



**Decanato de Ingeniería e Informática
Escuela de Ingeniería**

Tesis de Grado para Optar por el Título de:
Ingeniero Industrial

Optimización de la Línea de Producción H (Producto 12672), en una Empresa de Dispositivos Médicos, Ubicada en el Parque Industrial ITABO Haina, San Cristóbal, Año 2013.

Sustentantes:

Br. Luisa Marileixis Tejeda De León	2008-1070
Br. Máximo Braulio Ortiz Pérez	2008-0376
Br. Andrea Patricia Martich	2007-2140

Asesor:

Prof. Fernando López

Los conceptos emitidos en el presente trabajo de investigación son de la exclusiva responsabilidad de quien(es) lo sustentan.

**Distrito Nacional, República Dominicana
Noviembre, 2013**

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS
RESUMEN
INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I.

MARCO TEORICO

1.1	La Empresa, Historia y Evolución	2
1.2	Compromiso, Misión, Visión, Valores, otros datos	5
	1.2.1 Compromiso de la empresa.	5
	1.2.2 Misión.....	5
	1.2.3 Visión.	6
	1.2.4 Valores.....	6
	1.2.5 Otros datos.....	7
1.3	Ubicación Geográfica.....	8
1.4	Organigrama de la Línea de Producción H de la empresa	9
	1.4.1 Descripción de las funciones.....	10
1.5	Principales productos de la Empresa	11
	1.5.1 Lista de productos.	12
	1.5.2 Presentaciones.	12
1.6	Importancia de la aplicación de Lean Manufacturing en la Línea de Producción H	18
1.7	Introducción a la Filosofía Lean Manufacturing.	19
1.8	Historia de Lean Manufacturing	19
	1.8.1 Origen.	19
	1.8.2 Historia.....	20
1.9	Definición de Lean Manufacturing.....	25
1.10	Principios de Lean Manufacturing	26
1.11	Desperdicio (Scrap)	28
1.12	Beneficios de aplicar de Lean Manufacturing	29
1.13	Importancia de la aplicación de Lean Manufacturing.....	30
1.14	Herramientas de Lean Manufacturing	31
1.15	MARCO CONCEPCTUAL.....	33
1.16	No conformidad.....	37
1.17	Eficiencia	38
1.18	Eficiencia General de Proceso (OPE)	38
1.19	Trabajo en Proceso (WIP).....	39
1.20	Balanceo de Línea	40
1.21	Tiempo de Ciclo.....	41
1.22	Ritmo de Tiempo Aceptable (Takt Time).....	41
1.23	Therbligs.....	42
1.24	Método del semáforo	45
1.25	Gráfico de barras	47
1.26	Diagrama de Operaciones	47
1.27	Diagrama de causa y efecto (Ishikawa)	49
1.28	Diagrama de Recorrido	51
1.29	5W y 1H.....	52
1.30	Diagrama de Gantt.....	52
1.31	Producción Nivelada (Heijunka)	53
1.32	Manufactura Celular.....	54

1.33	Justo a Tiempo (Just in Time)	55
1.34	Mantenimiento Productivo Total (TPM)	55
1.35	Flujo de una Pieza (One piece flow).....	56
1.36	Poka Yoke	57
1.37	Mapeo de la Cadena de Valor (Value Stream Mapping)	57
1.38	Mejora continua (Kaizen).	58
1.39	5'S	60
1.40	Kanban	63

CAPÍTULO II.

MARCO METODOLÓGICO Y SITUACIÓN ACTUAL

2.1	Objetivo general.....	70
2.2	Objetivos específicos	70
2.3	Diseño Metodológico	70
2.4	Método de investigación	70
2.5	Tipos de investigación.....	71
2.6	Técnicas de investigación	72
2.7	Estado Actual.....	72
2.8	Planteamiento del Problema	73
	2.8.1 Diagnóstico de la situación actual	73
	2.8.2 Línea	76
	2.8.3 Producto.....	83
	2.8.4 Flujo de Operaciones Estándar y Actual del producto 12672.....	86
	2.8.5 Layout de la Línea de producción H	96
2.9	Suposiciones futuras de la situación actual.....	102

CAPITULO III.

LA PROPUESTA

2.10	Aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing	107
	2.10.1 Rediseño	113
	2.10.1.1 Propuesta para la Línea de Producción H:	114
	2.10.2 Aplicación de 5S.....	117
	2.10.3 Implementación de Kanban	127

CONCLUSIÓN

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1: Lista de dispositivos médicos y farmacéuticos</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 2: Descripción de símbolos del flujo grama de operaciones.</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 3: Descripción y relación de las 5's.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 4: Promedios mensuales de la eficiencia</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 5: Indicador OPE.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 6: Cumplimiento de los procesos.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 7: Estado del proceso.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 8: Porcentaje de entregas a tiempo</i>	<i>82</i>

Tabla 9: Tiempos de producción de los productos	84
Tabla 10: Flujo de Operaciones Estándar para el producto 12672	87
Tabla 11 : Flujo de operaciones del producto 12672 (Actual).....	90
Tabla 12: Causas (Diagrama Causa y Efecto).....	95
Tabla 13: Análisis para la factibilidad del rediseño.....	105
Tabla 14: Matriz de Soluciones para Problemas con el Tiempo (5W+1H)	106
Tabla 15: Demanda.....	108
Tabla 16: Horas de Trabajo al día	109
Tabla 17: Takt Time para el Producto 12672	109
Tabla 18: 17 Movimientos físicos elementales.....	112
Tabla 19: Therbligs presentes durante la elaboración del producto 12672	112
Tabla 20: Ahorro por recorte de personal	116
Tabla 21: Espacio Disponible	117
Tabla 22: Elementos innecesarios.....	119
Tabla 23: Costo de bandejas plásticas apilables.....	122
Tabla 24: Numeración para el orden de la materia prima.....	123
Tabla 25: Flujo de Operaciones del Producto 12672 (Propuesto)	125
Tabla 26: Secuencia de operaciones en la Línea de Producción H- producto 12672 mediante kanban.....	130

LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1: Ubicación de la empresa de dispositivos médicos.....	8
Ilustración 2: Organigrama de la Línea de Producción H	9
Ilustración 3: Catéteres y Accesorios para Infusión IV	13
Ilustración 4: Fármacos.....	13
Ilustración 5: Sistemas de Monitorización Invasiva	14
Ilustración 6: Productos de Succión e Ilustración 7: Sistemas de Infusión de Medicación.....	14
Ilustración 8: 12672 Secondary I.V. Set.....	15
Ilustración 9: Conector CLAVE.....	15
Ilustración 10: Conector macho cerrado (Spiros)	16
Ilustración 11: Etapas que sigue el proceso de ensamble del producto 12672.	17
Ilustración 12: La Casa de la Calidad de Lean Manufacturing.....	32
Ilustración 13: Funcionalidad de las etapas del Ciclo de Deming	36
Ilustración 14: Descripción de las 5's.....	61
Ilustración 15: Método del semáforo.....	74
Ilustración 16: Grafica de la eficiencia de 6 meses	77
Ilustración 17: Gráfico OPE.....	79
Ilustración 18: Grafico de quejas	81
Ilustración 19: Grafico de entrega a tiempo	82
Ilustración 20: Gráfico de comparación entre tiempo de Ciclo y Margen de Tiempo Estándar	85
Ilustración 21: Diagrama de flujo Operaciones de la Línea H- Producto 12672	94
Ilustración 22: Diagrama de Causa y Efecto	95
Ilustración 23: Layout de la Línea de Producción H	97

<i>Ilustración 24: Proceso de Producción.....</i>	<i>98</i>
<i>Ilustración 25: Proceso de Producción.....</i>	<i>99</i>
<i>Ilustración 26: Proceso de Producción.....</i>	<i>100</i>
<i>Ilustración 27 : Proceso de Producción.....</i>	<i>101</i>
<i>Ilustración 28: Proceso de Producción.....</i>	<i>101</i>
<i>Ilustración 29: Tiempo de ciclo Vs Takt Time.....</i>	<i>110</i>
<i>Ilustración 30: Layout Línea H.....</i>	<i>114</i>
<i>Ilustración 31: Propuesta de rediseño para la Línea H.....</i>	<i>115</i>
<i>Ilustración 32: Mesa para celda autonoma</i>	<i>120</i>
<i>Ilustración 33: Alcance optimo de las manos</i>	<i>120</i>
<i>Ilustración 34: Bandeja de plástico apilable actual e Ilustración 35: Bandeja de plástico apilable Propuesta.....</i>	<i>121</i>
<i>Ilustración 36: Distribucion de la mesa de trabajo</i>	<i>122</i>
<i>Ilustración 37: Distribución de materiales.....</i>	<i>124</i>
<i>Ilustración 38: Tiempo de Ciclo y Takt Time (Propuestos)</i>	<i>126</i>
<i>Ilustración 39: Flujo de operaciones mediante kanban.....</i>	<i>131</i>
<i>Ilustración 40: Diagrama de Gantt del tiempo de dedicación de cada actividad.....</i>	<i>133</i>

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida, por ser mi fortaleza y por enseñarme que todo tiene un propósito en la vida.

A mis Padres Amarilis y Luis por el amor y apoyo incondicional que me han dado, por los valores que me han inculcado y por haberme dado la oportunidad de ser profesional.

A mi Hermano Lewis por formar parte de mí, por ser mi mejor amigo y llenar mi vida de alegría.

A mis abuelas Ramona y Leyda por su amor y entrega. **A mis tíos** Ramón, Juana, Yvelisse, Aidelys, Sonaly, Yuly, Tony, Victor y Raysa por sus consejos y fe en mí. **A mis primos** Wilfry, Danelfy, Yaritza, Danelys, Emperatriz e Ivelianny por estar junto a mí en mis triunfos y fracasos dándome su apoyo y cariño. **A mis amigos** Carolina, Anarodys, Massiel, Daneisy, Pedro, Cesar, Ricardo, Julio Cesar, Yenssy y Janel por brindarme su amistad.

Por haberme regalado los mejores momentos de mi vida, por inspirarme a ser una mejor persona y dar lo mejor de mí "Gracias Carlos A. Montas".

A la Familia Díaz De La Cruz por su cariño, en especial a Kendy Díaz por haberme dado la oportunidad de formar parte de ella. Gracias por enseñarme que la familia y los amigos son el regalo más grande que Dios nos da.

Al Ing. Janny E. Pacheco por creer en mí, por su ayuda y apoyo profesional.

A mis Compañeros Andrea y Máximo por su colaboración, por haberme tenido paciencia y motivarme a seguir adelante.

Al Ing. Fernando López, asesor del Trabajo de Grado, por su dedicación y guía en la realización de este trabajo.

Finalmente, a los Ingenieros Rafael Lebrón, Eduardo Aquino, Rafael Morel, Ricardo Valdez, Alvin Rodríguez, Charmery Graciano, Trina Jesurúm y Ana Batista por su enseñanza, dedicación y motivación.

Luisa Marileixis Tejeda De León

A Dios por protegerme, guiarme e iluminarme cada día al igual que a mi padre Máximo Ortiz y mi madre Juana M. Pérez, a mis hermanos Kelvin E. Ortiz y Katherine E. Ortiz; a Inés Rodríguez (NENA) por estar pendiente de mi desde que nací y quererme como a su propio hijo. También a mis demás familiares por apoyarme en toda acción u obra que ejecuto y depositar su confianza.

A mis compañeras de tesis; Andrea Patricia Martich y Luisa Tejada, por el gran trabajo en equipo agotado durante todo el trayecto de la elaboración de esta investigación, así como también durante el estudio de nuestra carrera universitaria.

A todos los profesores que compartieron sus experiencias para que nos sirvan como ejemplo en el desarrollo de esta profesión, especialmente a nuestro asesor Ing. Fernando López y al Ing. Rafael Lebrón por sus consejos, disposición y dedicación para el buen desenvolvimiento de todo lo referente a la universidad y a cada estudiante de manera individual.

A todos mis compañeros de trabajo por reconocer mi gran capacidad en el terreno laboral en especial a la Lic. Mercedes Guzmán, Dra. Aura Celeste Fernández, Dra. Ana Miranda, Ing. Juan Carlos Saladín y al Ing. Rafael Romero Tejada por su gran esfuerzo de motivarme, creer en mí y mis aptitudes, por guiarme en la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la carrera, por compartir esos sabios consejos y recomendaciones que solo se obtienen en el arduo trayecto de la vida.

A todo aquel que por alguna razón en estos momentos no está presente en esta importante etapa de mi vida y a toda aquella persona que de una manera u otra ha contribuido para lograr esta grandiosa meta, ser un productivo ingeniero industrial.

