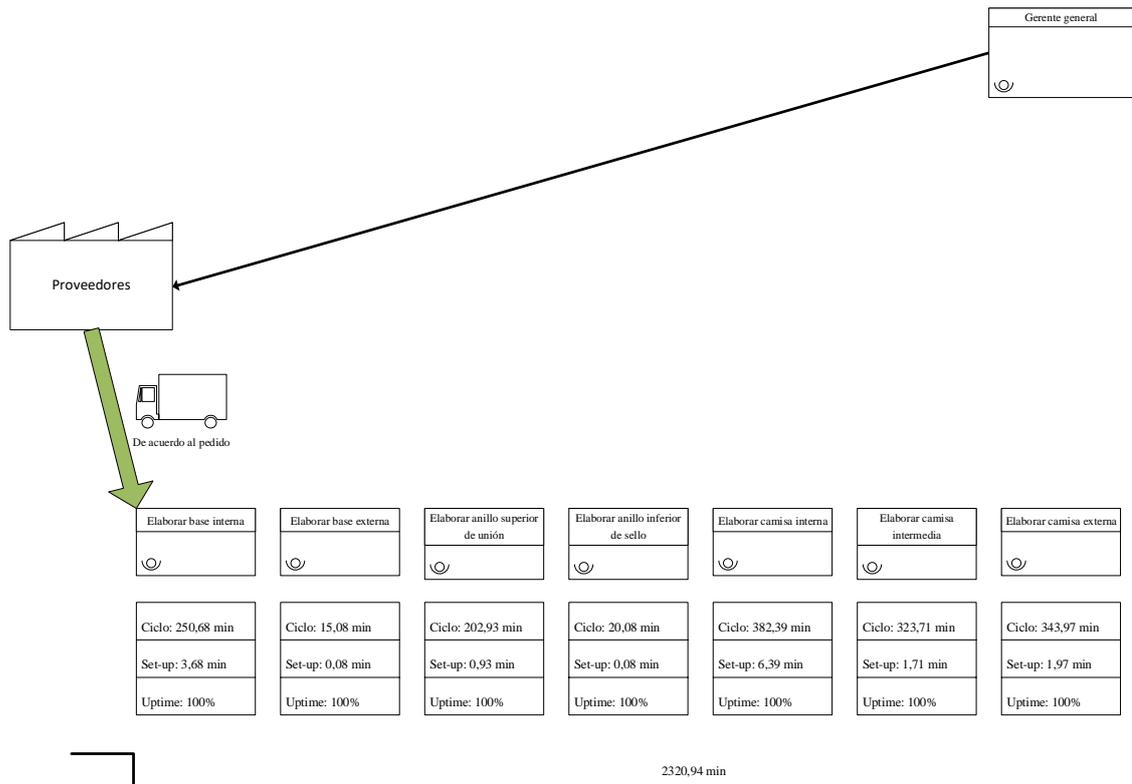
Proveedores	Entradas	Procesos	Salidas	Usuarios
Varias ferreterías	Acero mate 2 mm	Elaborar base interna	Base interna	
	Acero negro 4 mm	Elaborar base externa	Base externa	
		Elaborar anillo superior de unión	Anillo superior de unión	
		Elaborar anillo inferior de sello	Anillo inferior de sello	
	Acero mate 2 mm	Elaborar camisa interna	Camisa interna	
	Plancha de acero	Elaborar camisa intermedia	Camisa intermedia	
		Elaborar camisa externa	Camisa externa	
		Soldar la camisa interna con la base interna y el anillo superior de unión	Semielaborado olla yogurtera	
	Varilla 1% carbono	Soldar la varilla en la camisa interna y pintar al horno	Semielaborado olla yogurtera	
		Soldar la camisa intermedia, base externa, la camisa externa y el anillo inferior de sello con el semielaborado olla yogurtera	Olla yogurtera	
	Dos planchas de acero	Elaborar los soportes	Soportes	
		Soldar los soportes a la olla yogurtera	Olla yogurtera con soportes	
	Neplos de salida de producto, de entrada y salida de vapor	Soldar los neplos a la olla	Olla yogurtera con neplos de entrada y salida	

Tabla 4-3 continuación: PEPSU de la empresa "Omega"

	Material de diseño de mesa para el motor y la tapa de la olla	Elaborar la mesa para el motor y la tapa de la olla	Mesa para anclaje del motor. Tapa de la olla	
	Bisagras, manija y motor	Soldar la mesa y la tapa a la olla yogurtera. Ensamblar las bisagras y manijas.	Yogurtera sin motor	
		Montar el motor con su agitador en la yogurtera	Yogurtera	
		Prueba de fugas	Yogurtera	Cliente que realizó el pedido

Realizado por: Autores

3.2.5 VSM inicial



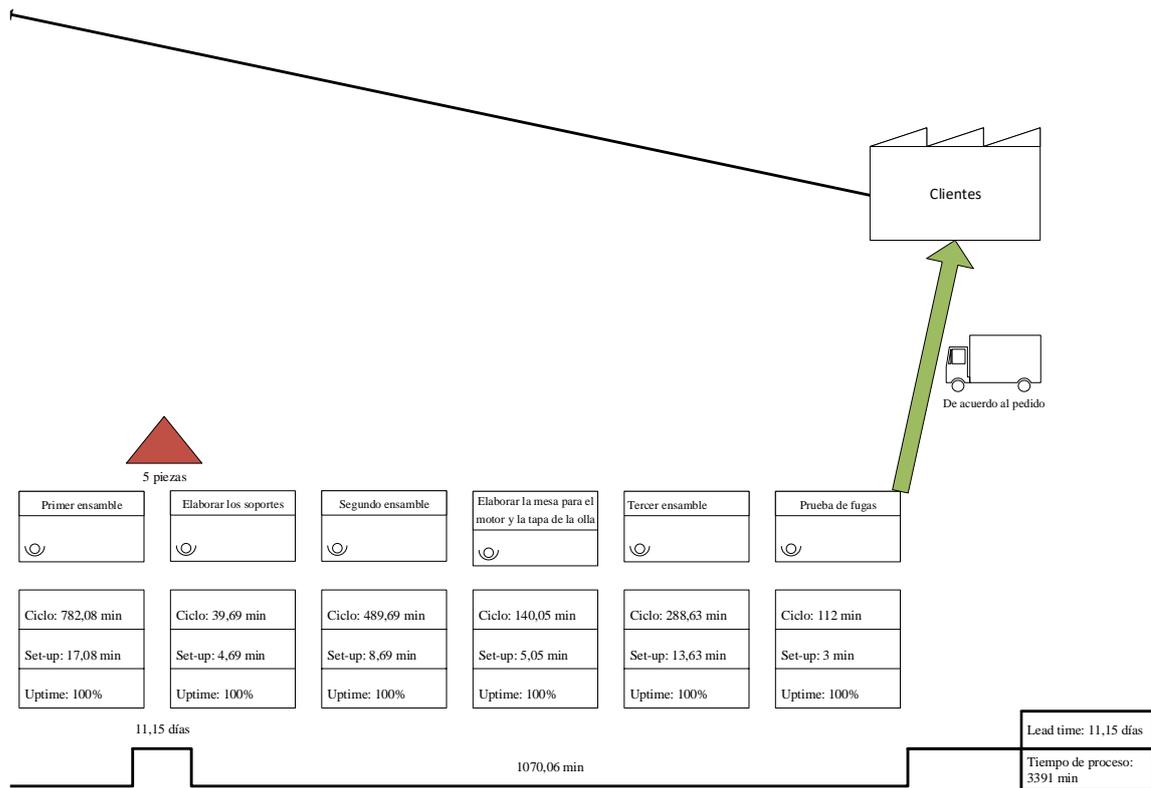


Figura 34-3: VSM Inicial

Realizado por: Autores

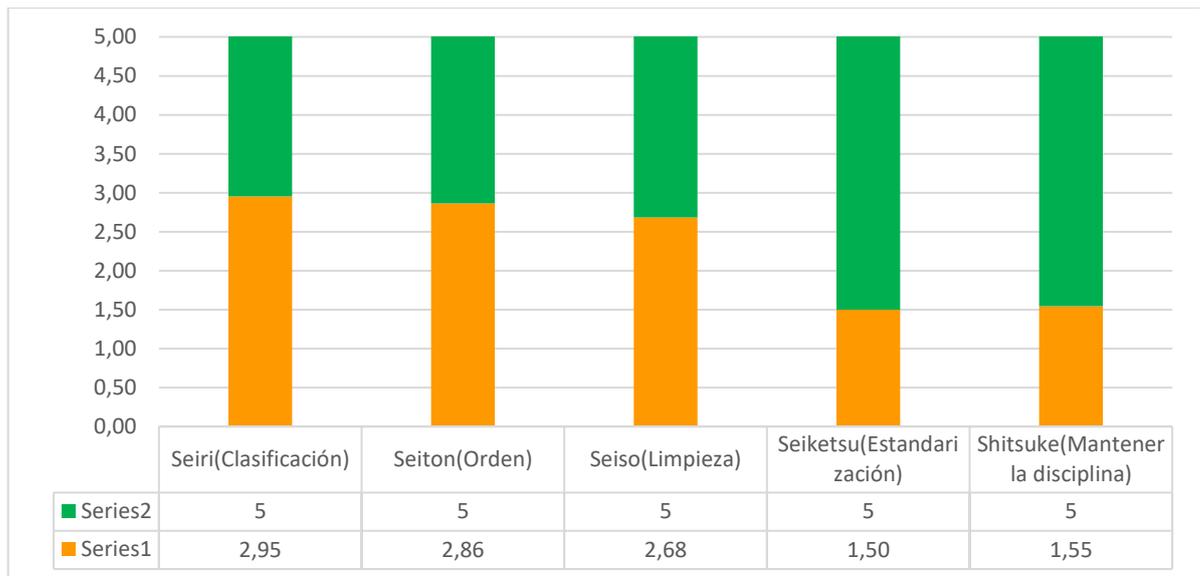
$$\text{Capacidad de producción de yogurteras} = \frac{1 \text{ yogurtera}}{3391 \text{ min}} \times \frac{480 \text{ min}}{\text{día}} \times \frac{5 \text{ días}}{\text{semana}}$$

Ecuación 2-3: Capacidad de producción

$$\text{Capacidad de producción de yogurteras} = 0,708 \text{ yogurteras/semana}$$

3.2.6 Evaluación inicial 5S

Por medio de una matriz de priorización se evaluaron cada uno de los puestos calificando cada una de las 5S con una puntuación de 1 a 5, siendo 5 la aplicación total de la metodología. Ver Anexo B (Evaluación de 5S) A continuación, se muestran los datos recolectados.



Gráfica 1-3: Promedio de evaluación actual 5S de la empresa OMEGA

Realizado por: Autores

En general la empresa no clasifica completamente las cosas necesarias para el trabajo de cada puesto, existen objetos que pueden ser considerados como chatarra, innecesarios o poco utilizados ocupando espacio en diferentes áreas. Se mantiene el orden de ciertas herramientas, máquinas y materiales, mientras otras se encuentran ubicadas en cualquier espacio disponible; las cosas no tienen un lugar definido y esto dificulta su búsqueda o identificación.

Usualmente, las áreas de trabajo y almacenamiento se encuentran limpias, pero existen objetos almacenados cubiertos de polvo o suciedad y áreas en las que se ha acumulado grasa. Al no estar estandarizado el lugar que debe ocupar cada una de las herramientas, materiales o máquinas que posee la empresa; los objetos no se mantienen en un lugar en condiciones adecuadas, haciendo falta capacitar al personal de la empresa para mejorar los aspectos mencionados.

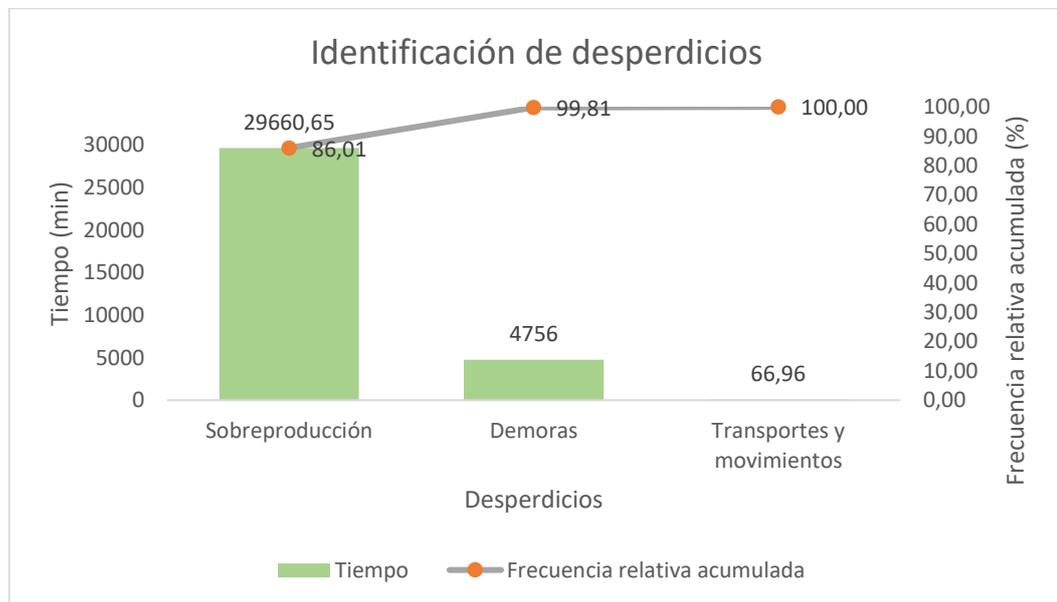
3.2.7 *Identificación de desperdicios*

Al realizar una observación sobre el sistema de producción en la empresa “OMEGA”, se identificaron los siguientes desperdicios de acuerdo a la filosofía *Lean Manufacturing*:

Tabla 5-3: Resumen de desperdicios identificados

Desperdicio	Cantidad	Tiempo (min)	Frecuencia relativa acumulada (%)
Sobreproducción	5	29660,65	86,01
Demoras	15	4756	99,81
Transportes y movimientos	28	66,96	100

Realizado por: Autores



Gráfica 2-3: Diagrama de Pareto de los desperdicios identificados

Realizado por: Autores

Utilizando el diagrama de Pareto, se identifica como el mayor problema la sobreproducción debido al tiempo consumido por el mismo. En la empresa se pudo identificar un número significativo de productos semielaborados o terminados almacenados; los mismos que fueron realizados cuando la empresa no contaba con pedidos.