Máximo Braulio Ortiz Pérez

Agradezco a:

- **Dios** por darme ánimo para llegar hasta este momento y por sus bendiciones.
- **Mi mama** Argentina Lorenzo por ser mi apoyo, mi guía y mi amiga, le agradezco por estar siempre presente.
- **Mi hermano (mi tite)** Daniel Andrés por sus consejos y su buena disposición a ayudarme siempre.
- **Mi esposo** Cesarín por ser mi compañero en la vida y por brindarme su cariño y apoyo.
- **Mi hija** Chanelle Elizabeth por ser una niña preciosa y buena, que se porta bien, la quiero mucho y le agradezco por ser y estar.
- **Mis familiares** shris Lanka y Dindi mis primas que siempre están conmigo y me brindan su ayuda y mi querida tía María por ser mi segunda mama.
- **Mis Compañeros de tesis** Marileixis y Braulio, nos juntábamos todos los sábados. Además de trabajar en la tesis compartimos mucho y nos conocimos mejor.
- **Mis Profesores**, agradezco a todos los profesores que tuve durante la carrera, por su enseñanza.
- **Mi asesor Ing. Fernando López** por el buen desempeño que tuvo al guiarnos al final de nuestra carrera.

Andrea Patricia Martich Lorenzo De De León

RESUMEN

Este Trabajo de Grado realizado en la empresa de dispositivos médicos, ubicada en el parque Industrial de ITABO (Haina), San Cristóbal. Investigación de tipo Descriptiva, Explorativo y Casual, la cual consistió en la propuesta de implementación de Lean Manufacturing para mejorar el proceso productivo de la Línea de producción H, optimizando las operaciones de uno de sus productos (12672). Mediante el análisis realizado a las 14 Líneas de Producción, se demostró por medio del indicador de eficiencia que la Línea de Producción H es la que posee el menor valor en sus procedimientos, razón por la cual se decidió realizar un estudio más profundo de sus procesos para mejorarlos. Durante este estudio se realizó un gráfico de comparación entre el Margen de Tiempo establecido por la Empresa para la producción de un producto (Mínimo 20 segundos y Máximo 60 segundos) y el Tiempo de Ciclo de su producción. Donde se determinó que el producto 12672 excede el Margen establecido en su elaboración debido a que tarda 83.34 segundos.

Una vez identificado el producto, se evaluaron los tiempos de Flujo de Operaciones Estándar y se midieron, de forma cronometrada, el Flujo de Operaciones del Productos 12672 (actual) para obtener las informaciones relacionadas al tiempo que se toman para elaborar el producto 12672, obteniendo como resultado que este producto no está fabricando de manera estandarizada. Luego de estos resultados se elaboró un Diagrama de Causa y Efecto donde se obtuvo la causa probable de los problemas que posee la Línea

de Producción H; Detectando que los problemas se encuentran en los materiales (flujo lento de materiales) y en el diseño (mal diseño de la Línea y mala distribución del personal). Conduciendo este análisis al Layout y procesos de la Línea de Producción H para determinar la solución a los problemas de tiempo. Finalmente con los resultados obtenidos se inicia la propuesta para la optimización de la Línea de Producción H, en esta se propone el rediseño y distribución de las estaciones que la conforman, por medio de las herramientas de Lean Manufacturing (Kaizen, 5s y Kanban) dando a conocer beneficios que se obtendrían con su implementación.

INTRODUCCIÓN

El trabajo de grado presente consiste en un análisis y propuesta basado en las herramientas de Lean Manufacturing. Es importante especificar que actualmente existe una gran cantidad de información que hace referencia a esta metodología de trabajo, por lo tanto se recolectaron los conceptos más relevantes de diferentes fuentes. Este trabajo fue desarrollado en la Línea de Producción H de una empresa de dispositivos médicos, la cual es una compañía especializada en fármacos y dispositivos para administración de medicación y de la que se realizó un breve resumen en el capítulo 1 con el objetivo de dar a conocer su historia, compromiso, visión, misión, valores y funcionalidad.

Debido a los productos que esta empresa fabrica a beneficio del bienestar humano es importante mencionar que actualmente las empresas viven en una constante competitividad, con la intención de brindar a sus clientes productos con calidad que satisfagan sus expectativas, aunque esto amerite la mejora continua de los procesos para que ambos puedan obtener beneficios. A razón de esto las empresas deben ser más eficientes y eliminar todas aquellas actividades o procedimientos que no agregan valor a sus productos.

Hoy en día existe una gran cantidad de metodologías de mejora continua que se enfocan en la satisfacción del cliente, una de las más importantes es la Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing) que al ser aplicada de forma correcta a la empresa hace de ella una compañía eficiente que brinda productos de alta calidad a sus clientes.

Por los beneficios que brinda esta metodología en el capítulo 2 se decide realizar un análisis a la Empresa de dispositivos médicos, por medio de indicadores. Llegando a la conclusión de que la Línea de producción H es la que contiene una eficiencia de 89%, la cual es baja en comparación con el indicador y con las demás Líneas de Producción y por ello su proceso debe optimizarse. A partir de este resultado se evalúan los productos que se realizan en ella y determinan que el Tiempo de Ciclo del producto 12672 es el más elevado, una vez analizado el proceso del producto e identificado que son los tiempos del proceso de producción los que causan la deficiencia en la Línea de Producción H, se procede a realizar la propuesta en el capítulo 3 en base a las herramientas de Lean Manufacturing, dando a conocer cuáles serán los beneficios obtenidos.

Este trabajo de grado demuestra que las organizaciones son eficientes con la utilización de herramientas de mejoras continua como las de Lean Manufacturing realizando trabajos en equipo, sin costos elevados a beneficio de la calidad y entrega de los productos asegurando que estos no causarán daños a la salud de sus clientes.

Es de vital importancia mencionar que varios datos de este trabajo son considerados información confidencial de la empresa de dispositivos médicos, de manera que no deben ser modificados. El periodo en que se desarrolló esta investigación es desde el mes de Junio hasta el mes de Noviembre con los datos recolectados en los meses de Enero hasta Junio.

Capítulo I.

MARCO TEÓRICO

1.1 La Empresa, Historia y Evolución¹

En esta parte se mostrará la empresa a estudiar, su trabajo, colaboración en la sociedad y la importancia que tiene este trabajo de investigación para una de sus Líneas de Producción. Se presentará la misión, visión y valores, los cuales son parte importante de su esencia y de su trabajo.

La empresa de dispositivos médicos, ubicada en el parque industrial Itabo Haina, San Cristóbal, es una compañía global, especializada en fármacos y dispositivos para administración de medicación, comprometida con su lema “Avanzando hacia el Bienestar a través de las personas y los productos idóneos”.

Como líder mundial en fármacos, ofrece uno de los más amplios catálogos de genéricos inyectables para cuidados agudos y oncología, así como soluciones integradas de terapia de infusión y administración de medicación.

Basando su filosofía en la gente, tiene como concepto una elección del personal adecuado, motivado y comprometido con la empresa para poder elaborar productos correctos, cumpliendo con los estándares del cliente y con las normas regulatorias que rigen los mercados, en los cuales se desarrolla la organización. Sus políticas internas se aplican globalmente a través de toda la organización y a todos los niveles de la empleomanía. También ha desarrollado una visión global que se transmite a todas las plantas.

¹ RRHH de la empresa de dispositivos médicos, ubicada en el parque industrial Itabo Haina, San Cristóbal

La empresa ha evolucionado desde el año 1930, con la integración al mercado de diversos productos médicos, que la han convertido en líder mundial.

A continuación se presenta la cronología histórica de la empresa:

1930s

- Descubrimiento y lanzamiento del Producto 1, uno de los anestésicos de inducción más ampliamente usados en el mundo.

1940s-1950s

- Introducción del primer equipo de administración intravenoso completamente desechable.
- Introducción de nueva solución proteica para nutrición intravenosa.

1970s

- Descubrimiento y lanzamiento de la primera bomba electrónica de infusión de la empresa.
- Introducción del primer contenedor flexible I.V.

1980s

- Descubrimiento y lanzamiento del primer dispositivo para analgesia controlada por el paciente, en el mundo.
- Adquisición de sistemas de monitoreo de alta tecnología para cuidados críticos.
- Introducción de ADD, sistema de administración de drogas, contribuyendo a disminuir el tiempo de preparación en farmacia y administración al paciente.

1990s

- Expansión del portafolio de genéricos inyectables para cuidados críticos, ayudando a reducir el alto costo de productos farmacéuticos de patente.
- Introducción de soluciones pre-mezcladas.
- Introducción de jeringas pre-llenadas para ayudar a reducir el potencial de errores en la medicación y mejorar la conveniencia.
- Introducción de productos sin aguja para mejorar la seguridad de los trabajadores de la salud.

2000s

- Se completa el esfuerzo liderado por la industria de seguridad del paciente con colocación de códigos de barras en más de mil productos farmacéuticos inyectables y soluciones intravenosas.

2000s

- Lanzamiento de la empresa como una compañía independiente que opera en forma pública en la Bolsa de Valores de Nueva York.
- Introducción del software de seguridad inalámbrico.
- Lanzamiento de la bomba de infusión LP.
- Presentación del contenedor de nueva generación VM, el primer avance significativo en bolsas II en 30 años.
- Adquisición de la empresa de biotecnología BG.
- Lanzamiento de la nueva generación de sistemas de infusión S.

2010

- Lanzamiento de un nuevo proyecto de empaque y etiquetado de los productos en una nueva planta en el parque industrial de Itabo, República Dominicana.

1.2 Compromiso, Misión, Visión, Valores, otros datos²

1.2.1 Compromiso de la empresa.

La empresa tiene un firme compromiso con:

- **Sus clientes:** Manteniendo su promesa y satisfaciendo sus necesidades con integridad y confianza.
- **Sus empleados:** Acogiendo la diversidad de pensamiento y perspectiva cultural, y fomentando un ambiente de confianza, igualdad y respeto.
- **Sus accionistas:** Salvaguardando su inversión y proporcionando un rendimiento justo.
- **Sus comunidades:** Reconociendo su responsabilidad social a través de una participación ciudadana activa y donaciones reflexivas.

1.2.2 Misión.

La empresa es una especialista farmacéutica mundial de entrega de medicamentos conducida por su visión de Avanzar hacia el Bienestar, llevar el liderazgo y experiencia, ofreciendo soluciones para ayudar a mejorar la productividad, la seguridad y la eficacia de la atención al paciente.

² RRHH de la empresa de dispositivos médicos, ubicada en el parque industrial Itabo Haina, San Cristóbal

1.2.3 Visión.

“Avanzar hacia el Bienestar a través de las personas adecuadas y los productos idóneos”

- **Avanzar:** Se enfoca en el modo independiente, positivo y determinado con el que la empresa mira hacia el futuro.
- **Bienestar:** Demuestra un amplio compromiso con el cuidado de la salud, basado en nuestra gran variedad de productos que ayudan a mejorar la salud de los pacientes a nivel mundial. Bienestar también se refiere a la satisfacción global de clientes, empleados, accionistas y comunidades.
- **Las personas adecuadas:** Los empleados son individuos con talento, entregados y orientados a las necesidades del cliente.
- **Los productos idóneos:** El amplio catálogo de productos, proporcionan calidad, confianza y costo efectividad.

1.2.4 Valores.

Los valores fundamentales de la empresa se basan en la fortaleza actual de sus negocios, gente y productos, así como en el tipo de empresa que aspira a ser.

La empresa alcanzará su visión y cumplirá con sus compromisos a través de:

- **Integridad:** La empresa construye el respeto y la confianza en sí misma, sus productos y sus empleados estableciendo estándares elevados y actuando conforme a sus valores.

- **Propiedad/Responsabilidad:** Los empleados son su cuerpo y alma. Se cuenta con ellos para mejorar el desempeño de la empresa y el cumplimiento de los compromisos adquiridos.
- **Velocidad:** Los empleados tienen las facultades para actuar con rapidez y determinación en todo lo que hacen, en función de decisiones fundadas y juicios éticos.
- **Espíritu empresarial:** La empresa respeta y fomenta el pensamiento emprendedor, por ello reúne a personas que defienden apasionadamente las ideas creativas y que están dispuestas a perseverar en favor de la innovación.

1.2.5 Otros datos

Código de conducta empresarial.

El Código de Conducta de la empresa sirve como una brújula ética empresarial, y como una brújula, tiene ocho puntos referidos en el Código como “los Ocho Principios de la Integridad”.

Principios de la integridad.

1. Cumplir con las leyes, las regulaciones, las políticas y los procedimientos aplicables a usted y a su trabajo.
2. Promover una cultura de integridad, respeto y confianza en el lugar de trabajo.
3. Actuar con integridad en el uso de los bienes.
4. Asegurar la integridad de los libros y registros.

5. Salvaguardar la información confidencial.
6. Actuar con integridad al interactuar con otros.
7. Evitar conflictos de interés.
8. Ser un ciudadano global responsable.

1.3 Ubicación Geográfica

La empresa de dispositivos médicos se encuentra ubicada en el Parque Industrial ITABO Haina, San Cristóbal, República Dominicana. Donde realiza gran parte de su producción, ensamble y empaque de productos.

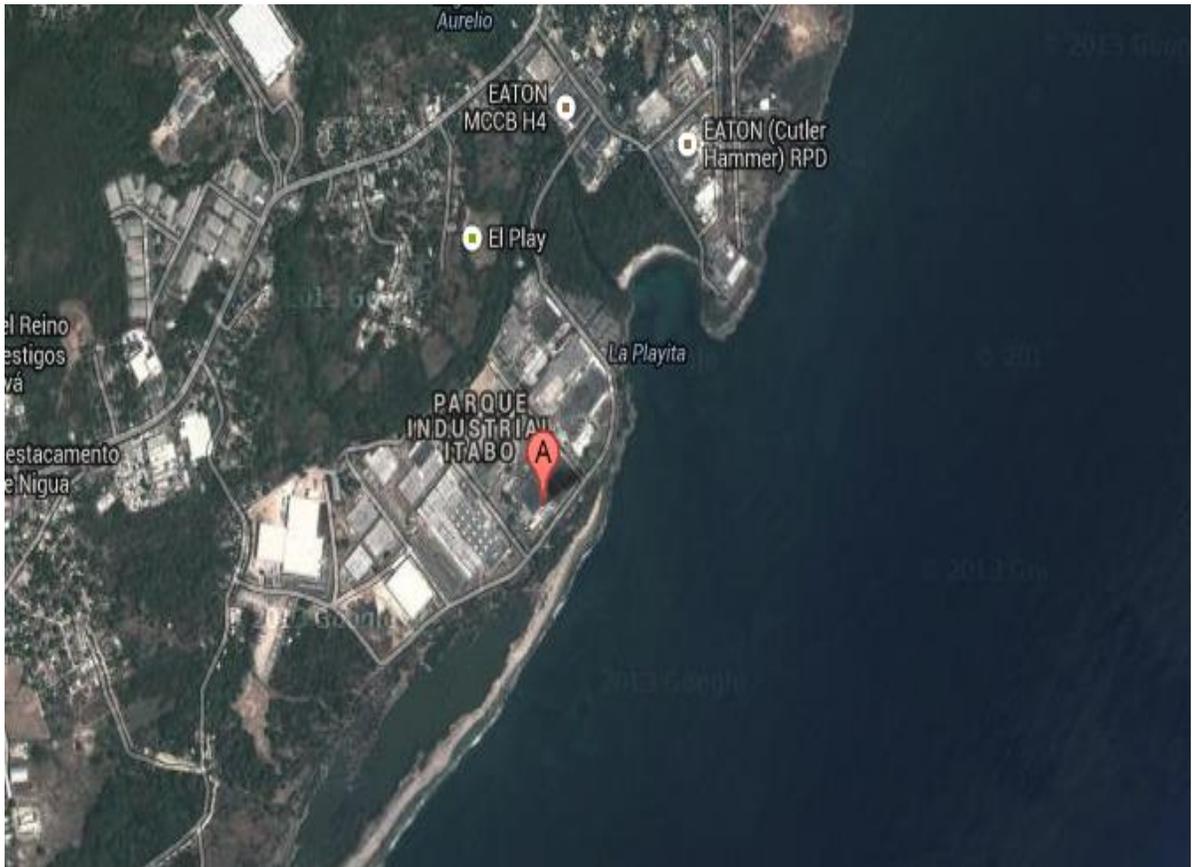


Ilustración 1: Ubicación de la empresa de dispositivos médicos

Fuente: Google Maps

1.4 Organigrama de la Línea de Producción H de la empresa

A continuación se ilustra el organigrama de la Línea de Producción H donde se presenta en orden jerárquico de las funciones de los encargados de la línea.

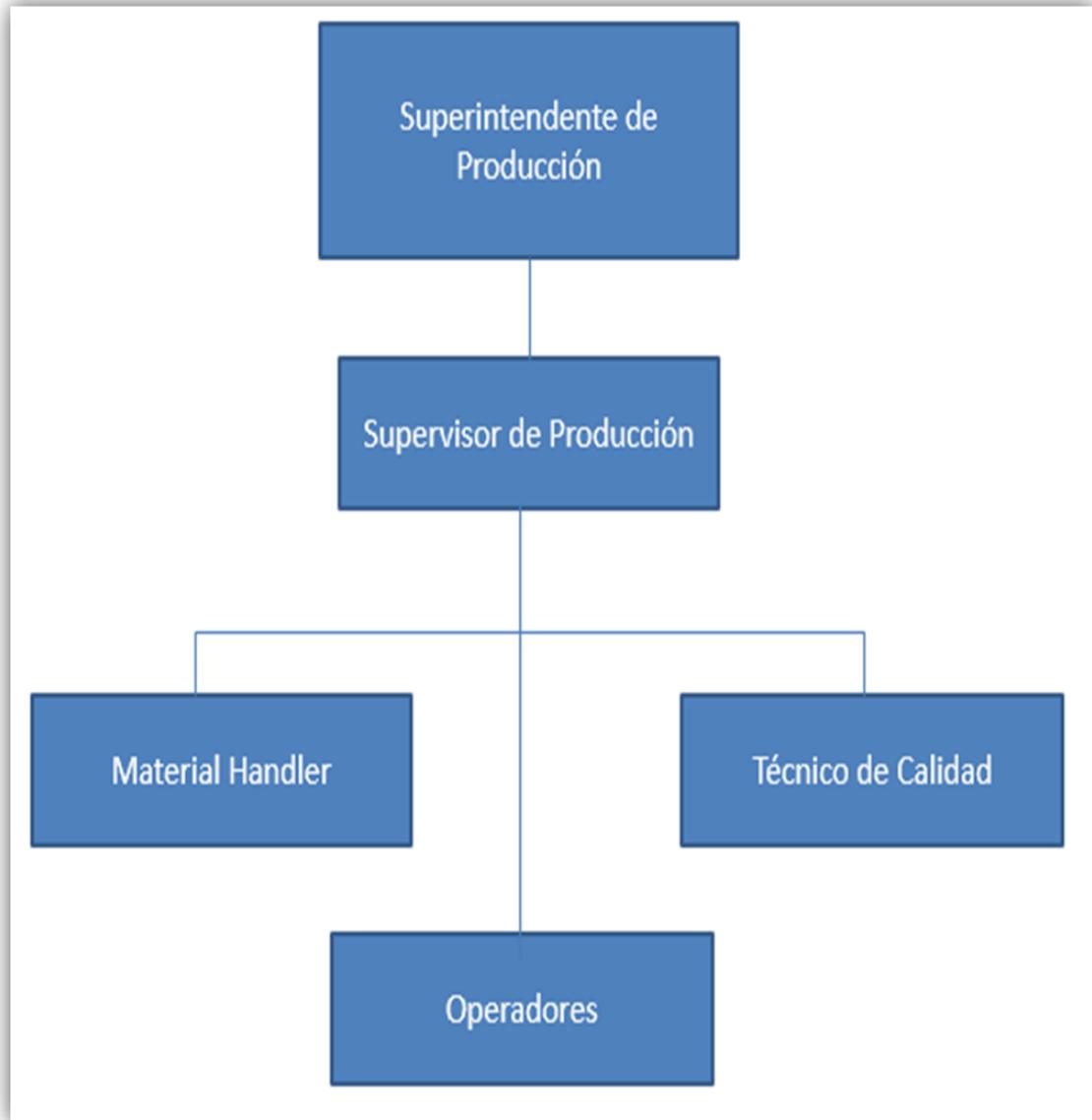


Ilustración 2: Organigrama de la Línea de Producción H

Fuente: RRHH de la empresa

1.4.1 Descripción de las funciones.

Superintendente de Producción: Comprende la delegación de autoridad y la toma de decisiones, lo que implica que el superintendente debe empezar las buenas relaciones humanas, procurando que sus instrucciones sean claras, específicas, concisas y completas, sin olvidar el nivel general de habilidad de sus colaboradores.

Supervisor de Producción: Debe programar o planificar el trabajo del día, establecer la prioridad y el orden, tomando en cuenta los recursos y el tiempo para hacerlo, de igual forma el grado de efectividad de sus colaboradores, así como la forma de desarrollar dicho trabajo dentro de su departamento.

Material Handler: Se relaciona con el movimiento, almacenamiento, control y protección de los materiales de ensamble y producto terminado en el proceso de fabricación.

Técnico de Calidad: Esta es una de las áreas más importantes de la producción, ya que los dispositivos médicos no pueden salir al mercado con defecto; el técnico de calidad se asegura que no se encuentren defectos en los productos terminados y que todos los estándares de seguridad se hayan cumplido con rigor.

Operadores: Su función es ensamblar los materiales y terminar el producto.

1.5 Principales productos de la Empresa

La empresa es especializada en suministros farmacéuticos y dispositivos médicos, centrada en el desarrollo, la producción y la comercialización de productos que mejoran la seguridad de los ciudadanos y pacientes. Estos productos se utilizan en hospitales y centros de atención sanitaria.

Sistemas de Infusión de Medicación: Sistemas integrados de infusión de medicamentos que brindan soluciones para la terapia de infusión y el control del dolor.

Equipos I.V: Línea completa de equipos de I.V. que aportan medicamentos y líquidos que salvan la vida de los pacientes.

Fármacos: Amplia cartera de suministros farmacéuticos especializados, incluidos inyectables genéricos para atención aguda y fármacos patentados para cuidados intensivos.

Sistemas de Monitorización Invasiva: Dispositivos para cuidados críticos que incluyen catéteres con sensor y sistemas de supervisión avanzados que controlan los parámetros hemodinámicos.

Productos de Succión: Línea completa de productos para recoger y descartar los desechos provenientes de la succión.

1.5.1 Lista de productos.

La siguiente tabla muestra una lista de los productos médicos elaborados a nivel mundial y que ofrece la empresa para garantizar la salud de los consumidores:

Tabla 1: Lista de dispositivos médicos y farmacéuticos

Productos	
Butterfly®	Aguja con aletas para venopunción
Abbocath®	Catéter I.V. corto
Drum-Cartridge® Catéter	Catéter central en tambor
Venocath®	Catéter largo
Dial-a-Flo®	Regulador de flujo
SoluSet®	Bureta
Sets Gravedad	Sistemas de administración I.V.
XL, XL3, LC5000	Bombas de infusión
Clave®	Conector sin aguja
APM®, ANNE™, GemStar®	Bombas para control de dolor
Transpac®	Kits monitorización
Catéter Central	Catéteres centrales varias luces
Catéter de Arteria Pulmonar	Introductores y catéteres SVO2/CO
Fármacos	Propofol, Dobutamina, Vancomicina, Plegisol, Pentothal®
Receptal®	Sistema cerrado de aspiración

Fuente: RRHH de la empresa

1.5.2 Presentaciones.

A continuación se presentan las ilustraciones de algunos de los productos que ofrece la empresa:



Ilustración 3: Catéteres y Accesorios para Infusión IV

Fuente: RRHH de la empresa



Ilustración 4: Fármacos

Fuente: RRHH de la empresa



Ilustración 5: Sistemas de Monitorización Invasiva

Fuente: RRHH de la empresa



Ilustración 6: Productos de Succión

Fuente: RRHH de la empresa



Ilustración 7: Sistemas de Infusión de Medicación

Fuente: RRHH de la empresa

Para este trabajo de investigación se tomará en cuenta el dispositivo o equipo para Infusión IV (nombrado en la Línea de Producción H como 12672),

con el cual se desarrollará la propuesta de mejorar la eficiencia de la Línea, al implementar las herramientas de Lean Manufacturing. A continuación se presenta una ilustración del producto:



Ilustración 8: 12672 Secondary I.V. Set

Fuente: Departamento de ingeniería de la empresa

Este es un equipo para Infusión IV, diseñado para la prevención de heridas por punción de aguja, garantizan una mayor seguridad del cuidador y del paciente al tiempo que contribuyen a mejorar la eficacia del personal sanitario para ello contiene de 2 partes esenciales que son:

Conector CLAVE:



Ilustración 9: Conector CLAVE

Fuente: Departamento de ingeniería de la empres

- Válvula de una pieza que se puede limpiar
- Alta velocidad de flujo
- Bajo espacio muerto

El conector CLAVE contribuye a garantizar la correcta administración intravenosa sin aguja. Es una válvula de una pieza que se puede limpiar y que ofrece una barrera cerrada a las bacterias.

Conector macho cerrado (Spiros):



Ilustración 10: Conector macho cerrado (Spiros)

Fuente: Departamento de ingeniería de la empresa

Tecnología cerrada de Spiros

- Spiros crea un sistema cerrado para proteger la integridad del contenedor de fluido intravenoso, ya sea en una jeringa de transferencia o en el extremo de un equipo de administración intravenosa.