Figura 35-3: Sobreproducción de producto semielaborado

Realizado por: Autores

En el diagrama de Ishikawa a continuación, se puede apreciar varias causas de la sobreproducción en la empresa:

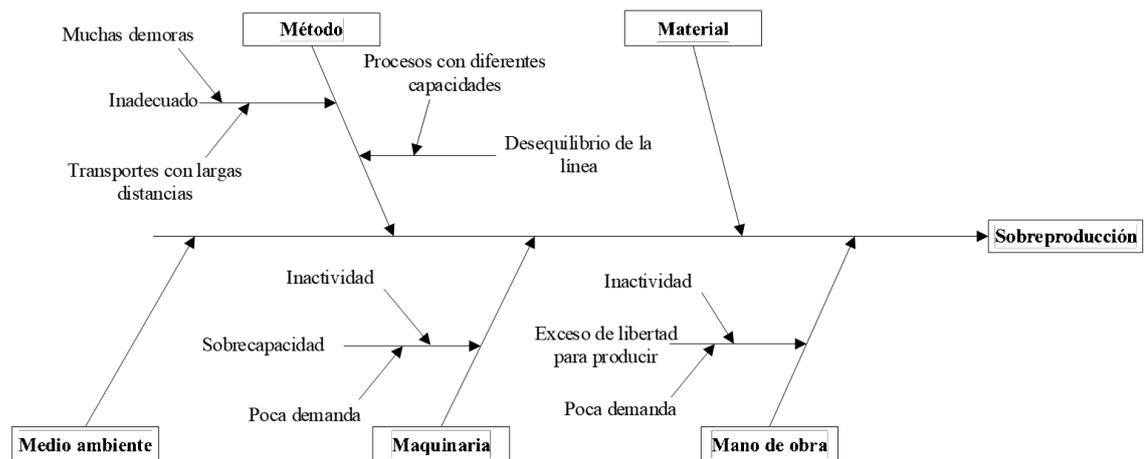


Figura 36-3: Diagrama de Ishikawa para la sobreproducción

Realizado por: Autores

En general la sobreproducción en la empresa es consecuencia de los periodos de inactividad debido a la poca demanda. En estos periodos para evitar la inactividad se produce cualquier producto no solicitado por el cliente y por el método utilizado actualmente, el tiempo desperdiciado en esta actividad es alto.

3.2.8 *Análisis de factores*

Ubicación de la Planta

- a) **Integración con otras compañías del grupo:** la empresa OMEGA tiene facilidad de relación con sus proveedores al encontrarse en la misma ciudad, permitiéndole una integración con las empresas proveedoras de materia prima ya que tiene una relación directa con los comerciantes.
- b) **Disposición de mano de obra:** la ciudad cuenta tanto con personal no calificado como calificado debido a las instituciones técnicas y universidades, que cubre las necesidades de la empresa.
- c) **Disponibilidad de alojamiento:** en caso de ser necesario personal ajeno a la ciudad, existe oferta de residencia a bajo costo.
- d) **Disponibilidad de servicios:** la ubicación actual de la empresa tiene la ventaja de estar cerca de restaurants, tiendas, mercado que satisface las necesidades que puede tener el personal o la empresa.
- e) **Disponibilidad de transporte:** el sector ofrece la facilidad de transporte de carga para materia prima, transporte público para el traslado de personal y clientes; además la empresa cuenta con vehículos propios para el envío del producto al lugar destinado por el cliente.
- f) **Disponibilidad de materiales:** la materia prima como varillas, ángulos, planchas de acero inoxidable, cañería, válvulas, y mayoría de insumos se encuentran en la ciudad o en ciudades vecinas.
- g) **Disponibilidad de espacio para estacionamiento:** posee un espacio de estacionamiento propio para la recepción de materia prima, productos que requieren mantenimiento y envío de productos terminados.
- h) **Fluidez de circulación:** se encuentra en un área la cual cuenta con vías de acceso adecuadas para la recepción y envío de productos, acceso al cliente y la intervención de equipos de emergencia.

- i) **Disponibilidad de infraestructura:** la edificación posee servicios de energía eléctrica, agua potable, internet, alcantarillado, telefonía y gas por estar a las afueras de la ciudad.
- j) **Conveniencia del terreno y del clima:** el terreno está compuesta por tierra negra (suelo cultivable) el cual no es apto para la construcción de edificaciones de manufactura, para solventar ese problema se debería realizar una cimentación. Dado que se encuentra en la zona sierra centro posee un clima templado seco que no provoca una aceleración de la corrosión de los materiales metálicos, permitiendo un almacenamiento sin costos extras para acondicionar las bodegas.
- k) **Reglamentos locales de construcción y planeación:** la empresa cumple con los requisitos legales estipulados por el municipio (Plano estructural y arquitectónico), los permisos exigidos por la ley (patentes, permisos de operación de bomberos).
- l) **Espacio para ampliaciones:** la empresa posee espacio para ampliación de puestos de trabajo, debido al área del terreno.
- m) **Requisitos de seguridad:** las actividades realizadas en la empresa son poco dañinas para la localidad, su mayor riesgo es la manipulación de gases inflamables durante la fabricación.
- n) **La situación política:** se rigen a las políticas locales del GAD de Riobamba, estos no afectan ni benefician a la empresa.

Diseño de planta

- a) **El tamaño:** la edificación es apta para la construcción de los productos por las dimensiones de los mismos.
- b) **Altura requerida de los techos:** la altura que posee el techo es de 6m la cual cumple con las recomendaciones para la fabricación de los productos que comercializa la empresa.
- c) **Cargas por soportar:** la infraestructura al ser un taller mecánico debe soportar cargas entre 244 y 976 kg/m² y en las oficinas cargas de 244kg/m², además de cimentaciones para la maquinaria pesada que posee.

- d) **Acceso:** la vía principal de acceso es amplia para el ingreso a la empresa, mas a su interior no se encuentran identificados los pasillos o vías de circulación.
- e) **Iluminación:** la infraestructura al ser de un piso aprovecha la luz natural. Si la iluminación natural es inadecuada existe lámparas que contribuyen a la iluminación del galpón.
- f) **Ventilación y calefacción:** el galpón al poseer el lado frontal al descubierto brinda una ventilación adecuada permitiendo la renovación de aire, mantiene una temperatura adecuada para el desarrollo de las actividades.
- g) **Servicios:** el inmueble cuenta con una distribución adecuada de electricidad, agua potable, sistema de comunicación y acceso los cuales satisfacen las necesidades de producción. En caso de emergencia al encontrarse al descubierto, facilita la evacuación.
- h) **Eliminación de desperdicios:** el personal elimina los desperdicios una vez se acumula, vendiéndola como chatarra y realizando una limpieza al final de la jornada.
- i) **Requerimientos especiales de los procesos:** la instalación cuenta con un servicio de electricidad de 220 v, debería tener un área específica para pintar ya que actualmente no posee y el trabajo se realiza en un lugar disponible en la planta.
- j) **Número de pisos:** el área de producción es de un solo piso donde se encuentran distribuidos todos los puestos de trabajo y las oficinas se encuentran junto al área de producción.
- k) **Acomodo de oficinas:** las oficinas se encuentran junto al área de producción, que cuenta con un área suficiente cuya altura es menor al área de producción ya que solo circula personal y clientes en ella.

Distribución de la planta

- a) **Flexibilidad máxima:** La distribución puede modificarse para afrontar circunstancias cambiantes en la producción. Además, el acceso hacia la planta para el abastecimiento de materia prima y carga de productos terminados son amplios pero la circulación dentro de la empresa es desordenada debido a que no se encuentra identificados los pasillos y vías de circulación.

- b) **Coordinación máxima:** La distribución está considerada en dos áreas, algunos almacenes están junto al puesto de trabajo que lo requiere. La primera área se encarga del servicio al cliente, vestidores, bodegas de herramientas, trazado-corte de material, soldadura, torneado, taladrado y fresado. La segunda área posee un área mayor a la primera y posee maquinaria como: prensa hidráulica, roladoras, cortadora eléctrica dobladora eléctrica, plegadora, cortadora circular y de cinta, bodegas de materiales, mesas de trabajo y áreas de soldado, pulido y almacenamiento.
- c) **Utilización máxima del volumen:** en el almacenamiento de tuberías, ángulos, ejes, planchas de acero se los almacena en una estantería que aprovecha la altura del lugar, el proceso de producción utiliza el volumen por los productos como tanques de almacenamiento de gran capacidad y el transporte aéreo.
- d) **Visibilidad máxima:** la inexistencia de paredes divisorias entre las áreas de la planta de producción, facilita la supervisión de los trabajadores y los productos en proceso.
- e) **Accesibilidad máxima:** La empresa cuenta con puntos de servicios, mantenimiento y bodega, los cuales presentan un acceso no definido que puede llegar a confundirse con los puestos de trabajo y quedar obstaculizado.
- f) **Distancia mínima:** La distribución usa todo el espacio, los puestos de trabajos están distribuidos en toda el área, existen recorridos grandes por la distribución de la planta.
- g) **Manejo mínimo:** los productos semielaborados son transportados de un puesto a otro por el mismo trabajador, a menudo son colocados a nivel del suelo por falta de espacio, provocando recorridos excesivos en el manejo.
- h) **Incomodidad mínima:** las condiciones de trabajo presentan ruido producido por el uso de equipos como: moladora, cierra circular y esmeril que afectan las condiciones de trabajo, por este motivo los trabajadores usan EPP. Debido a que se encuentra descubierto en la parte frontal por la inexistencia de una pared, entran corrientes de aire frías al interior del galpón.

- i) **Seguridad inherente:** La planta cuenta con señales de seguridad en sus puestos de trabajo, sin embargo, se debe tomar atención al uso de maquinaria; que pueden provocar mutilaciones en los miembros superiores o atrapamientos.
- j) **Seguridad máxima:** la instalación no cuenta con cámaras de seguridad o puertas de entrada aseguradas; pero cuenta con un extintor en caso de incendio y un cercado eléctrico en el perímetro de la pared. La empresa se encuentra ubicada a las afueras de la ciudad en un lugar no muy habitado.
- k) **Flujo unidireccional:** el proceso productivo no es unidireccional debido a la existencia de cruces entre los puestos de trabajo, provocando transportes con distancias grandes por la distribución de los puestos que obligan a los semielaborados a tomar la dirección opuesta al flujo normal del recorrido.
- l) **Rutas visibles:** los pasillos no están definidos en el interior de la planta a causa de la distribución de los puestos y sus áreas no definidas. La empresa debería señalar los pasillos y los puestos de trabajo.
- m) **Identificación:** los trabajadores tienen definido su puesto de trabajo, pero al no estar delimitadas las áreas tienden a confundirse entre sí o con el inventario de semielaborados, se recomienda señalar los pasillos secundarios, para delimitar de mejor manera los puestos.

3.2.9 *Análisis de las actividades mediante la matriz de valor agregado*

Tabla 6-3: Resumen de Matriz de valor agregado

Actividad	Resultado
Medir, trazar y cortar con plasma	Optimizar, minimizar
Cortar material con cortadora eléctrica	Optimizar, minimizar
Doblar material	Maximizar, mejorar
Varolar	Maximizar, mejorar
Rolar	Maximizar, mejorar
Puntear y soldar	Maximizar, mejorar
Pulir	Optimizar, minimizar
Pintar	Optimizar, minimizar
Taladrar	Optimizar, minimizar
Ensamblar motor	Optimizar, minimizar
Inspeccionar	Optimizar, minimizar

Realizado por: Autores

La matriz de valor agregado indica que todas las actividades evaluadas son necesarias, pero existe la necesidad de optimizar actividades que son necesarias, pero no agregan valor al producto y maximizar aquellas que son necesarias y agregan valor. Encontrar la forma de optimizar y maximizar las actividades es el reto del próximo capítulo aplicando técnicas del Lean Manufacturing.

3.2.10 Análisis de las actividades mediante del método 5W'S + H

Tabla 7-3: Actividades a evaluar en la herramienta 5W'S +H

Prefabricado	Medir, trazar y cortar con plasma
	Cortar material con cortadora eléctrica
	Doblar material
	Varolar
	Rolar
Ensamble	Puntear y soldar
	Pulir
	Pintar
	Taladrar
	Ensamblar motor
Inspección de calidad	Inspeccionar

Realizado por: Autores

Las actividades evaluadas mediante la herramienta 5W'S+H indica que algunas actividades, maquinarias y puestos de trabajo tienen posibilidad de mejora. La reubicación de puestos y maquinarias de manera más eficiente y en coherencia con el proceso productivo son las de mayor relevancia y repetitividad de acuerdo a la herramienta, misma que nos indica que las maquinarias de corte, doblado, varolado y rolado necesitan estar próximas al área de trazado y corte con el fin de lograr coordinación en las actividades; de igual manera las áreas de soldado y pulido deben fusionarse ya que son actividades continuas y repetitivas en el proceso de fabricación; finalmente la especialización del personal en determinadas actividades es necesaria para el cumplimiento eficiente de las mismas. Ver Anexo B (Tablas de análisis de las actividades mediante 5W+H)

CAPÍTULO IV

4 SISTEMA DE PRODUCCIÓN PROPUESTO

4.1 VSM final

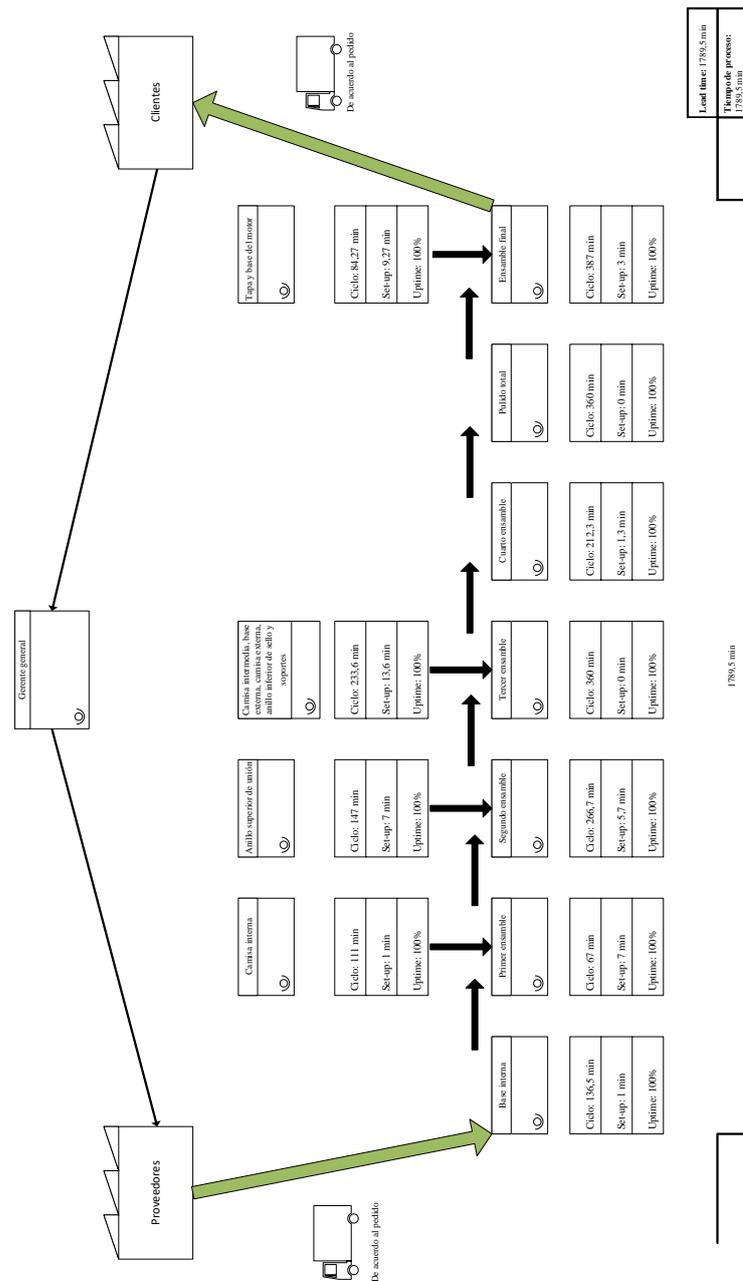


Figura 1-4: VSM final

Realizado por: Autores

En el mapa de cadena de valor final; se propone realizar el proceso de fabricación de la yogurtera con dos trabajadores y los procesos de fabricación de piezas se realicen a la par que el proceso de ensamble para disminuir las demoras y el tiempo de fabricación. Además, al no poseer inventario de semielaborados se reduce el *Lead Time* a 1789,5 min que equivale a 3,73 días de trabajo; fabricándose solo lo solicitado por el cliente.

4.2 Sistema de producción adaptado a las 5S

Un sistema de producción en base a la herramienta 5S se fundamenta en los criterios de Seiri (Seleccionar), Seiton (Ordenar), Seiso (Limpiar), Seiketsu (Estandarizar) y Shitsuke (Autodisciplina) mismo que generan beneficios como: liberación de espacios, la reutilización de las cosas, el desecho de objetos poder ordenar y organizar los materiales de manera que sea fácil encontrarlos en cada puesto de trabajo con el propósito de evitar pérdidas de tiempo y energía. Un puesto de trabajo limpio facilita identificar, minimizar y eliminar las fuentes de suciedad con el fin de hacer más seguras las áreas de trabajo, mantener estos aspectos es el reto de la herramienta 5S apoyándose en la mejora continua y el ciclo PHVA para obtener la eficiencia esperada.

4.2.1 *Seiri-Seleccionar*

En esta etapa se procede a seleccionar, clasificar y agrupar los objetos de acuerdo a las siguientes recomendaciones:

- Se identificará la chatarra en cada puesto de trabajo y se ubicará en el depósito para luego ser vendida.
- Accesorios y complementos estarán en los almacenes cercanos a los puestos de trabajo.
- Las herramientas estarán ubicadas en las estanterías o puestos de trabajo que las requieran.

También se tomará en consideración el tipo de producción funcional implementado en la empresa al momento de seleccionar los objetos.

Una vez efectuada la selección en cada área de trabajo se procederá a la siguiente etapa de la Herramienta 5S.

4.2.2 Seiton-Ordenar

Ordenar los objetos con el fin de encontrarlos, utilizarlos y reponerlos de una manera fácil es el fundamento de Seiton “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar” se puede apoyar en una gestión visual, dando una mejor apariencia, funcionalidad y acceso, identificando los elementos y lugares del trabajo con el fin de evitar pérdidas de tiempo y energía.

El orden de los objetos (máquinas, equipos, accesorios, herramientas, etc.) se propone de acuerdo a las siguientes áreas de trabajo:

4.2.2.1 Almacén de materia prima

En esta área se ubicará la materia prima de acuerdo al tamaño, espesor y diámetro en estanterías.

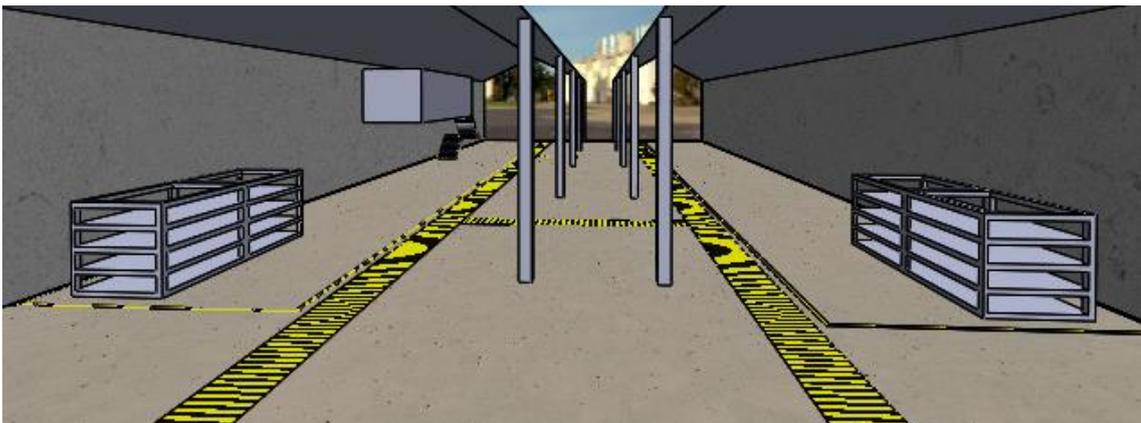


Figura 2-4: Almacén de materia prima propuesto

Realizado por: Autores

4.2.2.2 Área de trazado y corte con plasma.

En esta área estarán ubicadas 2 mesas (con recipientes para ubicación de electrodos), una cizalla manual, soldadora eléctrica, la cortadora de plasma y una pequeña estantería ubicada en la pared con herramientas básicas de trazado, corte y sujeción.

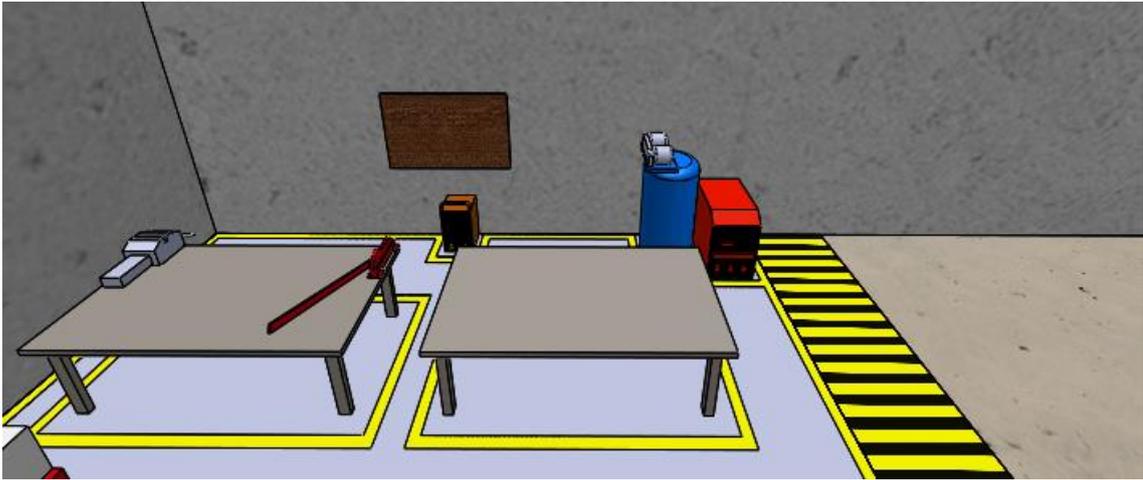


Figura 3-4: Área de trazado y corte con plasma propuesto

Realizado por: Autores

4.2.2.3 Área de cortadora eléctrica.

Esta área se limita a la máquina cortadora eléctrica por el espacio necesario al momento de maniobrar con las planchas para su corte.

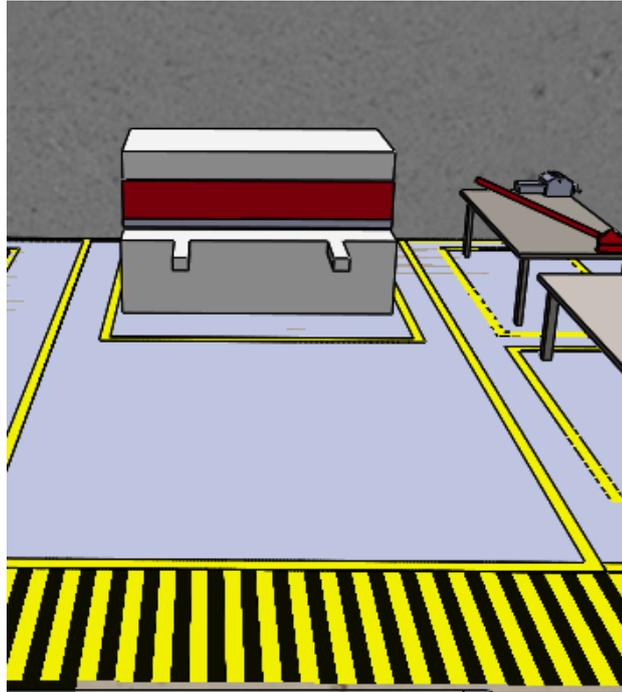


Figura 4-4: Área de cortadora eléctrica propuesta

Realizado por: Autores

4.2.2.4 Área de rolado.

Área en la que estarán ubicadas las máquinas roladora de planchas, roladora de tubos, roladora de ángulos con su respectivo apoyo para la maniobrabilidad.

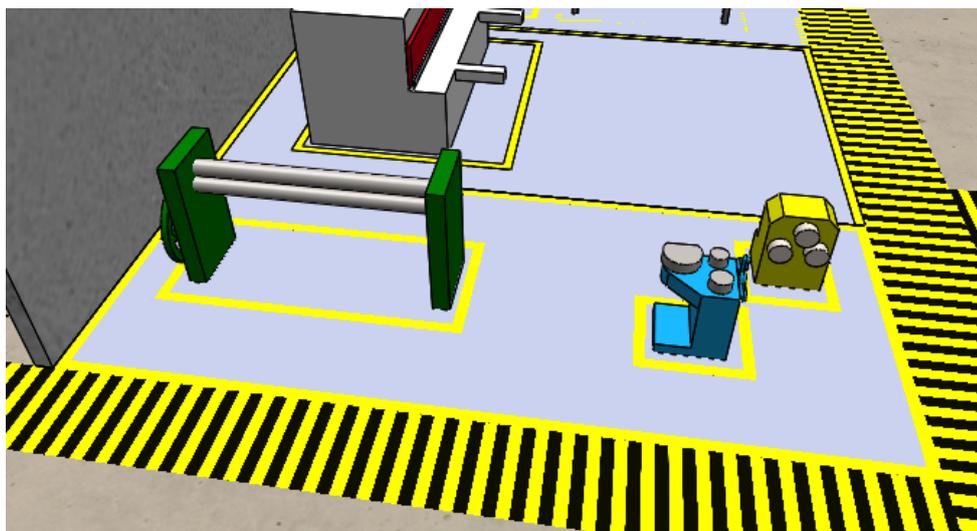


Figura 5-4: Área de rolado propuesto

Realizado por: Autores

4.2.2.5 Área de plegado.

En esta área estarán ubicadas las máquinas plegadoras eléctrica (con punzón y matriz detrás de la misma), plegador manual (debajo sus mandíbulas), prensa hidráulica y sus apoyos correspondientes.