- Spiros crea un sistema cerrado sin agujas para la transferencia y mezclado. Al desconectarse, Spiros se sella automáticamente y cierra el sistema.

Equipos de administración Spiros

- Spiros puede utilizarse en todos los equipos de administración Primarios, Secundarios o Extensiones.
- Spiros evita derrames de los equipos de administración intravenosa en caso de desconexión, ya sea accidental o intencionada.
- Spiros crea un sistema cerrado para la eliminación de desechos protegiendo el medio ambiente.

A continuación se ilustran las etapas que sigue el proceso de ensamble del producto 12672 Secondary I.V. Set:

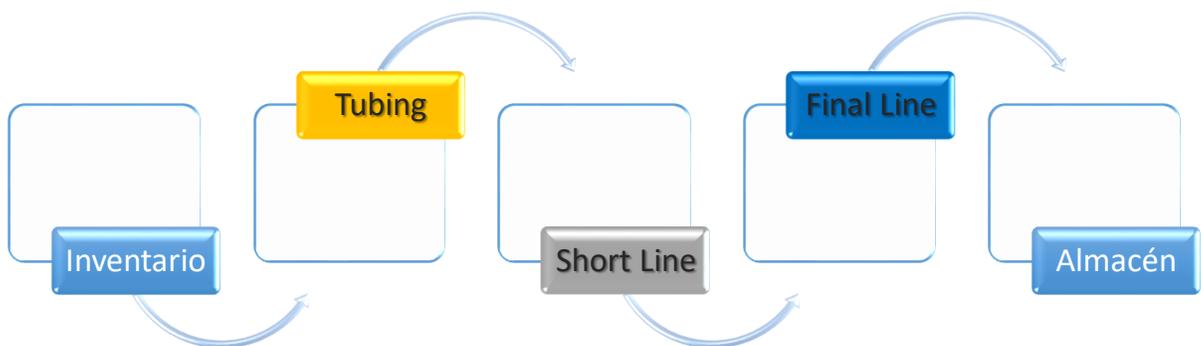


Ilustración 11: Etapas que sigue el proceso de ensamble del producto 12672.

Fuente: Elaboración Propia

Las actividades que se realizan en el proceso productivo de la Línea de producción H están divididas en diferentes etapas, las cuales dan como resultado el producto terminado. En inventario es donde se encuentran todos y cada uno de los materiales necesarios para ensamblar el producto, en la estación Tubing se corta y preparan los tubos y materiales necesarios para el ensamble, mientras que en las estaciones de Short Line y Final Line, es donde se realiza el ensamble del producto 12672. Una vez terminado el proceso de ensamble se pasa al área de Almacén, donde los productos son controlados hasta el momento de su despacho hacia el cliente.

1.6 Importancia de la aplicación de Lean Manufacturing en la Línea de Producción H.

La importancia que tiene esta investigación para la Línea de Producción H de la empresa de dispositivos médicos, es en esencia, la calidad que deben tener los dispositivos médicos y farmacéuticos, ya que estos son herramientas para garantizar la salud de los seres humanos. Para alcanzarla es necesario que la Línea de Producción H trabaje a un nivel óptimo, cumpliendo así con la demanda requerida en el tiempo establecido.

Al aplicar las herramientas de Lean Manufacturing, la Línea de Producción H podrá:

- Mantener un control de la producción: Producción acorde a la demanda del cliente y sus expectativas.

- Reducir y eliminar: Todas aquellas actividades que no agreguen valor al producto.
- Tener control de calidad: Para cumplir con las especificaciones y que el producto pueda satisfacer las necesidades del cliente.

1.7 Introducción a la Filosofía Lean Manufacturing.

En esta parte se tratará todo lo relacionado a la filosofía Lean Manufacturing, se desarrollará de forma detallada su origen e historia y de esta manera se darán a conocer sus herramientas y lo que persiguen cada una de ellas al ser aplicadas.

En principio, Taiichi Ohno y el Dr. Shigeo Shingo trabajaron en la creación del Sistema de Producción Toyota, aunque esta metodología tiene sus orígenes en el concepto de Eli Whitney sobre piezas intercambiables y luego sobre la línea de montaje de Henry Ford.

1.8 Historia de Lean Manufacturing

1.8.1 Origen.

El origen de esta metodología está expuesto por (MEDINA, 2012) “En 1798 y ante el temor de una guerra con Francia, el gobierno de los Estados Unidos contrató a Whitney para fabricar 10.000 mosquetes. En esa época las armas se hacían a mano, de manera que las piezas de uno no podían ser empleadas en otro. A Whitney se le ocurrió hacer las piezas con troqueles, tan parecidas entre sí que fueran intercambiables entre un arma y otra.

Pero para llevar a cabo su proyecto, tuvo que diseñar esos troqueles y máquinas fresadoras que pudieran hacer las piezas idénticas. Y tardó más en fabricar las herramientas que en hacer los mosquetes, lo cual no era bien entendido en aquella época. Pero lo cierto es que superado los problemas de fabricación las piezas estandarizadas eran más baratas e intercambiables, permitían un montaje más rápido y un reemplazo mucho más sencillo cuando se rompían.

Con la financiación del gobierno estadounidense, Whitney fundó una armería en New Haven, para fabricar sus famosos mosquetes. Allí y prácticamente sin la ayuda de nadie, introdujo lo que se conocería como el sistema estadounidense de fabricación en serie, fenómeno que Henry Ford hizo realidad un siglo más tarde para la producción en masa de automóviles”.

La metodología de producción en masa se convirtió en una forma efectiva de manufactura que abarata los costos pero permite tener más control de lo que se produce, por lo que esta forma de producción fue la base aplicada por Taiichi Ohno en la empresa Toyota.

1.8.2 Historia.

Gran parte de la historia de Lean Manufacturing inicia después de la Segunda Guerra Mundial, cuando se empezó a expandir lo que era la producción en masa aumentando la demanda y la estabilidad del mercado no obstante para los años 60 este modelo disminuyó su productividad y los niveles de rentabilidad logrando que las organizaciones incorporaran el Modelo Toyota.

Este hecho está expuesto por (Rajadell Carreras & Sánchez García, 2010) quienes explican lo siguiente: “Después de la Segunda Guerra Mundial se produjo una gran expansión de las organizaciones de producción en masa, en parte alentada por la política exterior norteamericana, que respondía a criterios puramente economicistas de aumento de la demanda agregada y la estabilidad de sus mercados. Esto generó gigantescas y rígidas estructuras burocráticas. Sin embargo, a fines de los años 60 del siglo pasado el modelo empezó a erosionarse, la productividad disminuyó y el capital fijo *per cápita* empezó a crecer, lo que entrañó una disminución de los niveles de rentabilidad. El modelo llegaba a su límite y era necesaria una adaptación.

Entre las innovaciones que incorpora el *Toyotismo* a la organización del proceso de trabajo se encuentran algunas salidas a la falta de flexibilidad de la estructura burocrática de la producción en masa”.

Una vez incorporado el Toyotismo inicia la nueva era de la producción ajustada la cual propone la utilización de los recursos únicamente necesarios para satisfacer la demanda del cliente, obteniendo un sistema de producción sin desperdicio.

Continuando con lo expuesto por (Rajadell Carreras & Sánchez García, 2010): “Ingenieros y directivos con educación clásica europea y americana se resisten a admitir que la idea del *Lean Manufacturing* es únicamente lo que Taiichi Ohno y sus discípulos recopilaron y aplicaron en Toyota. Pero lo cierto es que esta filosofía de trabajo nació justo en la mitad del siglo XX en la Toyota

Motor Company, concretamente en la sociedad textil del grupo. Efectivamente, a finales de 1949, un colapso de las ventas obligó a Toyota a despedir a una gran parte de la mano de obra después de una larga huelga. En la primavera de 1950, un joven ingeniero japonés, Eiji Toyoda, realizó un viaje de tres meses de duración a la *planta Rouge* de Ford, en Detroit, y se dió cuenta de que el principal problema de un sistema de producción son los despilfarros. Además, era un sistema difícilmente aplicable en Japón en aquellos tiempos, por las siguientes razones:

- El mercado japonés era bastante pequeño y exigía una amplia gama de distintos tipos de coches.
- Las leyes laborales impuestas por los norteamericanos en el mercado de trabajo japonés impedían el despido libre.
- La Toyota y el resto de las empresas japonesas no disponían de capital para comprar tecnología occidental y su volumen no permitía la reducción de costes alcanzada por las compañías de EE UU”.

Además del descubrimiento realizado por el japonés Eiji Toyoda de las fallas que tenía su sistema de producción, el mercado japonés presentaba varias limitantes las cuales exigían tener más variedad de vehículos, leyes contra el despido libre y capital para nuevas tecnologías lo que hacía difícil la aplicación del sistema de producción en masa, razones que condujeron a la duda de que la idea de Lean Manufacturing haya surgido en Japón, sin embargo esta filosofía surgió a finales de 1949 en la Toyota Motor Company como Modelo Toyotista.

Los autores (Rajadell Carreras & Sánchez García, 2010) explican que: “Después de la crisis del petróleo de 1973, se impuso en muchos sectores el nuevo sistema de producción ajustada (*Lean Manufacturing*), de manera que empezó a transformar la vida económica mundial por la difusión del *Toyotismo* como sustituto del *Fordismo* y del *Taylorismo*. El propósito de la nueva forma de trabajar es eliminar todos los elementos innecesarios en el área de producción para alcanzar reducciones de costes, cumpliendo con los requerimientos de los clientes.

La racionalización del proceso de trabajo implicó, el principio de “fábrica mínima”, que propugna la reducción de existencias, materiales, equipos, etc., y se complementa con el principio de “fábrica flexible”, sustentada en la asignación de las operaciones de fabricación para lograr un flujo continuo y la respuesta rápida a la demanda”.

Es visible la importancia del Modelo Toyotista en el desarrollo de las herramientas y formación de conceptos sobre esta filosofía de reducción de desperdicios y costos, *Lean Manufacturing*. Además es la base de procesos productivos desarrollados por diversas empresas de producción.

Este hecho es presentado por (Huerta, 2010) en su ensayo sobre *Manufactura Esbelta*: “En 1980 desde los Estados Unidos de América algunos fabricantes, como Omark Industries, General Electric y Kawasaki (Lincoln, Nebraska) fueron alcanzando el éxito a través del desarrollo de procesos productivos propios, los cuales estaban adaptados a cada empresa en particular.

Los sistemas desarrollados y adoptados por cada empresa se basan en el “Toyota Production System” y se conocen como Manufactura de Clase Mundial.

Los creadores del concepto Lean Manufacturing fueron James P. Womack y Daniel T. Jones, del Massachusetts Institute of Technology (MIT). Los investigadores analizaron la evolución de los sistemas de gestión de producción, en particular, lo que sucedió durante los últimos 50 años del siglo veinte en la industria automotriz mundial.

Definiendo los principios en que se han basado las empresas automotrices exitosas, estos conceptos los difundieron para ayudar a aplicarlos en empresas manufactureras y/o de servicios de cualquier tipo, tanto de Estado Unidos como del resto del mundo, a partir de la publicación de sus libros “ The Machine That Changed The World” (1990) y “Lean Thinking” (1996”).

Desde 1950 se ha tratado de ajustar la producción de forma que sea más flexible y menos costosa, desde entonces y hasta la actualidad se piensa en eficiencia, productividad, cero desperdicios y mejor calidad de manera continua para mejorar los sistemas de producción y a su vez el servicio brindado a los clientes de forma que se pueda satisfacer la demanda en el tiempo requerido, de esta manera es cómo surge la producción ajustada que en la actualidad es conocida como Lean Manufacturing.

1.9 Definición de Lean Manufacturing

En esta parte se definirá y explicará paso a paso en que consiste la filosofía Lean Manufacturing, la cual es una metodología de trabajo simple, profunda y efectiva enfocada a incrementar la eficiencia productiva en todos los procesos, en tiempos, espacios, desperdicios y defectos, involucrando al trabajador y generando en él un sentido de pertenencia al poder participar en el proceso de proponer sus ideas de cómo hacer las cosas mejor.

Para comprender el concepto de Lean Manufacturing es importante conocer el significado de la palabra Lean, como la explican (Rajadell Carreras & Sánchez García, 2010): “*Lean* es una palabra inglesa que se puede traducir como “sin grasa, escaso, esbelto”, pero aplicada a un sistema productivo significa “ágil, flexible”, es decir, capaz de adaptarse a las necesidades del cliente. Este término lo había utilizado por primera vez un miembro del MIT, John Krafcik, tratando de explicar que la “producción ajustada” es *Lean* porque utiliza menos recursos en comparación con la producción en masa. Un sistema *Lean* trata de eliminar el desperdicio y lo que no añade valor”.