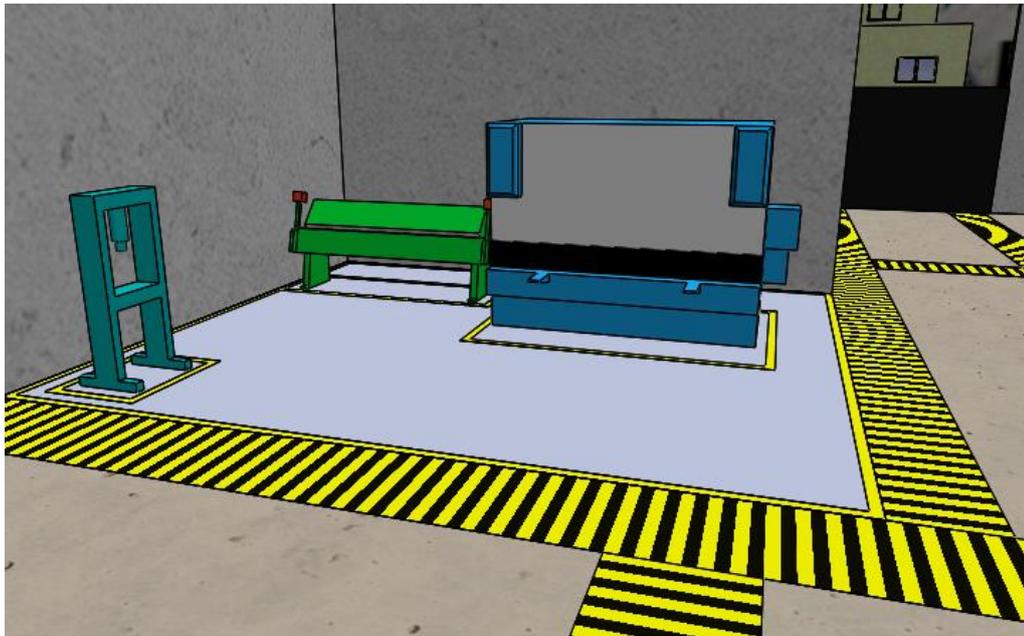


Figura 6-4: Área de plegado propuesta

Realizado por: Autores

4.2.2.6 Área de torneado.

Esta área se limita a la máquina herramienta torno y un armario de herramientas entre esta área y el área de fresado y taladrado.

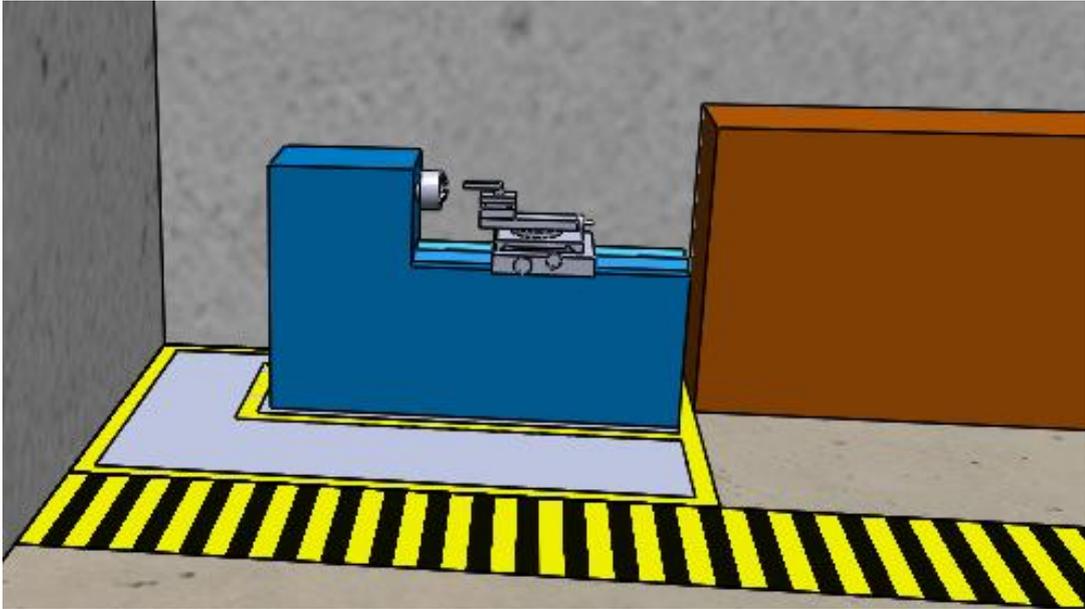


Figura 7-4: Área de torneado propuesto

Realizado por: Autores

4.2.2.7 Área de fresado y taladrado.

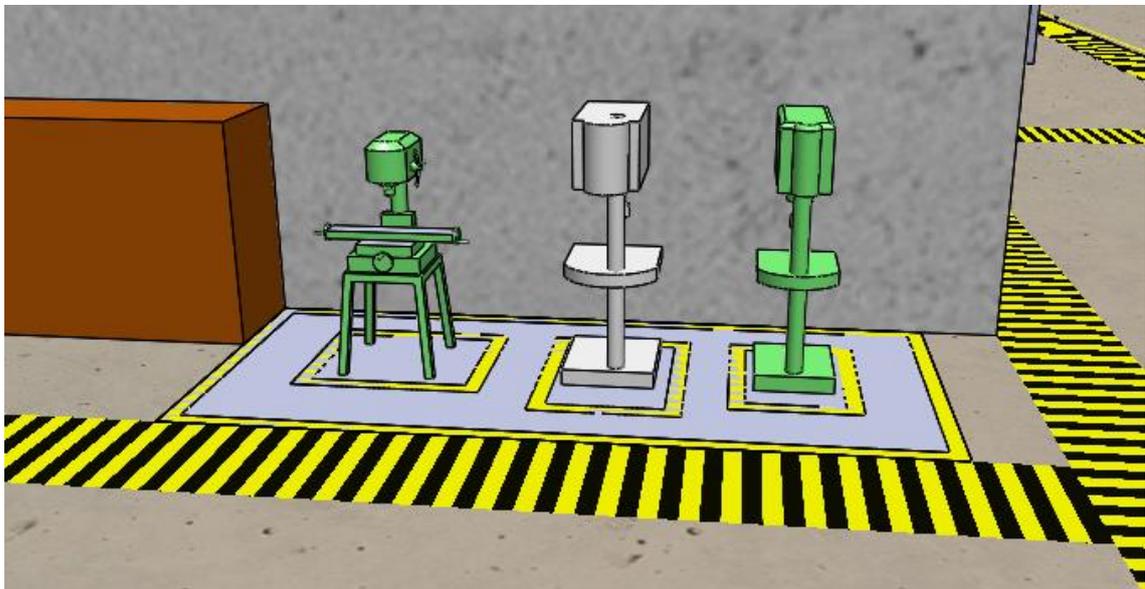


Figura 8-4: Área de fresado y taladrado propuesta.

Realizado por: Autores

Área en la que estarán ubicadas las máquinas herramientas fresadora y dos taladros tipo pedestal, de igual manera los accesorios de estas máquinas estarán ubicados en el armario de herramientas que se mencionó en el área de torneado.

4.2.2.8 Área de soldado

En esta área estarán ubicadas tres soldadoras eléctricas (con recipientes para ubicación de electrodos), una soldadora MIG, una soldadora de punto conjuntamente con dos mesas de trabajo de igual manera una estantería anclada a la pared con herramientas complementarias para la soldadura. Además, en esta área estarán ubicadas las cortadoras de disco y de cinta.

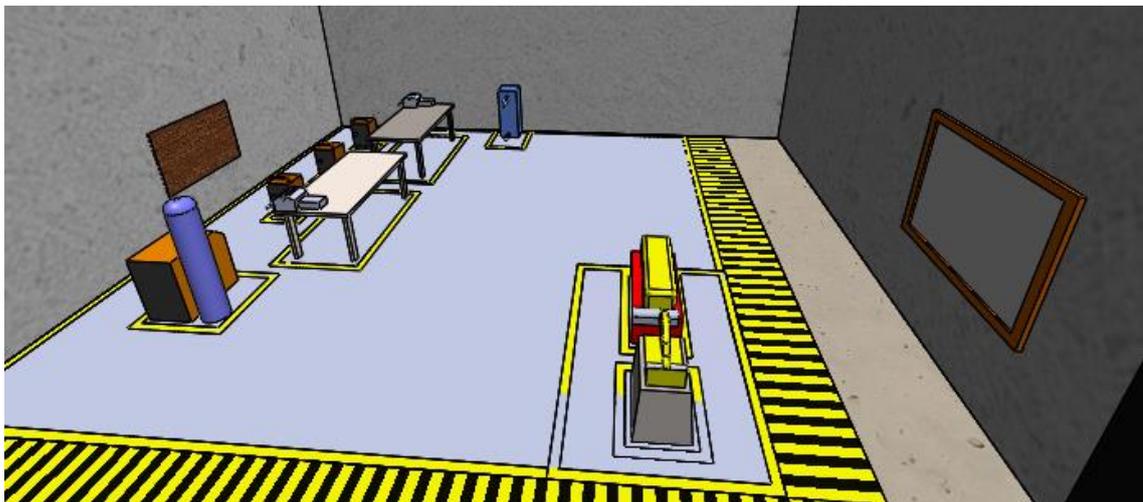


Figura 9-4: Área de soldado propuesta

Realizado por: Autores

4.2.2.9 Depósito de chatarra

Esta área se limita a la ubicación de los depósitos de chatarra.

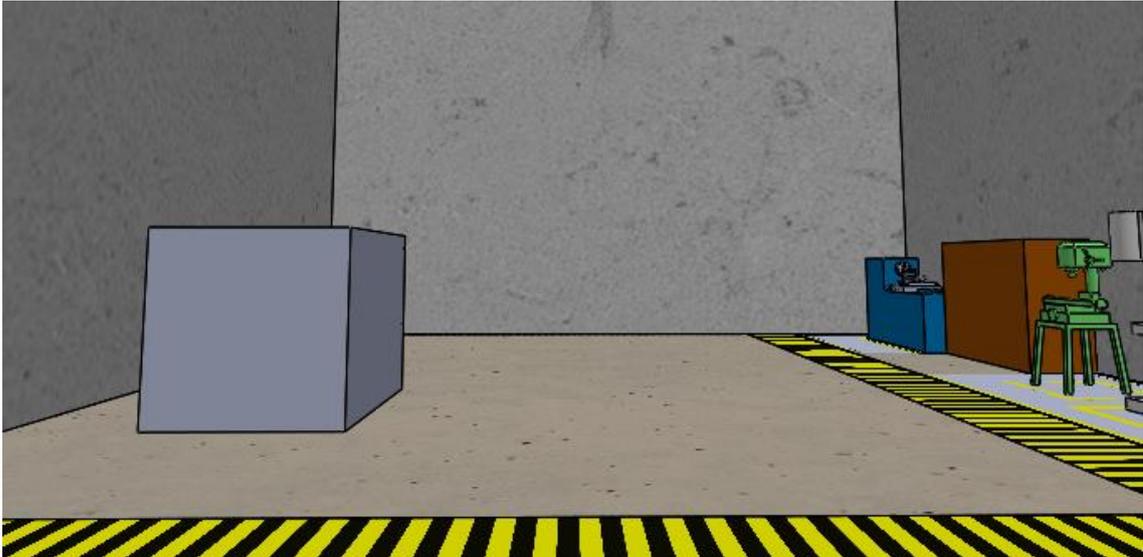


Figura 10-4: Depósito de chatarra propuesto

Realizado por: Autores

4.2.2.10 Área de ensamble

En esta área estarán ubicadas dos soldadoras eléctricas, tres mesas de trabajo (con recipientes para ubicación de electrodos); cuenta con un espacio amplio para el ensamble final y los procesos de pulido, cuyas herramientas estarán ubicadas en el almacén de herramientas.

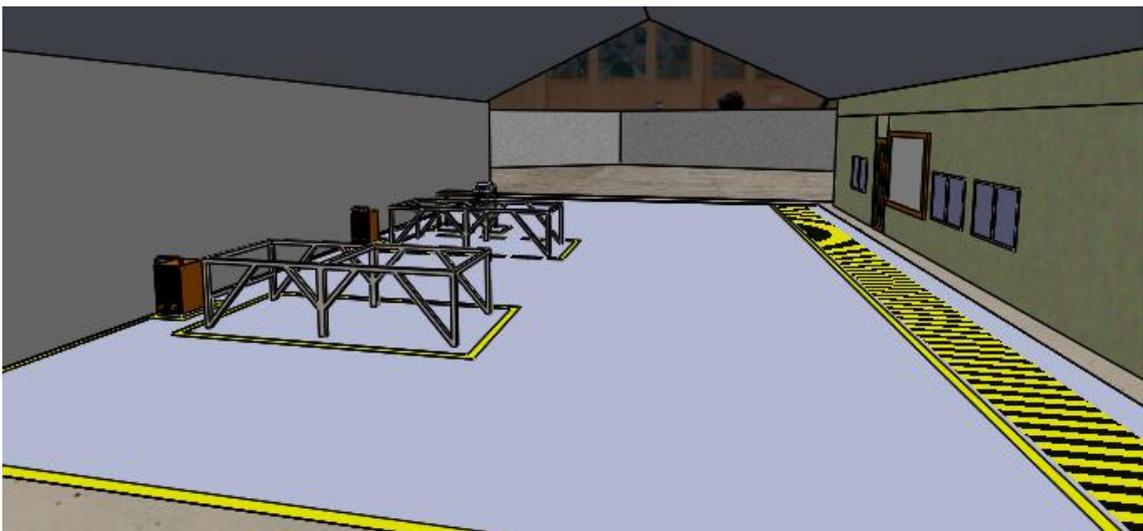


Figura 11-4: Área de ensamble propuesta

Realizado por: Autores

4.2.2.11 Área de pintado

Área en la que estarán ubicados el almacén de pintura y accesorios de pintado, el compresor y el horno de secado.

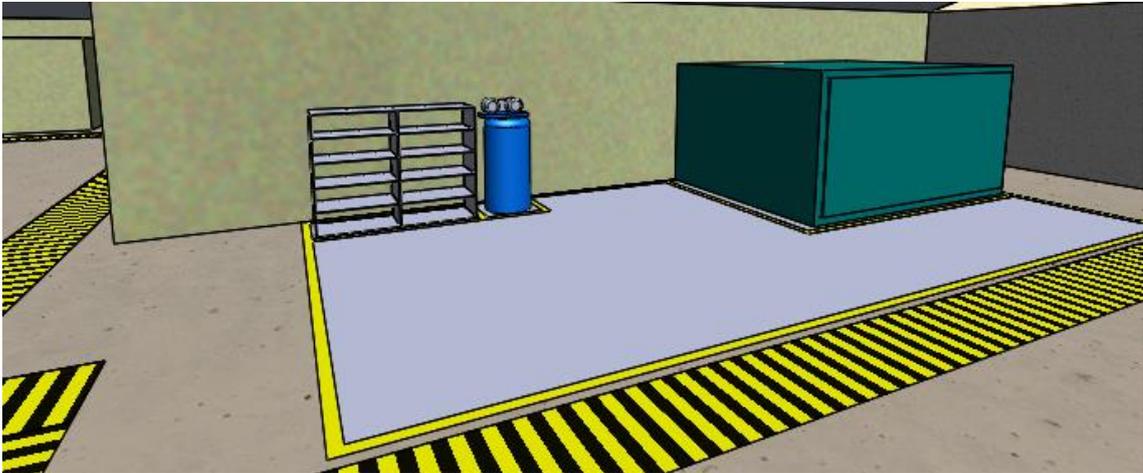


Figura 12-4: Área de pintado propuesta

Realizado por: Autores

4.2.2.12 Bodega de herramientas.

En esta área estarán colocadas las herramientas de forma que sea rápido su localización y reposición. Contará con estanterías para la colocación de herramientas manuales de trazado, corte, sujeción y un armario para herramientas eléctricas como taladros manuales, rectificadoras, remachadoras entre otras.



Figura 13-4: Bodega de herramientas propuesta.

Realizado por: Autores

4.2.2.13 Bodega de válvulas y accesorios

Se mantendrá la forma de almacenamiento de válvulas y accesorios presente en OMEGA.



Figura 14-4: Bodega de válvulas y accesorios.

Realizado por: Autores

4.2.2.14 Almacén de productos terminados

Esta área se limita al almacenaje de productos terminados hasta su retiro por el cliente.

En la siguiente tabla se detalla herramientas equipos y accesorios de acuerdo a las áreas propuestas.

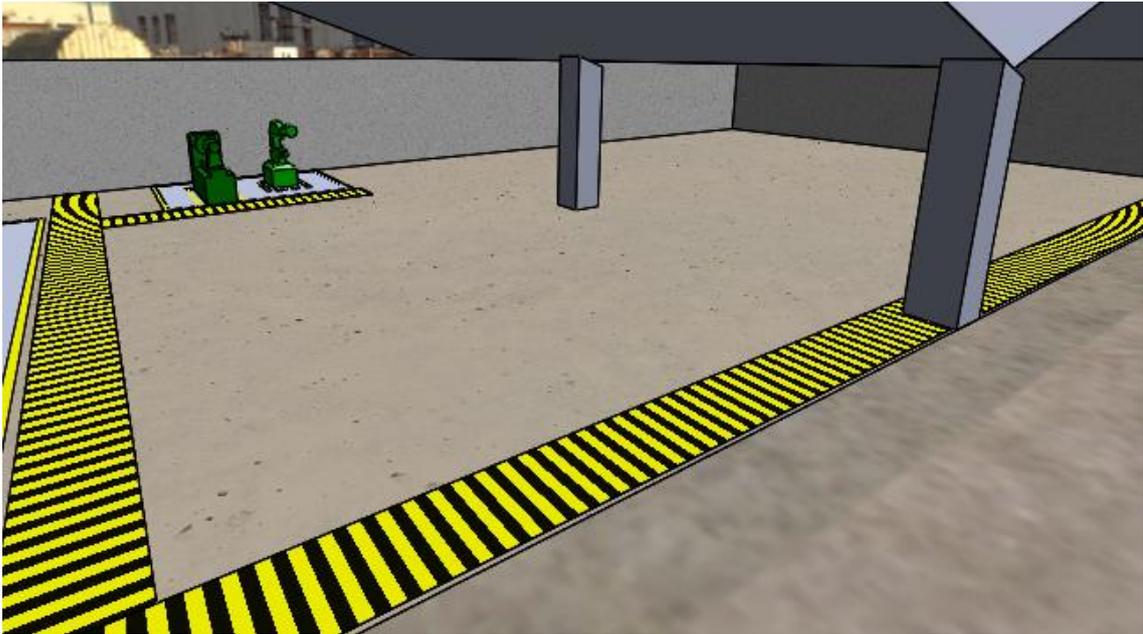


Figura 15-4: Alancen de productos terminados propuesto

Realizado por: Autores

Tabla 1-4: Herramientas-equipos y accesorios por área de trabajo

Área de trabajo	Herramientas -Equipos-Accesorio
Almacén de materia prima	Materia prima de acuerdo al tamaño, espesor y diámetro en estanterías
Área de trazado y corte con plasma.	2 mesas, una cizalla manual, soldadora eléctrica, la cortadora de plasma y una pequeña estantería ubicada en la pared con herramientas básicas de trazado (matrices de trazado), corte y sujeción.
Área de cortadora eléctrica.	Máquina cortadora eléctrica
Área de rolado.	Roladora de planchas, roladora de tubos, roladora de ángulos, respectivo apoyo.

Tabla 1-4 continuación: Herramientas-equipos y accesorios por área de trabajo

Área de plegado.	Plegadora eléctrica (con punzón y matriz detrás de la misma), plegador manual (debajo sus mandíbulas), prensa hidráulica y sus apoyos correspondientes.
Área de torneado.	Torno y un armario de herramientas (Cuchillas vidia (Cilindrado, refrentado, roscado), Cuchillas de Acero rápido (Cilindrado, refrentado, roscado), calibre, porta cuchillas, brocas, contrapunto)
Área de fresado y taladrado	Fresadora y dos taladros tipo pedestal, armario (entenalla, fresas, porta fresas, herramientas de ajuste, pulidoras)
Área de soldado	Tres soldadoras eléctricas, una soldadora MIG, soldadora de punto, dos mesas de trabajo, una estantería anclada a la pared con herramientas complementarias para la soldadura, cortadoras de disco y de cinta
Depósito de chatarra	Depósitos de chatarra
Área de ensamble	Dos soldadoras eléctricas, tres mesas de trabajo.
Área de pintado	Almacén de pintura y accesorios de pintado, el compresor y el horno de secado.
Bodega de herramientas.	Armario (herramientas de pulido-taladrado, discos, rectificadoras, remachadoras)
Bodega de válvulas y accesorios	Válvulas, accesorios, complementos de equipos
Almacén de productos terminados	Productos terminados

Realizado por: Autores

4.2.3 Seiso-Limpiar

Realizado las fases previas es fácil detectar las fuentes de suciedad poder minimizarlas o eliminarlas y lograr mantener áreas de trabajo limpias. Se deberá dejar limpias las áreas de trabajo al final de la jornada laboral y realizar una limpieza general de todas las áreas de trabajo, máquinas, equipos y accesorios semanalmente, además se pondrá en

condiciones óptimas todos los accesorios utilizados en el proceso productivo mediante un mantenimiento programado.

4.2.4 Seiketsu-Estandarizar

Se propone estandarizar cada área de trabajo con una correcta señalización, colocación de etiquetas en el almacenamiento de herramientas y accesorios; además de contar con la colaboración del personal mediante su capacitación en la herramienta 5S.

4.2.5 Shitsuke-Autodisciplinarse

La autodisciplina y el control está ligada al ciclo PHVA manteniendo un constante cambio en busca de mejoras en la aplicación de la herramienta 5S logrando progresos en el sistema productivo que maneja la empresa OMEGA además de una mejora considerable en el aspecto y funcionalidad de cada área de trabajo.

El gerente realizará un control visual de los estándares 5S incentivando el correcto comportamiento reconociendo la actitud positiva de los trabajadores frente a la filosofía 5S con el fin de mejorar su calidad de vida laboral.

4.3 Sistema de producción adaptado al JIT

Se ha tomado como ejemplo el proceso de fabricación de yogurteras, cuyo método de trabajo ha sido mejorado tomando en cuenta la distribución de planta propuesta y reorganizando las operaciones de forma que se reduzcan los tiempos de demora y transporte. Para ello se considera que la producción de piezas de la yogurtera se realice a la par del ensamble, evitando de esa forma las demoras provocadas por la espera que tiene que realizar una pieza lista para el ensamble hasta la fabricación de las piezas necesarias. Ver Anexo C (Diagramas de proceso y flujo). Con los cambios mencionados se obtiene los datos mostrados a continuación:

Tabla 2-4: Resumen de actividades de la propuesta de fabricación de yogurteras

RESUMEN				
Actividad	Símbolo	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)
Operación	○	39		2266
Transporte	⇒	17	395,74	55,37
Inspección	□	1		4,00
Demora	D	2		120,00
Almacenaje	▽	4		
		Total	395,74	2445,37

Realizado por: Autores

$$productividad = \frac{1 \text{ yogurtera}}{2445,37 \text{ min trabajo}} \times \frac{480 \text{ min trabajo}}{\text{día trabajo}}$$

productividad = 0,196 yogurteras/ día de trabajo

Con el método propuesto las demoras disminuyen de 4756 min a tan solo 120 min y el tiempo de los transportes baja de 66,96 min a 55,37 min; reduciéndose significativamente el tiempo desperdiciado en demoras. Permitiendo fabricar una yogurtera en un tiempo de 1789,5 min en comparación a los 3391 min del método actual.

4.3.1 Distribución propuesta

La distribución propuesta para la empresa OMEGA toma como criterios los estudios previos realizados en el capítulo III y la ampliación propuesta por el Gerente propietario. La empresa estará compuesta por dos plantas: la planta de ensamble y la planta de mecanizado en las cuales se ubican las distintas áreas de trabajo de manera que se simplifiquen transportes, demoras y otros desperdicios. Ver anexo C (Planos Propuestos). En la sucursal estarán distribuidos los procesos de preparación y pre-ensamble para los productos y servicios que ofrece OMEGA tomando como referencia la fabricación de la yogurtera que fue objeto de estudio del presente trabajo y se ubican las siguientes áreas:

- Almacén de materia prima
- Área de trazado y corte con plasma.

- Área de cortadora eléctrica.
- Área de rolado.
- Área de plegado.
- Área de torneado.
- Área de fresado y taladrado.
- Área de soldado (máquinas de corte de disco, de cinta y soldadoras)
- Depósito de chatarra

El acceso principal se encontrará en la avenida Leopoldo Freire dando acceso a la planta de mecanizado formada por el edificio de oficinas y atención al cliente. Detrás del edificio se encontrará ubicado el almacenaje de materia prima junto a las paredes laterales; también contará con una vía de circulación de vehículos y personas entre los almacenes, misma que seguirá hasta la salida posterior de la empresa. En los últimos 23 metros de largo de la planta de mecanizado se encuentran distribuidas las áreas mencionadas anteriormente.

El área de soldado y el depósito de chatarra estarán ubicadas en la parte posterior de la planta. El área de torneado y taladrado se ubicarán a continuación del depósito de chatarra. Una pared con un acceso central dividirá las áreas mencionadas de las demás. Las áreas de trazado y corte con plasma, cortadora eléctrica y rolado se encontrarán seguidas una de la otra y al lado derecho de la vía central, al otro lado de la vía se ubicará el área de plegado.

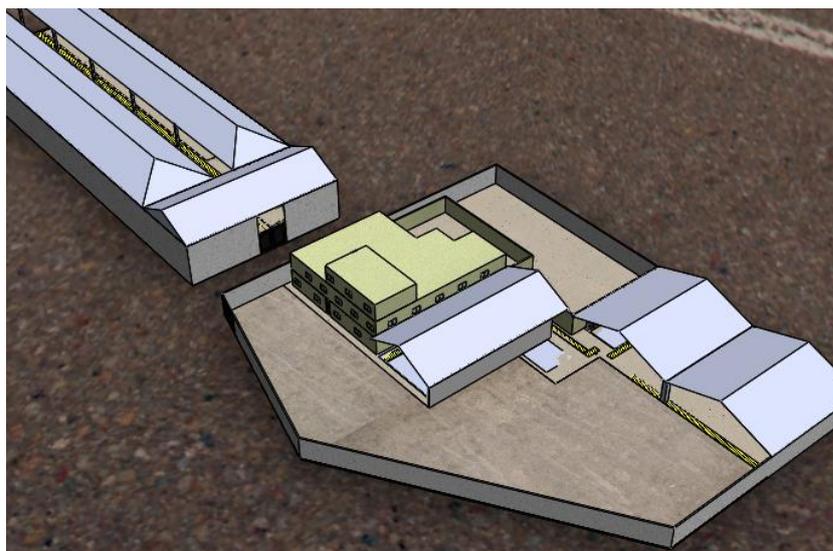


Figura 16-4: Plantas OMEGA PROPUESTO.