A pesar de los muchos autores que definen la filosofía Lean Manufacturing, es notable la similitud entre cada una de las definiciones expuestas, aquí se presentan tres de ellas:

1. (Padilla, 2010) Explica lo siguiente: “Es un conjunto de técnicas desarrolladas por la Compañía Toyota que sirven para mejorar y optimizar los procesos operativos de cualquier compañía industrial,

independientemente de su tamaño. El objetivo es minimizar el desperdicio”.

2. Según (Rajadell Carreras & Sánchez García, 2010): “Lean Manufacturing (en castellano “Producción Ajustada”), es la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar”.
3. De acuerdo con (BOM Consulting Group, 2010): “Lean es un sistema y filosofía de mejoramiento de procesos de manufactura y servicios basado en la eliminación de desperdicios y actividades que no agregan valor al proceso. Permitiendo alcanzar resultados inmediatos en la productividad, competitividad y rentabilidad del negocio”.

Los conceptos elaborados por los autores que definen esta filosofía, muestran que Lean Manufacturing tiene como objetivo principal eliminar los desperdicios o aquellas actividades que no agreguen valor a los productos o servicios, con la aplicación de una serie de herramientas diseñadas para optimizar los procesos de manufactura.

1.10 Principios de Lean Manufacturing

Los 5 principios de Lean Manufacturing son una serie de pautas a considerar a la hora de aplicar las herramientas de mejora en una empresa, (Espinosa, 2012) los describe a continuación:

1. El valor ahora se define según los estándares del cliente. Si antes era la empresa quien le daba valor al producto, ahora la empresa tiene que fabricar productos que tengan valor para el cliente. Por ello se hace necesaria la premisa de eliminar todo aquello que no agrega valor para el cliente. Se identifica y se elimina.
2. Una vez definido el valor para el cliente, se procede a identificar los procesos y la combinación de estos que logran un producto final que cubre la necesidad del cliente. Es decir, se identifica la cadena de valor. Se analizan las actividades que participan en la cadena de valor y se analiza como añaden valor al producto del cliente. Se procede a optimizar si se puede o a eliminar si no agregan valor.
3. Crear un flujo de valor. A través de pasos que añaden valor al producto final desde que se inicia el proceso como materia prima hasta que llega al cliente final.
4. Todo lo que se debe producir es porque el cliente lo pide. El cliente es el que pone en marcha los engranajes de la producción. No se produce ni más ni menos de lo que requiere el cliente. Se deja de lado los pronósticos de ventas para iniciar la producción. Un sistema Lean es capaz de esta flexibilidad en cualquier momento.
5. Una vez alcanzado los cuatro pasos anteriores la empresa logra entender que la búsqueda de la perfección es continua. El aprendizaje y las oportunidades de mejora siempre estarán presentes y la opción de alcanzar la perfección es un atractivo.

1.11 Desperdicio (Scrap)

A medida en que se ejecuta un proceso para la manufactura de algún producto se generan grandes cantidades de desperdicios, algunos propios del proceso y otros que se pueden reducir o eliminar.

Desperdicio, también conocido como muda, es un concepto clave en el TPS o manufactura esbelta como uno de los tres tipos de residuo. (Muda, Mura, Muri). Toyota escogió estas tres palabras que comenzaban con el prefijo “mu” que es conocido en Japón como referencia a un programa o campaña de mejora de un producto.

Un proceso agrega valor al producir bienes o proveer un servicio por el que un cliente pagará. *“Si no agrega valor, es desperdicio”*, según (Ford, 20 's). Un proceso consume recursos y los residuos ocurren cuando se consumen más recursos de los necesarios para producir los bienes o prestación de servicio que el cliente realmente requiere.

Muda ha recibido más atención como residuo que las otras dos, lo que significa que mientras los practicantes de Lean han aprendido a ver muda no ven de la misma manera mura (desnivel) y muri (sobrecarga).

Sin embargo se ha identificado 7 + 1 desperdicios claves que al presentarse a gran escala puede ser algo negativamente alarmante para el buen desarrollo de la empresa o del proceso en sí.

Tabla 2: Lista de desperdicios

7+1 Desperdicios	
Desperdicios	Descripción
Sobreproducción:	Producir cantidades mayores a la requerida o demandada por el mercado.
Transporte:	Movimiento del producto o material.
Tempos de espera:	Tiempo innecesario que no agrega valor, por espera de un proceso o información.
Sobre-procesamiento o procesos inapropiados:	Operaciones innecesarias o procedimiento y equipos inapropiados en un proceso.
Exceso de inventario:	Almacenamiento en exceso de materia prima o producto terminado.
Defecto:	Producto que no cuenta con la calidad y es re-trabajado y corregido.
Movimientos innecesarios:	Movimiento repetitivos e innecesarios realizados por el operario que no agregan valor.
Talento Humano:	No utilizar ideas Creativas e innovadoras de sus empleados, para desarrollar mejoras.

Fuente: Elaboración propia

1.12 Beneficios de aplicar Lean Manufacturing

La implantación de Lean Manufacturing es importante en diferentes áreas, ya que se emplean diferentes herramientas, por lo que beneficia a la empresa y sus empleados.

Algunos de los beneficios que genera están expuestos por (Rodríguez., 2009):

- Reducción de 50% en costos de producción

- Reducción de inventarios
- Reducción del tiempo de entrega (lead time)
- Mejor Calidad
- Menos mano de obra
- Mayor eficiencia de equipo
- Disminución de los desperdicios
- Sobreproducción
- Tiempo de espera (los retrasos)
- Transporte
- El proceso
- Inventarios
- Movimientos
- Mala calidad

1.13 Importancia de la aplicación de Lean Manufacturing

Según lo publicado por (Avila, 2010): “La búsqueda de rentabilidad en las empresas está impulsando la implantación de esta metodología, basada en el sistema japonés del fabricante automovilístico Toyota, y cuyos principios básicos se están convirtiendo en un estándar de procedimientos operativos en muchas empresas debido a los beneficios que aporta. Así, un sondeo realizado entre 40 empresas que han adoptado los principios de esta metodología destaca importantes beneficios en las áreas de operación, administración y gestión, con mejoras de hasta el 90 por ciento de reducción de tiempos en el ciclo de trabajo

e incrementos del 80 por ciento en la calidad final del producto. Estas ventajas competitivas permiten no sólo reducir costes sino también ganar cuota de mercado a la competencia, que produce con tiempos más lentos, costes más altos o menor calidad.

La implantación de la metodología Lean Manufacturing implica el compromiso de todas las áreas funcionales de la empresa y supone un cambio de mentalidad basado en la calidad total. También ayuda a reducir costos y obtener mayor calidad en todos los procesos y con esto tener mayor rentabilidad en la empresa. Es un sistema de calidad que deberían adoptar todas las empresas para poder ser mejores. Lean es básicamente todo lo concerniente a obtener las cosas correctas en el lugar correcto, en el momento correcto, en la cantidad correcta, minimizando el despilfarro, siendo flexible y estando abierto al cambio”.

1.14 Herramientas de Lean Manufacturing

Para ilustrar las herramientas de Lean Manufacturing de forma que se comprenda el orden que siguen y lo que persiguen se presenta la siguiente imagen que muestra La Casa de la Calidad.

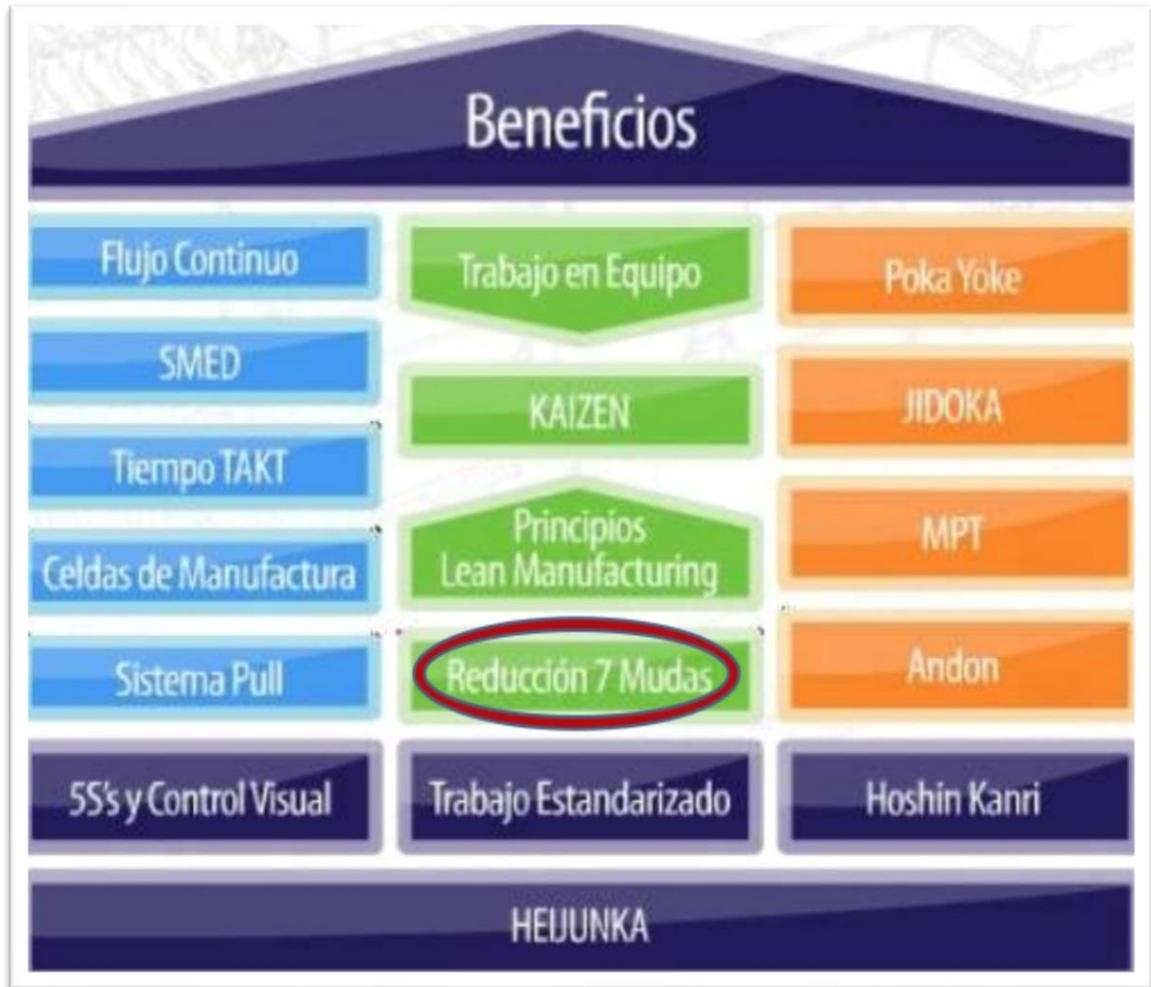


Ilustración 12: La Casa de la Calidad de Lean Manufacturing

Peña Chavarro. (2012).
 La Casa de la Calidad de Lean Manufacturing. (Presentación).
 Obtenida el 29 de octubre del 2013, de:
<http://www.slideshare.net/Cyberautodidacta/lean-manufacturing-11473586>

El modelo Lean descrito por (Lean Solutions, 2011): “Es uno de los símbolos más reconocidos de la fabricación moderna, el cual hace analogía con una casa que tiene un sistema estructural. La casa es sólida si el techo, los pilares y los cimientos son fuertes, hay diferentes versiones de la casa pero los principios son los mismos.

Techos (Principios):

La mejor calidad, El costo más bajo y el Lead Time más bajo.

Pilares:

-El JUST IN TIME, producir los elementos que se necesitan, en las cantidades que se necesitan, en el momento en que se necesitan, este pilar es más conocido que su segundo pilar.

-JIDOKA, que en esencia significa no dejar pasar nunca un defecto a la siguiente operación y liberar a la gente de las máquinas.

Cimientos:

Procesos estandarizados, estables y confiables y también el HEIJUNKA que significa nivelar la programación de la producción tanto en volumen como en variedad".

La Casa de la Calidad se muestra solo para tener un conocimiento de los trasfondos de la filosofía y su utilización. Esta no será aplicada o adaptada a la empresa de dispositivos médicos, ya que la propuesta se basa solo en una Línea de Producción, no en la empresa en general. Teniendo en cuenta que el compromiso real es hacia el cambio y las modificaciones necesarias para lograr optimizar su proceso productivo.

1.15 Marco Conceptual

En esta parte se presentan las definiciones de los términos utilizados en la propuesta de optimización de la Línea de Producción H de la Empresa de la empresa de dispositivos médicos.