Realizado por: Autores

Los procesos de preparación y pre-ensamble son los principales generadores de chatarra en OMEGA, a causa de éstos se vio la necesidad de ubicar un depósito para su posterior tratamiento logrando de esta manera minimizar el impacto generado. El objetivo de este depósito es mantener el resto de áreas limpias designando un área específica para la ubicación de la chatarra sin que afecte las demás áreas de trabajo; este depósito deberá ser limpiado por lo menos una vez al mes para evitar saturar demasiado el depósito.

La planta de ensamble comprende los procesos de ensamble final, acabados y almacenaje de los productos que ofrece OMEGA, es decir; estarán distribuidas las siguientes áreas:

- Área de ensamble
- Área de pintado
- Bodega de herramientas
- Bodega de válvulas y accesorios
- Almacén de productos terminados
- Vestidores

El galpón cercano al acceso estará compuesto por el área de ensamble, área de herramientas, bodega de válvulas-accesorios y junto a las mismas estará ubicado los vestidores. En el segundo galpón se encuentra el área de pintado, las máquinas plumax, torno de torque y el almacén de productos terminados a las afueras de esta área se ubicará el área de pruebas de fugas.

La distribución propuesta nos brindará un flujo continuo en el proceso de fabricación de los diferentes productos que ofrece OMEGA iniciando el proceso en la planta de mecanizado y culmina en la planta de ensamble.

4.3.2 Equilibrio de la línea de producción

Para equilibrar la línea de producción se partió del método propuesto de fabricación de yogurteras. Se han agrupado las actividades para facilitar su análisis. Para determinar las actividades cuyos tiempos de trabajo deben ser lo más similares posibles se ha realizado el diagrama de ruta crítica para el producto en estudio.

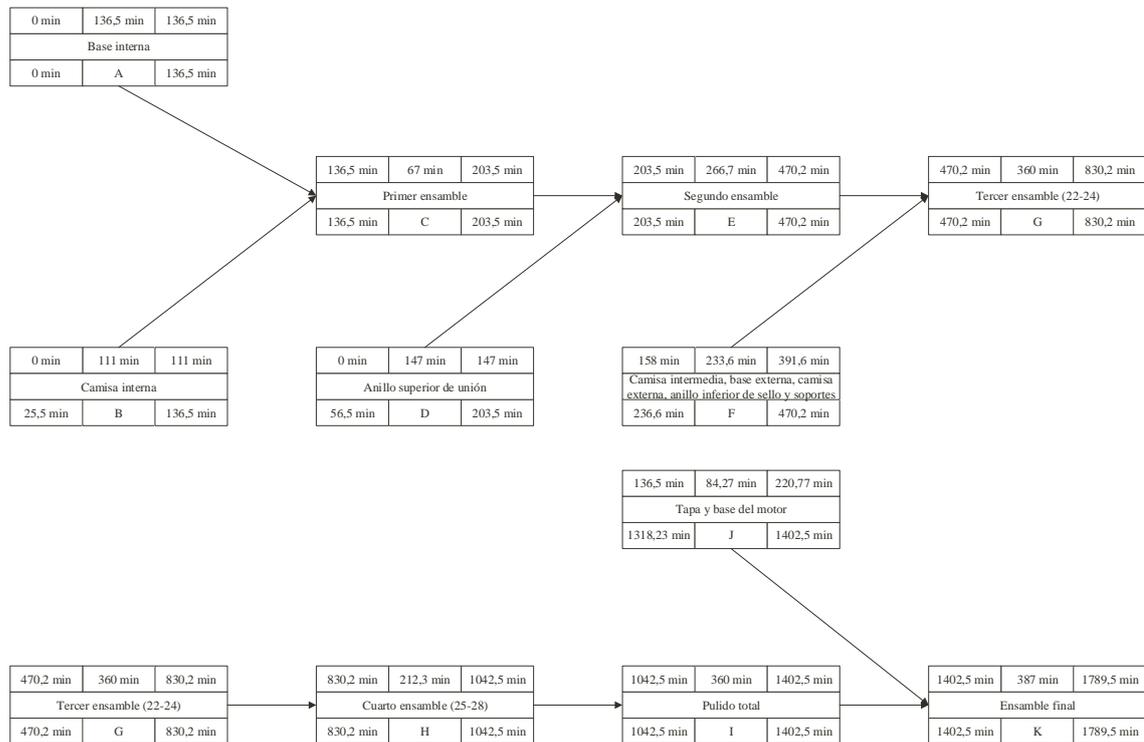


Figura 17-4: Ruta crítica para la propuesta de fabricación de yogurteras

Realizado por: Autores

En el diagrama se aprecia que las actividades que componen la ruta crítica son aquellas con las denominaciones: A, C, E, G, H, I y K; debido a que estas actividades forman parte del ensamble, el cual debe ser continuo y es el que determina la capacidad de producción de yogurteras. Por lo tanto, el equilibrio de la línea de producción debe centrarse en mantener la continuidad del ensamblaje y la disponibilidad de las piezas para este proceso.

Para el balanceo de la línea de producción se ha optado por dividir las actividades para dos trabajadores considerando que tengan la misma carga de trabajo. Se ha preferido esta opción a la de aumentar la capacidad de cada una de las actividades debido a la demanda que no es alta y solo se produce bajo pedido del cliente.

Para facilitar el balanceo de la línea se ha agrupado las actividades de tal forma que se obtengan tiempos similares, para finalmente obtener los tiempos de carga laboral para cada trabajador. Los datos se pueden apreciar en la tabla expuesta a continuación:

Tabla 3-4: Balanceo de línea para 2 trabajadores

ACTIVIDADES	Tiempo (min)		Combinación	
A	136,5	348,8	A+H	
B	111	444,27	I+J	
C	67	387	K	
D	147	444,7	B+C+E	
E	266,7	380,6	D+F	
F	233,6	360	G	
G	360			
H	212,3	Distribución de actividades final (2 trabajadores)		
I	360			
J	84,27	1°	1180,07	A+H+I+J+K
K	387	2°	1185,30	B+C+D+E+F+G

Realizado por: Autores

$$\text{Capacidad de producción de yogurteras} = \frac{1 \text{ yogurtera}}{1185,3 \text{ min}} \times \frac{480 \text{ min}}{\text{día}} \times \frac{5 \text{ días}}{\text{semana}}$$

$$\text{Capacidad de producción de yogurteras} = 2,025 \text{ yogurteras/semana}$$

En la tabla se puede apreciar los tiempos de producción para cada actividad. La distribución de actividades para dos trabajadores, tienen una carga laboral aproximada de 1185,3 min siendo este el tiempo de ciclo de producción y permitiendo elaborar una yogurtera cada 1185,3 min; dando como resultado una capacidad de producción de yogurteras de 2 por semana.

Dado que el área de ensamble está distanciada del área de mecanizado, será necesario reordenar las actividades y verificar la disponibilidad de las máquinas. Para ello se determina el ciclo de producción en el tiempo para cada uno de los trabajadores en la tabla 4-4.

En la tabla se aprecia que cada trabajador fabrica en primer lugar las piezas asignadas en el área de mecanizado para luego transportarlas al área de ensamble donde este proceso se realiza de forma continua. Esto permite reducir el transporte al área de ensamble a solo dos, dado que esta es la mayor distancia a recorrer en el proceso de fabricación. Las piezas que utilizan máquinas similares se fabrican en tiempos diferentes como por ejemplo la base interna y el anillo superior de unión que necesitan de la roladora; por lo que existe disponibilidad de maquinaria para trabajar de la forma organizada en la tabla.

Tabla 4-4: Determinación del ciclo de trabajo para la fabricación de yogurteras

Ciclo	Tiempo (min)	Trabajador 1	Trabajador 2	Tiempo (min)
	136,5	A	B	111,0
	220,7	J	D	283,5
	420,0	A	F	517,1
			C	584,1
			E	850,8
			G	1210,8
1	1423,1	H	B	1321,8
			D	1468,8
	1783,1	I	F	1702,4
			C	1769,4
	2170,1	K	E	2036,1
	2306,6	A	G	2396,1
2390,9	J			
2	2608,4	H	B	2507,1
	2968,4	I	D	2654,1
			F	2887,7
			C	2954,7
	3355,4	K	E	3221,4
	3491,9	A	G	3581,4
3576,2	J			

Realizado por: Autores

También se puede apreciar que el ciclo de trabajo inicia al minuto 1210,8 y que la primera yogurtera terminaría su fabricación al minuto 2170,1; por lo que se recomienda dividir las actividades de esta forma para producciones de 2 o más unidades, y para elaborar una unidad se debería asignar la elaboración de las piezas a un trabajador y el ensamble a otro para obtener un tiempo de trabajo igual al *Lead Time*.

A continuación, se muestra el porcentaje de balance de línea y el costo de mano de obra para dos obreros; así como la capacidad de producción de yogurteras.

Tabla 5-4: Balance de línea para la fabricación de yogurtera

No	Obreros	Tiempo (min)	Actividades	Tiempo (min)	Actividades
1	Trabajador 1	1789,5	A+C+E+G+H+I+K	1180,07	A+H+I+J+K
2	Trabajador 2	575,87	B+D+F+J	1185,3	B+C+D+E+F+G
A	Tiempo total por unidad por trabajador		2365,37		2365,37
B	Ciclo de control (ritmo del cuello)		1789,50		1185,30
C	No. De operarios en la línea		2,00		2,00
D	Tiempo total de la línea		3579,00		2370,60
E	% balance de línea		0,66		0,99
F	Ciclo de trabajo ajustado		1789,50		1185,30
G	Unidades / hora		0,03		0,05
H	Unidades / turno		0,27		0,40
I	Unidades / operarios		0,13		0,20
J	Costo de mano de obra por unidad		\$143,91		\$95,32

Realizado por: Autores

En la tabla se puede apreciar que, al dividir adecuadamente las actividades para los trabajadores, el tiempo de ciclo disminuye considerablemente, el balance de línea es del 99% y el costo de mano de obra disminuye a \$95,32 por yogurtera mostrándose un beneficio económico considerable.

Se puede duplicar la capacidad de producción con la asignación de dos trabajadores más, quienes empezarían el ciclo de producción de la Tabla 11-4 al minuto 420 ya que en ese momento existe la disponibilidad de la maquinaria. El mismo análisis del equilibrio de línea aplicado para la yogurtera puede ser utilizado para mejorar la capacidad de producción de otros productos que demanden volumen de producción considerable.

4.3.3 Propuesta para la preparación de las máquinas

La preparación de las máquinas se realiza mientras las máquinas están apagadas y su duración es de un corto periodo de tiempo, el cual no supera los 9 minutos dado que las actividades en su mayoría son de cambio de herramienta y ubicación de material; además las máquinas necesitan de la supervisión del trabajador para poder funcionar correctamente. Las herramientas necesarias para la preparación de las máquinas se encuentran en la bodega, la cual actualmente se ubica cerca del área de taladrado.

Para mejorar la metodología de preparación de las máquinas, es necesario acercar las herramientas al puesto de trabajo donde se las necesita y estandarizar el método de trabajo para evitar los errores y por ende reprocesos al momento de preparar la maquinaria. Con este propósito se han propuesto procedimientos para la preparación de las máquinas enlistadas a continuación:

- Fresadora
- Cortadora eléctrica
- Roladora
- Plegadora eléctrica
- Taladros
- Soldadora MIG
- Soldadoras eléctricas

Los procedimientos deberán ser enseñados a los trabajadores de la empresa por medio de capacitaciones con el fin que comprendan el objetivo de su aplicación y como deberán ejecutarse en las diferentes áreas de trabajo. Ver Anexo D (Procedimientos de preparación de máquinas)

4.3.4 *Diseño Kanban*

Kanban ayuda a la producción JIT indica ¿Qué? y ¿Cuánto? hay que producir, pero implementar tarjetas Kanban de orden de producción y transporte en cada fase productiva del método sería infructífero, porque la producción implementada en OMEGA no es en serie. Por ello se plantea la creación de tarjetas kanban propias que den un control general de la producción informando tanto a los trabajadores como al Gerente propietario las ordenes de producción mostrando cantidad, tipo, y estado de los productos que se estén realizando.

Cantidad y tipo de producto o servicio	Estado		
	Características Técnicas	Pendiente	En proceso
3	Yogurteras 300 litros	1	2
1	Tanque de 1000 litros	1	

Figura 18-4: Propuesta Kanban

Realizado por: Autores

La tarjeta kanban propuesta plantea informar de forma sintetizada el tipo, cantidad de producto o servicio como su estado ya sea pendiente, en proceso o terminado. Con el fin de tener un control de la producción de OMEGA en forma visual.

4.3.5 *Estandarización del método utilizando la herramienta Poka Yoke.*

Esta herramienta intenta realizar un proceso sin errores, pero como se mencionó anteriormente la producción no es en serie y es difícil estandarizar la realización de cada uno de los procesos y actividades, mas debido a la experiencia de trabajos previos se podrá realizar recomendaciones de la forma correcta de realizar los procesos y actividades con el fin de prevenir errores y evitar los reprocesos, esta manera será el comienzo de un

método estandarizado en base al poka yoke que ataca la fuente de los errores en el sistema productivo.

Simultáneamente se realizará capacitaciones sobre los estándares propuestos en:

- Sistema de producción adaptado a las herramientas 5S
- Distribución propuesta
- Trabajar de acuerdo al equilibrio de línea propuesto
- Procedimientos para la preparación de las máquinas SMED
- Comunicación en base a la propuesta Kanban

4.4 Mejora continua con Kaizen.

Finalmente, Kaizen es la herramienta de mejoramiento continuo que nos permitirá un constante avance hacia la excelencia productiva en OMEGA involucrando el alto mando como a los trabajadores, tomando como fundamentos la orientación al cliente, sistema de sugerencias, disciplina en el lugar de trabajo, justo a tiempo, cero defectos, relaciones cooperativas trabajadores-administración, mejoramiento de la productividad y el desarrollo de los nuevos productos. Kaizen busca la calidad del producto, mano de obra con el fin de identificar las causas de defectos por medio del uso de las herramientas de la calidad, a nivel de toda la empresa, mejorando los procesos administrativos y de comunicación con el personal, teniendo como meta la satisfacción de las necesidades del cliente, reduciendo costos, reduciendo precios y manteniendo un cliente fiel. Kaizen pretende involucrar inclusive a los proveedores de materia prima.