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó un gran número de elementos y herramientas de Lean Manufacturing que son claves para el buen funcionamiento de la línea, como el Ciclo de Deming o PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), el cual es utilizado para la mejora continua en los procesos de producción quien fue desarrollado por Walter Shewhart y popularizado por W. Edwards Deming y definido por (Villa, 2007) en su libro “Reflexiones para implementar un sistema de gestión de calidad (ISO 9001: 2000) en cooperativas y empresas de economía solidaria” como:

Ciclo de Deming o Círculo de Calidad de Shewhart es un ciclo dinámico que puede desarrollarse dentro de cada proceso de la organización y en el sistema de procesos como un todo. Está íntimamente asociado con la planificación, implementación, control y mejora continua, tanto en la realización del producto como en otros procesos del sistema de gestión de la calidad.

El desarrollo de este ciclo dinámico se divide en varias etapas, que son: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar.

En la primera etapa, Plantear, se definen los planes y la visión de la meta que tiene la empresa, es decir, en donde quiere estar en un tiempo determinado.

Una vez establecido el objetivo, se realiza un diagnóstico, para saber la situación actual en la que se encuentra la empresa y las áreas donde sea necesario aplicar mejoras, definiendo su problemática y el impacto que pueda tener.

Luego se acude a la etapa de Hacer, en la cual se lleva a cabo el plan de trabajo establecido anteriormente junto a controles para vigilar que el plan se esté llevando a cabo según lo acordado. Para poder realizar dichos controles existen varios métodos, como la gráfica de GANTT en la que podemos medir las tareas y el tiempo.

En la siguiente etapa se comparan los resultados planteados con los que se obtuvieron realmente, denominada Hacer.

Finalmente, se concluye el ciclo de la calidad con la etapa Actuar: si al verificar los resultados se logró lo que teníamos planteado entonces se sistematizan y documentan los cambios que hubo; pero si al hacer una verificación se descubre que no se ha logrado lo deseado, entonces hay que actuar rápidamente y corregir la teoría de solicitud y establecer un nuevo plan de trabajo.

A continuación se presenta de forma concreta la funcionalidad de cada una de las etapas del Ciclo de Deming que permiten mejorar de forma continua la calidad de los productos, optimizando la productividad y reduciendo los costos.

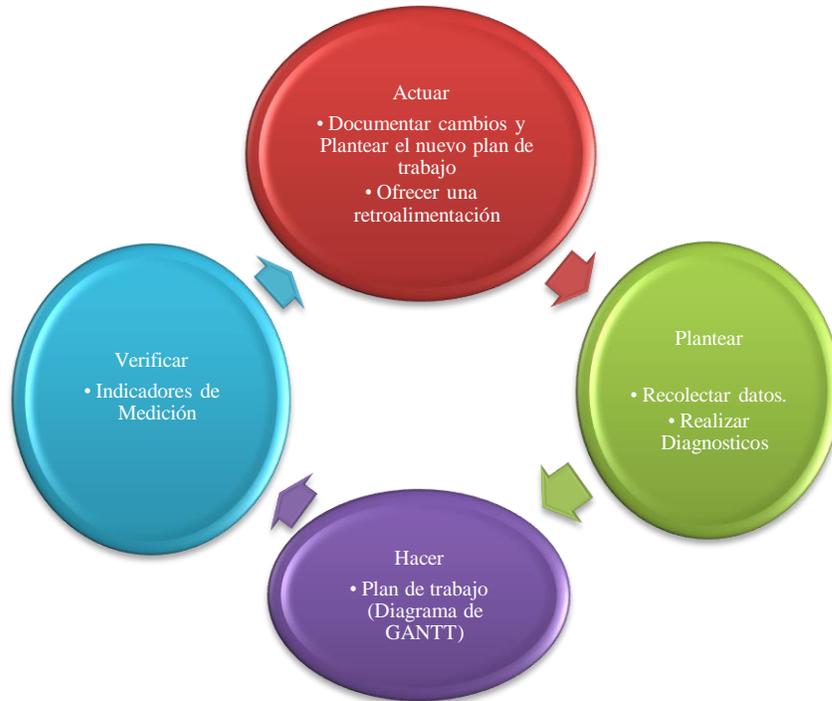


Ilustración 13: Funcionalidad de las etapas del Ciclo de Deming

Fuente: Elaboración Propia

Uno de los pasos claves en Toyota Production System (TPS) actualmente Lean Manufacturing es la identificación de cuales pasos agregan valor y cuáles no. Al clasificar las actividades del proceso en estas dos categorías es posible emprender acciones para mejorar las primeras y eliminar las segundas. Algunas de estas definiciones podrán parecer “idealistas” pero esta definición dura es vista como importante para la efectividad de este paso clave.

Aquel paso que no agrega valor al producto y que, al contrario, le resta se le denomina muda o desperdicio.

1.16 No conformidad

Cuando se analiza el nivel de satisfacción que puede generar un bien o servicio prestado, es vital conocer la no conformidad del mismo.

La no conformidad es el incumplimiento total o sistemático de algún requisito de la norma o sistema de calidad que se toma como referencia, de la legislación aplicable al producto o servicio u otro requisito que la organización suscriba formalmente. También se conoce como requisito una necesidad o expectativa establecida, generalmente explícita u obligatoria, según (Urzainqui, 2013).

Una no conformidad se caracteriza porque impide claramente que el producto o servicio cumpla con los requisitos de calidad especificados y/o porque afecta a la satisfacción de algún grupo de interés relevante.

Si se desea discriminar la importancia de la No Conformidad en relación al Sistema de Gestión auditado, se pueden tener en cuenta tres aspectos, como son su alcance, efecto y consecuencias previsibles. Esta valoración puede ayudar a clasificar las No conformidades identificadas como NC mayores o NC menores.

-No Conformidad Mayor:

- a) Alcance: el incumplimiento afecta, de forma clara y/o sistemática, a uno o más requisitos de la norma, sistema o directriz de referencia.
- b) Efecto: puede poner en riesgo la calidad del producto o servicio
- c) Consecuencia: puede influir en el logro de resultados planificados

-No Conformidad Menor:

- a) Alcance: el incumplimiento afecta, de forma parcial y/o puntual, a un requisito de la norma, sistema o directriz de referencia.
- b) Efecto: no pone en riesgo significativo la calidad del producto o servicio
- c) Consecuencia: tiene una influencia limitada en el logro de resultados planificado

1.17 Eficiencia

(López Herrera, 2012): Asegura que la eficiencia está definida como el factor esencial para la productividad, la eficiencia mide el aprovechamiento o el desperdicio de energía, para hacer transformaciones en la materia, que es su otra cara de la misma moneda, su objetivo es minimizar el desperdicio de los recursos materiales e intangibles, incluidos el tiempo y el espacio.

1.18 Eficiencia General de Proceso (OPE)

En las visitas realizadas a la empresa para la recolección de datos se hizo mención del indicador OPE, una vez identificado este indicador como dato importante para esta investigación, se busca su interpretación, según la definición que se tiene en la empresa acerca del indicador OPE, este permite medir y controlar la eficiencia general en todo el proceso productivo tomando en cuenta la cantidad de productos manufacturados y el Tiempo Estándar requerido para que se lleve a cabo.

El OPE se calcula de la siguiente forma:

Ecuación 1: Formula del OPE

$$\text{OPE} = (\text{CM}/\text{TE}) * 100$$

Fuente: Supervisor de producción

Dónde:

OPE: Eficiencia General del Proceso.

CM: Cantidad de productos manufacturados o Cantidades producidas.

TE: Tiempo Estándar en unidades previstas.

1.19 Trabajo en Proceso (WIP)

Este término definido por (Manufacturing terms, 2009): corresponde a los elementos pendientes de un producto en un proceso de producción. Aunque estos elementos no se han completado y están esperando en cola para su procesamiento posterior, ya pertenecen y/o están relacionados al proceso de inventario.

Trabajo en curso o en proceso de inventario incluye el conjunto en general de los elementos pendientes de los productos en un proceso de producción. Estos elementos no se han completado, pero ya sea simplemente ser fabricados o esperando en una cola para su procesamiento posterior o en una memoria buffer. El término se utiliza en la producción y gestión de la cadena de suministro.

El trabajo en proceso requiere un espacio de almacenamiento, una inversión y un riesgo, por lo que reducir el tiempo de procesamiento de un producto en la planta es lo que busca la gestión óptima en producción.

1.20 Balanceo de Línea

Aunque si se aplican en conjunto todas estas herramientas mencionadas logran un excelente y óptimo proceso, cabe mencionar que también se necesita distribuir físicamente las tareas o procesos individuales entre estaciones o celdas de trabajo, con el simple objetivo de que cada estación de trabajo nunca esté ociosa, para lo cual existe la herramienta de LM llamada Balanceo de Línea.

En la página de internet “ingenieros industriales” de (López, 2010): Se define el balance o balanceo de línea como una de las herramientas más importantes para el control de la producción, dado que de una línea de fabricación equilibrada depende la optimización de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso, variables tales como los son los inventarios de producto en proceso, los tiempos de fabricación y las entregas parciales de producción.

El objetivo fundamental de un Balanceo de Línea corresponde a igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso

1.21 Tiempo de Ciclo

Después de determinar la tasa de producción deseada para una línea dada, el analista puede calcular el Tiempo del Ciclo de la línea, el cual, según lo explica (Krajewski, 2000): Es el tiempo requerido para trabajar en la elaboración de una unidad en cada estación. Si el tiempo requerido para trabajar con los elementos de una estación es mayor que el Tiempo del Ciclo de la línea, entonces seguramente habrá cuellos de botella en la estación, los cuales impedirán que la línea alcance su tasa de producción deseada.

El Tiempo de Ciclo establecido como objetivo es el recíproco de la tasa de producción por hora que se desea alcanzar: $c = 1/r$: donde c = tiempo del ciclo en horas por unidad y r = tasa de producción deseada en unidades por hora.

1.22 Ritmo de Tiempo Aceptable (Takt Time)

Todo producto o servicio posee un tiempo específico en el cual se debe brindar respuesta al cliente.

En su página de internet, (Tomás, 2013): Define el Takt Time como el ritmo al que el cliente demanda un producto de un determinado proceso. El Takt Time se emplea habitualmente en procesos de montaje que sirven a clientes externos.

También se define este tiempo en (Data-Driven, 2013): Como palabra alemana que significa "Ritmo". Indica el "ritmo" o "paso" al que se debe producir para estar en sincronía con la demanda del producto. Es el resultado de dividir el

tiempo disponible para producción entre la demanda del cliente en ese período de tiempo.

De acuerdo a lo expuesto en estas dos páginas de internet, se entiende que el Takt Time es el tiempo máximo permitido que debe tardarse en producir un producto para poder abastecer la demanda.

1.23 Therbligs

Entre las operaciones que se ejecutan en la estación de trabajo durante el proceso de ensamble o manufactura de producto, existen movimientos elementales tanto eficientes como ineficientes que se pueden reducir o eliminar en su totalidad. Los Therbligs, son los componentes básicos del patrón del movimiento. En esencia, identifican las diferentes actividades de la mano. Así lo define (Meyers, 2000).

Entre las teorías generalmente aceptadas sobre los movimientos eficientes, desarrolladas por los Gilbreth se encuentra la terminología que define el conjunto completo de los movimientos de las manos. Para referirse a estas 17 subdivisiones elementales de los movimientos, ingenieros posteriores inventaron una abreviatura, el therblig (que es Gilbreth escrito al revés, excepto la th). Para efecto de diagrama cada therblig tiene un símbolo, una designación cromática y una letra.

Los 17 movimientos son los siguientes:

1. **Buscar.** Es elemento básico de la operación de localizar un objeto.

2. **Seleccionar.** Este es el therblig que se efectúa cuando el operario tiene que escoger una pieza dentro de dos más semejantes.
3. **Tomar.** Este es movimiento elemental que hace la mano al cerrar los dedos rodeando una pieza o parte para asirla en una operación.
4. **Alcanzar.** El therblig “alcanzar” principia en el instante en que la mano se mueve hacia un objeto o sitio, y finaliza en cuanto se detiene el movimiento al llegar al objeto o al sitio.
5. **Mover.** Este therblig se inicia en cuanto la mano con carga se mueve hacia un sitio o ubicación general, y termina en el instante en que el movimiento se detiene al llegar a sí destino.
6. **Sostener.** Esta es la división básica que tiene lugar cuando una de las dos manos soporta o ejerce control sobre un objeto, mientras la otra mano ejecuta el trabajo útil.
7. **Soltar.** Inicia en el momento en el que los dedos se separan de la pieza sostenida, y termina en el instante en que todos los dedos quedan libres de ella. Este therblig va casi siempre precedido por mover o colocar en posición y seguido por alcanza.
8. **Colocar en posición.** Es el elemento de trabajo que consiste en situar o colocar un objeto de modo que quede orientado propiamente en un sitio específico.
9. **Pre colocar en posición.** Este es un elemento de trabajo que consiste en colocar un objeto en un sitio predeterminado, de manera que pueda llevarse y ser llevado a la posición en que ha de ser sostenido cuando se

necesite.

10. **Inspeccionar.** Este therblig es un elemento incluido en la operación para asegurar una calidad aceptable mediante una verificación regular realizada por el trabajador que efectúa la operación. Se lleva a cabo una inspección cuando el fin principal es comparar un objeto dado con un patrón o estándar.
11. **Ensamblar.** El elemento “ensamblar” es la división básica que ocurre cuando se reúnen dos piezas embonantes. Es otro therblig objetivo y puede ser más fácil mejorarlo que eliminarlo.
12. **Desensamblar.** Este elemento es precisamente lo contrario de ensamblar. Ocurre cuando se separan piezas embonantes unidas. Esta división básica generalmente va precedida de asir y puede estar seguida por mover o soltar. El desensamble es de naturaleza objetiva y las posibilidades de mejoramiento son más probables que la eliminación del therblig.
13. **Usar.** Este therblig es completamente objetivo y tiene lugar cuando una o las dos manos controlan un objeto, durante la parte del ciclo en que se ejecuta trabajo productivo.
14. **Demora (o retraso) inevitable.** La dilatación inevitable es una interrupción que el operario no puede evitar en la continuidad del trabajo. Corresponde al tiempo muerto en el ciclo de trabajo experimentado por una o ambas manos, según la naturaleza del proceso.
15. **Demora(o retraso) evitable.** Todo tiempo muerto que ocurre durante el

ciclo de trabajo y del que sólo el operario es responsable, intencional o no intencionalmente, se clasifica bajo el nombre de demora retraso evitable.

16. **Planear.** Es el therblig” planear” es el proceso mental que ocurre cuando el operario se detiene para determinar la acción a seguir. Planear puede aparecer en cualquier etapa del ciclo y suele descubrirse fácilmente en forma de una vacilación o duda, después de haber localizado todos los componentes. Este therblig es característico de la actuación de los operarios noveles y generalmente se elimina del ciclo mediante el entrenamiento adecuado de este personal.
17. **Descanso (o hacer alto en el trabajo).** Esta clase de retraso aparece rara vez en un ciclo de trabajo, pero suele aparecer periódicamente como necesidad que experimenta el operario de reponerse a la fatiga. La duración del descanso para sobrellevar la fatiga variará, como es natural, según la clase de trabajo y según las características del operario que lo ejecuta.

A continuación se definirán las herramientas de calidad utilizadas en esta investigación para graficar y representar lo datos recolectados en la empresa necesarios para realizar la propuesta de optimización de la Línea de Producción H.

1.24 Método del semáforo

Este método no es precisamente una herramienta de calidad más bien es un sistema de toma de decisiones el cual se puede aplicar a cualquier situación

que implique tomar una decisión o especificar algo a través de la señalización, se puede utilizar en esta investigación para indicar a través de los colores (rojo, amarillo y verde) el cumplimiento e incumplimiento de las metas establecidas por la empresa para garantizar la eficiencia y calidad para la elaboración de sus productos.

La definición general de este método esta descrita por (CONTROLO MIS EMOCIONES PARA CONVIVIR EN ARMONIA, 2010): El Método del semáforo es un sistema de toma de decisiones, un proceso estructurado que permite tomar mejores decisiones.

La fuerza de este método, a diferencia de otros métodos para la toma de decisiones, reside en la comprensión de que todo proceso de toma de decisiones comienza por la ATENCIÓN, la atención es el recurso más grande de este proceso, y es importante orientarla correctamente y en él se debe hacer el mayor énfasis.

Objetivos

Orientar la atención inicialmente hacia afuera, hacia el entorno; y luego hacia adentro, mediante un proceso de análisis y de examen de alternativas de acción.

Comprensión del método

ROJO: Detenerse antes de obrar - Atención del entorno - toma de conciencia focalizada.

AMARILLO: Prepararse (fase de Introspección). Analizar la información y planificar un plan de acción.

VERDE: Pasar - revisar el plan una vez más- Acción - Decisión final - Implementación (obrar).

1.25 Gráfico de barras

En la página de internet de la (Universidad Católica de Valparaíso, 2009): Se explica que los gráficos de barras son utilizados para variables de tipo discreto y permiten representar la frecuencia en cada uno de los niveles de las variables de interés. Particularmente, la altura de cada barra es proporcional a la frecuencia o cantidad de elementos que pertenecen a la categoría en particular.

Se emplea para representar de manera gráfica la información que se ha recolectado. El tipo de datos que se representa en una gráfica de barras es el número de eventos que son medidos en distintas categorías de datos.

Usualmente se utiliza para representar datos que se han organizado en una tabla de datos. Se puede utilizar para hacer comparaciones de usuarios que utilizan diferentes servicios, tipos de medicamentos que son utilizados con mayor o menor frecuencia, número de consultas por servicio, etc.

1.26 Diagrama de Operaciones

Si se tiene una representación gráfica de todo o parte del proceso es aún más factible y eficiente supervisar y localizar estos procesos ineficientes, así como también, etapas de procesos que pueden ser eliminadas o combinadas

con otras. Existe lo que es el Diagrama de operaciones, lo cual es la herramienta que hace posible la ejecución de esta parte.

En el libro de (Giopp, 2005) se explica que el Diagrama de operaciones consiste en una serie de símbolos que permiten realizar la representación gráfica de cualquier proceso, estos símbolos están estandarizados por el instituto Nacional Estadounidense de Estandarización (American National Stantard Institute-ANSI).

Los símbolos que se utilizan en este tipo de diagrama son los siguientes:

Tabla 2: Descripción de símbolos del flujo grama de operaciones.

Simbología	Nombre	Descripción
	Operación	Representa la realización de una operación o actividad relativas a un procedimiento.
	Transporte	Traslado de la materia prima, partes del producto o producto final a otro lugar.
	inspección	Tiene lugar a una inspección cuando un objeto es examinado para su identificación se verifica su calidad o cantidad en cualquiera de sus características.
	Almacenamiento	Guardar materia prima para un uso futuro.
	Demora	El producto tiene que esperar a que otra actividad se concluya.
	Operación combinada	Es cuando se desea indicar actividades realizadas conjuntamente o por el mismo operario en el mismo punto de trabajo.

Fuente: Elaboración propia

1.27 Diagrama de causa y efecto (Ishikawa)

El diagrama de Ishikawa es una herramienta que nos permite detectar la causa raíz de un problema, separándolos en cinco secciones: materia prima, mano de obra, métodos, medio ambiente y maquinarias. Cuando se quiere

conocer las causas principales del problema se requiere de un análisis detallado de las actividades, a fin de que se identifiquen las causas de la organización. La solución efectiva de problemas está totalmente relacionada con la capacidad del analista para detectar sus causas y encontrar medios de control por ser implementados sobre ellas.

El Sr. Jorge Acuña (Acuña, 2005) define el diagrama Ishikawa, también conocido como diagrama de espina de pescado, diagrama causa y efecto, diagrama de Grandal o diagrama causal: como un medio de recolectar la información sobre todas las características de calidad generadas en la prestación de un servicio y esquematizarlas ordenadamente en categorías.

El procedimiento para construir este diagrama es el siguiente:

1. Elegir el servicio o proceso que será objeto de estudio. Esto se debe a hacer sobre la base de las quejas recibidas de los clientes y los informes que reflejen condiciones desfavorables en la calidad del servicio.
2. Colocar la frase procesos para el servicio "x" en el extremo derecho de la flecha horizontal.
3. Hacer una lista de todas las características de calidad que se generan en cada etapa del proceso, o en forma general. Se debe tomar en cuenta al cliente interno y a los auditores internos, con el fin de listar todas aquellas características con periodicidad muy espaciada y que no se vean en el periodo de estudio. De ninguna manera, la lista debe ser obtenida de un análisis individual.

4. Ordenar la información de acuerdo con las etapas que conforman el proceso. En el caso del diagrama general, se deben ordenar cronológicamente.
5. Dibujar las flechas diagonales (ramas principales) sobre las que se representaran los procesos o las características de calidad.
6. Dibujar sub-ramas y apuntar las causas de cada característica anotada en la rama, para el caso del diagrama general. En el caso del diagrama de proceso, se deben anotar las características de calidad generales en el proceso anotado en la rama. Se pueden anotar las causas sobre pequeñas ramas de casa sub-rama para estos últimos diagramas. Si el diagrama se hacer muy grande, se debe construir en partes, relacionando cada una de ellas.
7. Verificar que todas las características han sido anotadas. Es posible usar software para construir estos diagramas: MINTAB, SAS, son ejemplos de ellos.

1.28 Diagrama de Recorrido

Este diagrama lo define (Díaz, 2008) Como un método que presenta, en forma de matriz, datos cuantitativos sobre los movimientos que tienen lugar entre dos estacones de trabajo cualesquiera. Las unidades son por lo general el peso o la cantidad transportada y la frecuencia de los viajes.

Con toda probabilidad pueden encontrarse posibilidades de mejorar una distribución de equipo en planta si se buscan sistemáticamente. Deberán

disponerse las estaciones de trabajo y las máquinas de manera que permitan el procesado más eficiente de un producto con el mínimo de manipulación.

1.29 5W y 1H

Existen situaciones en las cuales no se tiene una exactitud del origen del problema en un determinado momento. La herramienta **5W y 1H** ayuda a la obtención de esta respuesta, ya que es una técnica utilizada para conocer la raíz de un problema.

(Trías, González, Fajardo, & Flores) Describen las 5W+1H como una metodología de análisis empresarial que consiste en contestar seis preguntas básicas: qué (what), por qué (why), cuándo (when), dónde (where), quién (who) y cómo (how). Esta regla creada por Lasswell (1979) puede considerarse como una lista de verificación mediante la cual es posible generar estrategias para implementar una mejora.

1.30 Diagrama de Gantt

Para la planificación de proyecto es necesario establecer las actividades y los tiempos en los que se efectúan para mantener un control de los procesos, una de las herramientas más utilizadas para programación de proyecto es el Diagrama o Gráfica de Gantt, la cual es definido por (Kendall & Kendall, 2005): Como una forma de programar tareas. En este tipo de grafica las barras son cada tarea o actividad. La longitud de cada barra representa la duración de dicha tarea. Dentro de las ventajas mostradas en su libro “Análisis y diseño de sistemas” hace referencia a que la principal ventaja de esta es su sencillez y que

otra de ellas es que en el Diagrama de Gantt es que las barras representan actividades o tareas a escala; es decir, el tamaño de las barras indica el tiempo relativo que tomará completar cada tarea. Para una mejor interpretación del término (Robbins, 2005) lo describe como una Gráfica de programación ideada por Henry Gantt, en la que se comparan la producción actual y la planteada con el paso del tiempo.

En resumen, para la programación de tareas la gráfica de Gantt nos muestra la secuencia de actividades y los tiempos a tomar para realizarlas.

A continuación se definirán todas las herramientas de la filosofía Lean Manufacturing haciendo énfasis en aquella seleccionada para la realización de la propuesta para optimizar la Línea de Producción H de la empresa.

Algunas herramientas que utiliza la filosofía Lean Manufacturing para cumplir su objetivo están descritas a continuación por (Balibrera Benavides, Cisneros Montalvo, Serpas López, & Ubau López, 2005):

1.31 Producción Nivelada (Heijunka)

Heijunka, o Producción Nivelada es una técnica que adapta la producción a la demanda fluctuante del cliente. La demanda del cliente debe cumplirse con la entrega requerida del cliente, pero la demanda del cliente es fluctuante, mientras las fábricas prefieren que esta esté nivelada" o estable. Un fabricante necesita nivelar estas demandas de la producción.

Indicador Visual (Andón)

Término japonés para alarma, indicador visual o señal, utilizado para mostrar el estado de producción, el cual utiliza señales de audio y visuales. Es un despliegue de luces o señales luminosas en un tablero que indican las condiciones de trabajo en el piso de producción dentro del área de trabajo, el color indica el tipo de problema o condiciones de trabajo.

El Andón puede consistir en una serie de lámparas en cada proceso o un tablero de lámparas que cubren un área entera de la producción. Esta es una herramienta usada para construir calidad en los procesos.

1.32 Manufactura Celular

Las células de manufactura y las células de trabajo son el corazón de Lean Manufacturing. Sus beneficios son muchos y variados. Estas aumentan la productividad y la calidad. Las células simplifican el flujo de materiales, gestión y hasta el sistema contable. Una célula es un grupo de estaciones de trabajo, máquinas o equipos arreglados de tal manera que un producto puede ser procesado progresivamente de una estación de trabajo a otra sin tener que esperar que un lote sea completado o que requiera manejo adicional entre operaciones. Las células pueden estar dedicadas a un proceso, subcomponente, o a un producto. Las células trabajan con una sola pieza y métodos de manufactura de uno a uno.