Para su aplicación se deberá impartir una capacitación sobre la filosofía Lean Manufacturing y Kaizen. Además, para la mejora continua se deberá crear un control estadístico de calidad y evaluar el sistema productivo una vez implementado las herramientas de calidad buscando oportunidades de mejora.

4.5 Sistema de producción actual vs propuesta

Tabla 6-4: Sistema de producción actual vs propuesta

	Actual	Propuesta	Porcentaje de mejora
Tiempo total de diagramas	7092,96 min	2445,37min	65,52%
Capacidad de producción	0,708 yogurteras/semana	2,025 yogurteras/semana	186,02%
Productividad	0,067 yogurteras/ día de trabajo	0,196 yogurteras/ día de trabajo	192,54%
Lead time	11,5 días	3,73 días	67,57%
Demoras	4756 min	120 min	97,48%
Sobreproducción	29660,65 min	0 min	100,00%
Transportes y movimientos	66,96 min	55,37 min	17,31%
Seiri (seleccionar)	2,95	5	69,49%
Seiton (ordenar)	2,86	5	74,83%
Seiso (limpiar)	2,68	4	49,25%
Seiketsu (estandarizar)	1,50	4	166,67%
Shitsuke (autodisciplina)	1,55	4	158,06%
Costo de mano de obra por unidad	\$ 136,35	\$ 95,32	30,09%

Realizado por: Autores

4.6 Planificación para la implementación de la propuesta

Tabla 7-4: Planificación para la implementación de la propuesta

N°	Actividad	Responsable	Duración	Recursos	
				Otros	Humanos
1	Capacitación Lean Manufacturing (Producción Esbelta)- PRINCIPIOS	Gerente-Propietario	5 h	Tríptico, Pancarta, proyector.	Capacitador.
2	Capacitación Sistema de producción adaptado a las 5S	Gerente-Propietario	5 h	Pancarta, proyector.	Capacitador
3	Reubicación de las áreas de trabajo de acuerdo la distribución propuesta.	Gerente-Propietario	1 mes y medio	Transporte, herramientas, medios de sujeción.	----- Trabajadores
4	Implementación de los estándares la herramienta 5S	Gerente-Propietario	2 semanas	Señalética, etiquetas, estanterías, anaqueles.	Trabajadores.
4	Capacitación del nuevo método de comunicación en base a la Kanban	Gerente-Propietario	1 h	Pancarta, proyector, pizarrón.	Capacitador
5	Capacitación del método de trabajo propuesto.	Gerente-Propietario	5 h	Pancarta, proyector, diagramas de proceso.	Capacitador
6	Capacitación del trabajo en base al equilibrio de línea de producción propuesta	Gerente-Propietario	2 h	Proyector, folleto	Capacitador
7	Capacitación sobre los procedimientos de la preparación de máquinas.	Gerente-Propietario	5 h	Proyector, procedimientos	Capacitador
8	Evaluación del sistema de producción por medio de las herramientas de calidad	Gerente-Propietario	2 meses	Hojas de recogida de datos, computadora, instrumentos de medición.	Auditor

Realizado por: Autores

CAPÍTULO V

5 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Para el estudio de factibilidad se considera el Estado de Resultados de la empresa “OMEGA” del año 2017; con el fin de analizar la factibilidad económica del sistema de producción propuesto y el tiempo de recuperación económica de la empresa. Con el estudio se puede apreciar la viabilidad económica de la propuesta, a más de facilitar la toma de decisiones respecto a su aplicación.

5.1 Estado de resultados año 2017

El sistema de producción propuesto en el capítulo anterior muestra una reducción del costo de mano de obra equivalente al 30%. Dado que los cambios de la propuesta afecta a la fabricación de todos los productos de la empresa, se espera que el costo de mano de obra en general se reduzca en este porcentaje. Tomando en cuenta la reducción del costo de mano de obra, el Estado de Resultados para el año 2017 queda de la siguiente manera.:

La información del estado de resultados de la tabla permite observar la actividad económica de la empresa durante el año 2017 y de esta forma determinar el flujo de caja para los próximos cinco años y facilitar el cálculo de los indicadores de inversión.

Tabla 1-5: Estado de Resultados "OMEGA" 2017

INGRESOS		
Estado de resultados ingresos Ventas netas locales gravadas con tarifa diferente de 0% de IVA	\$ 50.377,65	
Total ingresos	\$ 50.377,65	
COSTOS Y GASTOS		
	Costos	Gastos
Compras netas locales de bienes no producidos	\$ 30.118,11	
Sueldos, salarios y demás remuneraciones que constituyen materia gravada del IESS		\$ 9.450,00
Aporte a la seguridad social (incluye fondo de reserva)		\$ 1.518,75
Honorarios a extranjeros por servicios ocasionales		\$ 1.500,00
Total costos	\$ 30.118,11	
Total gastos		\$ 12.468,75
Total costos y gastos	\$42.586,86	
Conciliación tributaria		
Utilidad del ejercicio	\$ 7.790,79	

Realizado por: OMEGA

5.2 Costos de inversión

En la siguiente tabla se detallan los recursos necesarios para llevar a cabo la implementación del sistema de producción propuesto dando un total de \$5785 de costo de inversión. Se describen los materiales, muebles, enseres y profesionales necesarios para implementar el sistema de producción propuesto.

Tabla 2-5: Costos de inversión de la propuesta del sistema de producción

Cant.	Descripción		Costo unitario	Costo total
3	Capacitación	20 h	\$ 90,00	\$ 270,00
6	Pancartas	1x1,5 m	\$ 5,00	\$ 30,00
17	Señales		\$ 5,00	\$ 85,00
2	Paquete de hojas adhesivas para etiquetas		\$ 5,00	\$ 10,00
40	Galón de pintura	313,84 m2	\$ 30,00	\$ 1.200,00
1	Estanterías de pared		\$ 50,00	\$ 50,00
2	Anaqueles		\$ 120,00	\$ 240,00
2	Pizarrón		\$ 60,00	\$ 120,00
1	Alquiler de grúa		\$ 200,00	\$ 200,00
5	Mano de obra		\$ 386,00	\$ 1.930,00
1	Contenedor de chatarra	3x2x1,5 m	\$ 250,00	\$ 250,00
1	Mesas de trabajo	2,5x1,5x0,8 m	\$ 200,00	\$ 200,00
1	Auditor del sistema de producción		\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
			Total	\$ 5.785,00

Realizado por: Autores

5.3 VAN, TIR, PRI y análisis costo-beneficio

A continuación, se detallan los costos de la depreciación de los muebles y enseres considerados en la inversión y la amortización del préstamo necesarios para costear la implementación del sistema de producción propuesto; todo lo mencionado está considerado para un plazo de cinco años.

Tabla 3-5: Depreciación de muebles y enseres de la inversión

Año	Valor	1	2	3	4	5
Muebles y enseres	\$680,00	\$68,00	\$68,00	\$68,00	\$68,00	\$68,00

Realizado por: Autores

Tabla 4-5: Amortización del préstamo para la inversión

Nº. De pago	Saldo inicial	Importe total del pago	Principal	Interés	Saldo final	Interés acumulado
1	\$5.785,00	\$1.487,28	\$966,63	\$520,65	\$4.818,37	\$520,65
2	\$4.818,37	\$1.487,28	\$1.053,63	\$433,65	\$3.764,74	\$954,30
3	\$3.764,74	\$1.487,28	\$1.148,45	\$338,83	\$2.616,29	\$1.293,13
4	\$2.616,29	\$1.487,28	\$1.251,81	\$235,47	\$1.364,48	\$1.528,60
5	\$1.364,48	\$1.364,48	\$1.241,67	\$122,80	\$0,00	\$1.651,40

Realizado por: Autores

Para el cálculo de los indicadores de inversión, se considera el ejercicio de la actividad económica para un período de cinco años. El flujo de caja toma en consideración la información del Estado de Resultados, depreciación, amortización y un crecimiento de la actividad económica de la empresa del 3% anual tomando en cuenta el crecimiento económico de las empresas manufactureras ver la siguiente tabla:

Tabla 5-5: Margen Neto de empresas Manufactureras de Ecuador

Año	2017	2016	2015	2014	2013
Margen Neto Empresas Manufactureras	0,038	0,017	0,02	0,043	0,033

Realizado por: (SUPERCIAS)

Tomando en cuenta los datos se calcula la tasa de crecimiento

$$Tasa\ de\ crecimiento = \left(\frac{Margen\ neto_{actual}}{Margen\ neto_{pasado}} \right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

Ecuación 1-5: Tasa de crecimiento

$$Tasa\ de\ crecimiento = \left(\frac{0,038}{0,033} \right)^{\frac{1}{5}} - 1$$

$$Tasa\ de\ crecimiento = 0,03$$

Dada la tasa de crecimiento del 3% anual, en base a los datos de la SUPERCIAS, el flujo de efectivo neto de la empresa después de la inversión, para cinco años de operación, queda de la siguiente manera:

Tabla 6-5: Flujo de caja para 5 años

Año	0	1	2	3	4	5
Decisiones de inversión						
Inversión	\$5.785,00					
Decisiones de operación						
Total ingresos		\$50.377,65	\$51.888,98	\$53.445,65	\$55.049,02	\$56.700,49
Total costos		\$30.118,11	\$31.021,65	\$31.952,30	\$32.910,87	\$33.898,20
Total gastos		\$12.468,75	\$12.842,81	\$13.228,10	\$13.624,94	\$14.033,69
Utilidad del ejercicio		\$7.790,79	\$8.024,51	\$8.265,25	\$8.513,21	\$8.768,60
Impuesto		\$934,89	\$962,94	\$991,83	\$1.021,58	\$1.052,23
Depreciación		\$68,00	\$68,00	\$68,00	\$68,00	\$68,00
Decisiones de financiamiento						
Amortización		\$1.487,28	\$1.487,28	\$1.487,28	\$1.487,28	\$1.364,48
Flujo de Efectivo Neto		\$5.300,62	\$5.506,29	\$5.718,14	\$5.936,34	\$6.283,89

Realizado por: Autores

Para el cálculo de los indicadores es necesario contar con los valores presentes del flujo de efectivo neto, para lo cual se utiliza el interés dado por la TMAR. Su cálculo involucra la tasa de inflación del país, pero en la actualidad la tasa es del -0,21% por lo cual se considera una TMAR no inflacionaria tomando solo el valor del premio al riesgo para lo cual considera la actividad productiva de la empresa. La empresa OMEGA posee una demanda variable con una competencia considerable, características de un riesgo medio; por consiguiente, la TMAR toma un valor del 10%.

Tabla 7-5: Valores presentes del flujo de efectivo neto

Año	0	1	2	3	4	5
Inversión	\$5.785,00					
Valor presente		\$4.818,74	\$4.550,65	\$4.296,12	\$4.054,60	\$3.901,80
Valor presente acumulado		\$4.818,74	\$9.369,40	\$13.665,52	\$17.720,12	\$21.621,92

Realizado por: Autores

Tomando en cuenta los valores presentes de la Tabla 27-5 se calcula el Valor Actual Neto de la siguiente manera:

$$VAN = -I + \sum_i^n \frac{\text{utilidad neta}}{(1 + TMAR)^i}$$

Ecuación 2-5: Valor Actual Neto

$$VAN = -\$ 5 785 + \$ 21 621,92 = \$ 15 836, 92$$

Dado que el VAN es positivo, significa que la inversión es viable. El cálculo de la Tasa Interna de Retorno se muestra a continuación:

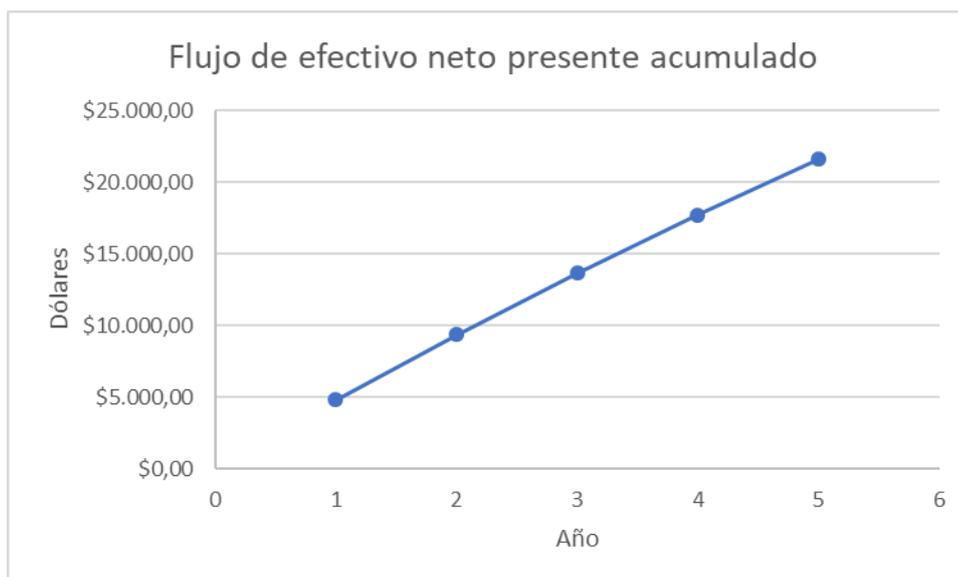
$$0 = -I + \sum_i^n \frac{\text{utilidad neta}}{(1 + TIR)^i}$$

Ecuación 3-5: Tasa Interna de Retorno

$$0 = -\$5 785 + \frac{\$5 300,62}{(1 + TIR)^1} + \frac{\$5 506,29}{(1 + TIR)^2} + \frac{\$5 718,14}{(1 + TIR)^3} + \frac{\$5 936,34}{(1 + TIR)^4} + \frac{\$6 283,89}{(1 + TIR)^5}$$

$$TIR = 91, 23\%$$

Dado que la TIR es superior al costo del capital dado por un valor de la TMAR del 10%, significa que la inversión en la propuesta es rentable.



Gráfica 1-5: Valor presente del flujo de efectivo neto acumulado

Realizado por: Autores

En la gráfica anterior se puede apreciar el crecimiento del valor acumulado del flujo de efectivo neto durante 5 años y muestra que entre el primer y segundo año se recupera la inversión, por lo tanto, para obtener el PRI se interpola usando los datos del primer y segundo año dando como resultado que la inversión se recupera en un año 3 meses aproximadamente. De esta fecha en adelante los flujos de efectivo neto muestran las ganancias anuales que podría obtener la empresa.

$$\frac{2\text{ años} - 1\text{ año}}{\$9\,369,40 - \$4\,818,74} = \frac{PRI - 1\text{ año}}{\$5\,785 - \$4\,818,74}$$

Ecuación 4-5: Período de Recuperación de la Inversión

$$PRI = \frac{\$5\,785 - \$4\,818,74}{\$9\,369,40 - \$4\,818,74} + 1 = \mathbf{1,21 \text{ años}}$$

Para el análisis costo-beneficio, se toma en cuenta los valores actuales de los ingresos y los valores actuales de los costos para cada uno de los años por medio de la siguiente ecuación:

$$B/C = \frac{VAI}{VAC}$$

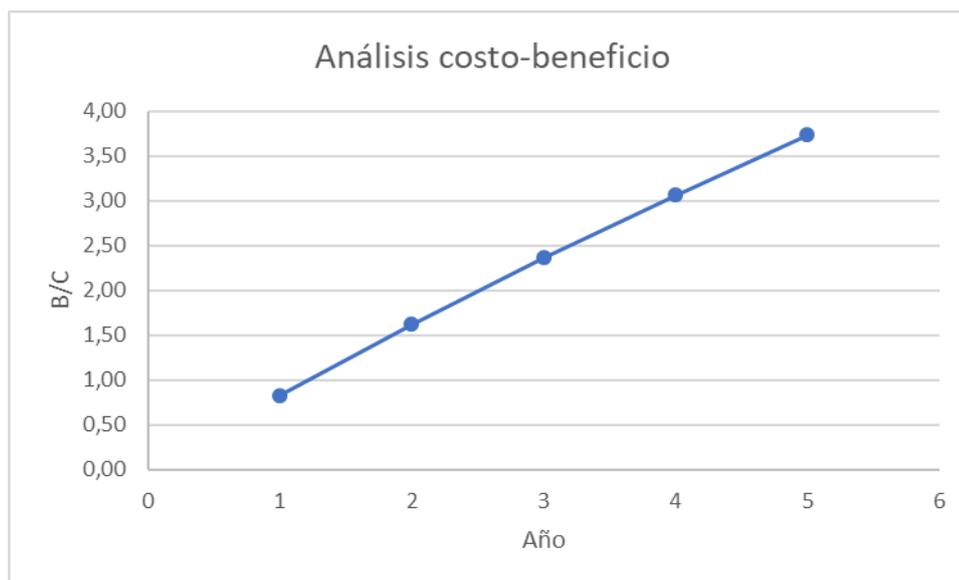
Ecuación 5-5: Índice de costo-beneficio

A continuación, se muestra el valor del índice de costo beneficio a lo largo de cinco años:

Tabla 8-5: Análisis costo beneficio durante 5 años

Año	1	2	3	4	5
C/B	0,83	1,62	2,36	3,06	3,74

Realizado por: Autores



Gráfica 2-5: Análisis costo-beneficio en función del tiempo

Realizado por: Autores

En la Gráfica 5-5 se aprecia un crecimiento continuo del costo-beneficio partiendo de un valor inferior a uno en el primer año. A partir del segundo año se aprecia que la propuesta empieza a ser rentable y a aumentar su rentabilidad conforme pasa el tiempo. El crecimiento continuo de este índice se debe principalmente a que se realiza la inversión una sola vez al inicio del tiempo analizado y el aumento del valor presente del flujo de efectivo neto acumulado.

CAPÍTULO VI

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

En la empresa “OMEGA” no existe un producto predominante para el análisis del sistema de producción por ello se estudió la fabricación de yogurteras, la cual contempla los puestos más utilizados en los diferentes procesos productivos. El método actual da lugar a desperdicios contemplados en la metodología Lean Manufacturing como son las demoras que ocupan demasiado tiempo en el proceso y la sobreproducción debido a periodos de inactividad.

La evaluación de las 5S del sistema de producción reveló que la empresa no clasifica de forma adecuada las cosas necesarias de las innecesarias para el trabajo. Mantiene un cierto orden de las herramientas y materiales utilizados. Hay un déficit de limpieza en algunas áreas de trabajo especialmente en la bodega de materiales; la falta de estandarización genera un desorden general y esto evidencia una falta de disciplina en la empresa. Al realizar la evaluación del método actual de trabajo se determinó que las diferentes actividades deben ser optimizadas y los puestos de trabajo deben ser reubicados de forma eficiente y en coherencia con el método de trabajo. Además, presenta una carencia en el cumplimiento de los factores de una distribución de planta óptima.

La distribución de planta propuesta tendrá las siguientes características: flexibilidad para la producción, accesos necesarios para mantenimiento y limpieza, facilidad de eliminación de desperdicios, distancia mínima entre los puestos diseñados para dar comodidad y seguridad al trabajador manteniendo el flujo unidireccional de la producción con una correcta señalización de áreas de trabajo y circulación.

Adaptando el sistema productivo a las 5S conjuntamente con la distribución propuesta generará beneficios como: la liberación de espacios en las diferentes áreas de trabajo, reducción de demoras, orden de equipos y accesorios de manera que sean fáciles y rápidos de encontrar, manteniendo la disciplina de los trabajadores en el estándar propuesto para mejorar el ambiente laboral haciendo de esta una práctica diaria.

La herramienta SMED utilizará la reducción de tiempos de búsqueda de las 5S y la estandarización de la preparación de las máquinas por medio de procedimientos con el fin de mantener los tiempos de preparación bajo los 10 min. La estandarización del sistema de producción propuesto logrará la reducción del error humano cumpliendo con el propósito de la herramienta Poka yoke.

Para mejorar la comunicación interna de la empresa se ha diseñado una tabla en base a la herramienta Kanban en la que se describe los productos que se deberán elaborar a partir de los pedidos del cliente solucionando los problemas de sobreproducción.

El sistema de producción propuesto dará como resultado que el total del diagrama de proceso bajará de 7092,96 min a 2445,37min y la productividad incrementará de 0,708 yogurteras/semana a 2,025 yogurteras/semana. El balanceo de línea generará como resultado un trabajo cooperativo entre dos trabajadores incrementando la productividad de 0,067 yogurteras/ día de trabajo a 0,196 yogurteras/ día de trabajo con un balance de línea del 99%, reduciendo el costo de mano de obra de \$ 136,35 a \$ 95,32.

Aplicando el sistema productivo a todos los productos de la empresa se espera un ahorro de mano de obra de aproximadamente un 30%. Tomando que un proyecto se aplica a 5 años y considerando una TMAR del 10% el VAN arroja un valor de \$ 15 836,92 indicando que el proyecto es viable. El TIR arroja un valor del 91,23% demostrando que la propuesta es rentable y el PRI indica que la inversión podrá recuperarse aproximadamente en un años y tres meses a partir de su implementación; exponiendo que la filosofía Lean Manufacturing es altamente rentable y eficiente en la aplicación de la industria manufacturera.

6.2 Recomendaciones

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo que busca la mejora de cualquier sistema productivo, identifica los desperdicios eliminando aquellos que no generan valor agregado, involucrando desde el más alto mando hasta el trabajador para una mejora continua. La calidad, el bajo costo, la eficiencia, producir en función de los requerimientos de los clientes son los pilares del Lean Manufacturing. Por ello se recomienda la implementación de esta filosofía en el sistema productivo de OMEGA.

Buscar mercado para aprovechar la capacidad productiva de la empresa. Aplicar el sistema JIT para evitar la sobreproducción y efectuar un balanceo de líneas a través de la división de actividades para aprovechar la capacidad productiva de la empresa

Aplicar la distribución propuesta para mantener distancias mínimas entre puestos, flujo unidireccional, comodidad y seguridad de los trabajadores; además de realizar la cimentación adecuada para la instalación de las máquinas. Se deberá diseñar de forma adecuada una iluminación y ventilación procurando aprovechar fuentes naturales.

Aplicar la herramienta 5S para mantener el orden y limpieza, conjuntamente con una capacitación a los miembros de la empresa.

Apegarse a los estándares del sistema propuesto logrando disciplina y contar con un profesional que evalúe el sistema de producción con el fin de cumplir con la mejora continua, a la vez que disminuye los errores humanos.

BIBLIOGRAFÍA

Amaru, Antonio Cesar. 2009. *Fundamentos de Administración. Teoría general y proceso administrativo.* México : PEARSON EDUCACIÓN, 2009. págs. 82, 171, 223.

Becerra Rodríguez, Fredy, Cárdenas Aguirre, Diana María y Castrillón Gómez, Ómar Danilo. 2008. *Gestión de la producción: una aproximación conceptual.* Bogotá : Universidad Nacional de Colombia, 2008. págs. 16, 17.

Caba, Naim, Chamorro, Oswaldo y Fontalvo, Tomás. 2011. *GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y OPERACIONES.* 2011. págs. 3-7.

Campins Masriera, Juan Antonio y Velasco Sánchez, Juan. 2013. *Gestión de la producción en la empresa.* Madrid : Ediciones Pirámide, 2013. págs. 267-304.

EQUIPOS, OMEGA MAQUINARIAS Y. Listado de materiales. [En línea] [Citado el: 20 de Mayo de 2018.] <http://omegamaquinarias.webs.com/>.

ESADE. 2004. *Guías de gestión de la Innovación Producción y Logística.* Barcelona : s.n., 2004. pág. 58.

Gaither, Norman y Frazier, Greg. 2000. *ADMINISTRACIÓN DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES.* Madrid : Ediciones Paraninfo, 2000. pág. 5.

Gutiérrez Pulido, Humberto y de la Vara Salazar, Román . 2013. *Control estadístico de la calidad y seis sigma.* Decimo Tercera. México D.F. : McGRAW-HILL, 2013. págs. 137-165.

Heizer, Jay y Render, Barry. 2007. *Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones estratégicas.* Octava. Madrid : PEARSON EDUCACIÓN, S.A., 2007. págs. 251-257.

—. **2008.** *Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones tácticas.* Octava. Madrid : PEARSON EDUCACIÓN, S.A., 2008. págs. 251-257.

Hernández Matías, Juan Carlos y Vizán Idoipe, Antonio. 2013. *Lean Manufacturing Conceptos, Técnicas e Implementación.* Madrid : Creative Commons, 2013. págs. 10-27.

Imai, Masaaki. 1999. *Como implementar el Kaizen en el sitio de trabajo.* Bogotá : McGrall-Hill S.A., 1999. págs. 260-264.

—. **1992.** *Kaizen La clave de la ventaja competitiva japonesa.* México : Continental S.A., 1992. págs. 255-295.

Jananía Abraham, Camilo. 2008. *Manual de tiempos y movimientos: Ingeniería de métodos.* México : EDITORIAL LIMUSA, S.A., 2008. págs. 3-6.

Johnson, Fraser, Leenders, Michiel y Flynn, Anna. 2012. *Administración de compras y abastecimientos.* México : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A., 2012. págs. 171-193.

Krajewski, Lee, Ritzman , Larry y Malhotra, Manoj. 2008. *Administración de operaciones.* Octava. México : PEARSON EDUCACIÓN, 2008. págs. 256, 462.

MANUFACTURA ESBELTA (LEAN MANUFACTURING). PRINCIPALES HERRAMIENTAS. **González Correa, Francisco. 2007.** 2, 2007, Revista Panorama Administrativo, págs. 85-112.

Meyers, Fred E. y Stephens Fred, Matthew P. 2006. *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales.* México : PEARSON EDUCACIÓN, 2006. pág. 5.

Pulido Guitiérrez, Humberto. 2010. *CALIDAD TOTAL Y PRODUCTIVIDAD.* México : McGRAW-HILL, 2010. pág. 200.

SUPERCIAS. Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. [En línea] https://reporteria.supercias.gob.ec/portal/cgi-bin/cognos.cgi?b_action=cognosViewer&ui.action=run&ui.object=%2fcontent%2ffolder%5b%40name%3d%27Reportes%27%5d%2ffolder%5b%40name%3d%27Indicadores%27%5d%2freport%5b%40name%3d%27Indicadores%20Sector%20Empresa%.

Velasco Sánchez, Juan . 2014. *Organización de la producción: distribuciones en planta y mejora de los métodos y los tiempos.* Tercera. Madrid : Ediciones Pirámide, 2014. págs. 158-441.

Wilson, Lonnie. 2010. *How to Implemente Lean Manufacturing.* s.l. : McGraw-Hill, 2010. págs. 42-134.

ANEXOS

Anexos A Diagramas de procesos y planos actuales de la empresa

Anexos B Obtención y análisis de datos

Anexos C Diagramas y planos propuestos de la empresa

Anexos D Procedimientos para la preparación de máquinas