1.33 Justo a Tiempo (Just in Time)

La herramienta Just in Time o también abreviado J.I.T según (Muñoz, 2013): Se traduce como Justo a Tiempo y quiere decir que hay que hacer las cosas justas y necesarias en el tiempo necesario. Este concepto está relacionado con la eliminación de cosas superfluas del entorno de producción una de las cuales es tiempo de espera. Mediante JIT es posible pues rebajar el nivel de stocks si tenemos garantías de que cuando necesitemos más de un cierto producto los pedidos llegarán a tiempo y sin falta. Así pues JIT no es posible si hay malas comunicaciones, inestabilidades etc. Para poder realizar JIT es necesaria una cierta sincronización entre fábricas, procesos y proveedores. Hay investigadores que opinan que JIT es más fácil en Japón porque la distancia media entre fabricas es más corta que en Europa. Just in Time (producir lo que se demanda cuando se demanda) esta tensión con heijunka, pero en realidad la nivelación/estabilización no es antagónico a JIT sino una precondition del mismo.

Otra precondition de JIT es Kanban en el sentido que los procesos deben estar sincronizados entre sí. Es decir, como el lector puede ya imaginar, JIT no tiene sentido sin Kanban o/ni producción estabilizada.

1.34 Mantenimiento Productivo Total (TPM)

De acuerdo con (Espinosa, 2012): El TPM (por las siglas en inglés de *Total Productive Maintenance*) busca la mejora de la efectividad de las máquinas y los procesos productivos a través de la implementación del mantenimiento

autónomo y el preventivo. La aplicación de esta metodología tiene un ámbito de acción que va desde la alta gerencia hasta los operarios. El TPM trabaja de la mano con la filosofía JIT, además de herramientas como las 5S, que ayudan en la aplicabilidad de la metodología. La Efectividad Global de los Equipos (OEE por sus siglas en inglés) es una herramienta que ayuda a medir el estado del mantenimiento dentro de las líneas de producción. El análisis de este indicador, junto con el uso de diagramas causa – efecto son fundamentales para proponer mejoras.

1.35 Flujo de una Pieza (One piece flow)

Es una herramienta más que utiliza esta filosofía igual de importante es el flujo de una pieza y esta descrita por (LEANROOTS, 2011).

El concepto de “flujo de una pieza” implica que una única pieza pasa de operación en operación en lugar de ser el lote de piezas el que se desplace.

En la práctica puede ser inviable reducir el tamaño de los lotes a una pieza (por ejemplo, en tortillería), pero habrá que determinar cuál es el mínimo que hace factible su implantación. Es amplia la gama de herramientas utilizadas por la filosofía Lean Manufacturing, lo que permite que sea versátil en su aplicación, aportando a las empresas de productos y/o servicios métodos de mejora continua, los cuales le permiten reducir sus costos productivos, aumentar la productividad y mejorar la calidad. Convirtiéndolas en empresas competitivas.

1.36 Poka Yoke

Por mucho que se controle un proceso a nivel estadístico y aun teniendo altos niveles de capacidad, nunca podremos asegurar el objetivo final de la Calidad: reducir a cero los defectos.

Por otro lado, las técnicas de muestreo estadístico intentan asegurar que los productos no conformes no lleguen hasta el consumidor final, pero como todos los productos no serán revisados, siempre existe la posibilidad de que un pequeño porcentaje de fallos sea detectado por aquel.

Poka-Yoke (a prueba de errores) es una técnica de calidad desarrollada por el ingeniero japonés Shigeo Shingo en los años sesenta, que en castellano significa “a prueba de errores”. Se basa en crear un proceso en el que sea imposible que se cometan errores. Shigeo Shingo trabajó para la empresa Toyota e implantó “el control de calidad de cero defectos”; según (Miguel, 2009).

1.37 Mapeo de la Cadena de Valor (Value Stream Mapping)

El Value Stream Mapping es la descripción de la cadena de valor en un mapa. Persigue tener una mayor simplicidad y apreciación visual a la hora de presentar los datos del proceso productivo.

Los Sres. (Rother & Shook, 2008): Asegura que value stream mapping es una herramienta de lápiz y papel que ayuda a ver y entender el flujo del material y la información que genera el producto, a esto se refiere el “value stream”.

Ahora bien, ¿Que se quiere decir con “value stream mapping”? es sencillo: siguiendo la trayectoria de la manufactura de un producto desde el cliente hasta el proveedor, cuidadosamente se dibuja una representación visual de cada proceso del material y la información del flujo del mismo. Luego, se formulan una serie de preguntas claves y se dibuja un mapa del estado futuro de cómo el “value” debería fluir. Apoyando la definición anterior, (Ortega R., 2008): Lo define como una herramienta visual de LM que permite identificar todas las actividades en la planeación y la fabricación de un producto, con el fin de encontrar oportunidades de mejoramiento que tengan un impacto sobre toda la cadena y no en procesos aislados.

Se fundamenta en la diagramación de dos mapas de la cadena de valor, uno presente y uno futuro, que harán lo posible documentar y visualizar el estado actual y real del proceso que se va a mejorar, y el estado posterior ideal o que se quiere alcanzar una vez se hayan realizado las actividades de mejoramiento.

Para la aplicación de la filosofía Lean Manufacturing en la Línea de Producción H se tomarán en cuenta las herramientas, Kaizen, 5S y Kanban, las cuales se definirán detalladamente a continuación:

1.38 Mejora continua (Kaizen).

Según (Palomino, 2010): Kaizen se apoya sobre los equipos de trabajo y la Ingeniería Industrial para mejorar los procesos productivos. En sí, Kaizen se enfoca a la gente y a la estandarización de los procesos. Su práctica requiere de

un equipo integrado por personal de producción, mantenimiento, calidad, ingeniería, compras y demás empleados que el equipo considere necesario. Su objetivo es incrementar la productividad controlando los procesos de manufactura mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad y de los métodos de trabajo por operación.

Kaizen es la práctica de la mejora continua. Kaizen fue originalmente introducido en Occidente por Masaaki Imai en su libro Kaizen: La clave del éxito competitivo de Japón en 1986 . Hoy kaizen es reconocido mundialmente como un pilar importante de la estrategia competitiva a largo plazo de una organización. Kaizen es la mejora continua que se basa en ciertos principios rectores:

- Buenas procesos traer buenos resultados
- Ve a ver por ti mismo para comprender la situación actual
- Hable con datos, administrar los hechos
- Tomar medidas para contener y corregir las causas profundas de los problemas
- Trabajar en equipo
- Kaizen es asunto de todos

Una de las características más notables de kaizen es que los grandes resultados provienen de muchos pequeños cambios acumulados en el tiempo . Sin embargo, esto ha sido mal interpretado en el sentido de que el kaizen es igual a pequeños cambios.

De hecho según (KAIZEN INSTITUTE, 2013): Kaizen significa todos los involucrados en hacer mejoras. Mientras que la mayoría de los cambios pueden ser pequeños, el mayor impacto puede ser kaizens que son dirigidos por la alta dirección como proyectos de transformación, o por equipos multi-funcionales como eventos Kaizen .

Significado:

KAI = CAMBIO

ZEN = BUENO

1.39 5'S

Toda empresa y organización que tiene como meta la calidad óptima en sus servicios o productos necesita o debe cumplir un orden y procedimiento para hacer las cosas, para así lograr la buena calidad en el servicio y/o manufactura del producto

Las 5´S es una práctica de calidad que surge en Japón en los años 70 con el objetivo de lograr mayor eficiencia en los procesos de la compañía Toyota. Hoy día varias empresas la utilizan en busca del mantenimiento integral de sus operaciones.

Las 5´S es una práctica de calidad que fue ideada en Japón, que busca el mantenimiento integral de una empresa. En el libro de (Sacristán, Las 5S Orden y limpieza en el puesto de trabajo, 2005): Se definen las 5's como cinco principios japoneses cuyos nombres comienzan por S y que van todos en la dirección de conseguir una fábrica limpia y ordenada. Estos nombres son: Seiri

(organizar y seleccionar), Seiso (limpiar), Seiketsu (estandarizar, mantener la limpieza), Seiton (ordenar) y Shitsuke (disciplina, rigor en la aplicación de consignas y tareas).



Ilustración 14: Descripción de las 5's

Fuente: Elaboración propia

La práctica las 5S se ha vuelto un punto de partida casi imprescindible para que las empresas de manufactura alcancen estatus de clase mundial y sean reconocidas. Es el fundamento para el logro de cero defectos, reducciones de costos y mejoras de seguridad.

(Sacristán, Las 5S orden y limpieza en el puesto de trabajo, 2005):
También agrega que en general esta acción se desarrolla en casa por etapas y cada etapa por las tareas comunes a las 5S. En el gráfico se muestra una síntesis del proceso que conduce hacia “el taller ideal” y que se describirá más adelante basándose en cuatro etapas:

1. Limpieza inicial
2. Optimización
3. Formalización
4. Continuidad

Tabla 3: Descripción y relación de las 5's

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Limpieza inicial	Optimización	Formalización	Continuidad
Organización y selección	Separar lo que sirve de lo que no sirve	Clasificar lo que sirve	Implantar normas de orden en el puesto	Estabilizar y mantener lo alcanzado en las etapas anteriores
Orden	Tirar lo que no sirve	Definir la manera de dar un orden a los objetos	Colocar a la vista las normas así definidas	Practicar la mejora
Limpieza	Limpiar las instalaciones/ máquinas/ equipos	Identificar focos de suciedad y localizar los lugares difíciles de limpiar y buscar una solución	Buscar las causas de suciedad y poner remedio para evitarlas	Cuidar el nivel de referencia alcanzado
Mantener la limpieza	Eliminar todo lo que no sea higiénico	Determinar las zonas sucias	Implantar y aplicar las gamas de limpieza	Evaluar (Auditoría 5S)
Rigor en la aplicación	Acostumbrarse a aplicar la 5S en el seno del puesto de trabajo y respetar los procedimientos en vigor en el lugar de trabajo			Hacia el taller/oficina ideal

Gráfico I-5

Fuente: (Sacristán, Las 5S Orden y limpieza en el puesto de trabajo, 2005)

1.40 Kanban

Para tener un mejor rendimiento y que los insumos sean utilizados eficientemente, se necesita tener control en el inventario de los mismos. Esto se puede lograr haciendo pruebas de rendimiento, considerando que no exista una cantidad extravagante en existencia, pero tampoco una cantidad muy baja.

El Sr. David F. Muñoz Negrón, en su libro Administración de Operaciones enfoque de administración de procesos de negocios (Munoz Negrón, 2009): Define el kanban como un mecanismo para administrar inventarios de demanda dependiente que elimina la necesidad de planear el abastecimiento de insumos con base en un programa de producción. En teoría el kanban es un mecanismo dinámico de comunicación, que tiene la finalidad de coordinar la producción de insumos, partes y componentes, con las necesidades del cliente que demanda estos productos.

En general, un mecanismo tipo kanban es un sistema de comunicación entre los clientes y el productor de un artículo, que tiene por finalidad el indicar al productor cuando es necesario producir el artículo debido a que la demanda de los clientes está por agotar el inventario disponible. Un mecanismo kanban apoya a una filosofía de producción tipo pull, ya que permite que la demanda de los clientes indique al sistema cuando se debe producir.

En la publicación hecha por (Uch Portal de estudiantes de recursos humanos, 2004): Acerca de la herramienta Kanban se hace mención de los objetivos, los tipos de tarjetas kanban, los pre-requisitos para su implementación, las fases por las que se debe pasar para su implementación y las reglas de esta herramienta.

Objetivos de KANBAN

En cuanto a Producción:

- Dar instrucciones basadas en las condiciones actuales del área de trabajo.

- Prevenir que se agregue trabajo innecesario a aquellas órdenes ya empezadas y prevenir el exceso de papeleo y tiempo innecesario.

En cuanto a flujo de materiales:

- Prioridad en la producción, el Kanban (la instrucción) con más importancia se pone primero que los demás.
- Comunicación más fluida.

Para alcanzar estos objetivos, se hace uso de, por lo menos, tres TIPOS de KANBAN:

KANBAN de señal. Es el primer KANBAN a utilizar y sirve como una autorización al último puesto de procesamiento (generalmente el de ensamblado) para que ordene a los puestos anteriores a empezar a procesar los materiales.

KANBAN de producción. O de trabajo en proceso. Indica la cantidad a producir por el proceso anterior. Cuando no puede ser colocada cerca al material (p.ej. si el material está siendo tratado bajo calor), debe ser colgada cerca del puesto donde este material es procesado.

KANBAN de transporte. O de retiro de material. Indica la cantidad a recoger por el proceso posterior y se utiliza cuando se traslada un material ya procesado, de un puesto a otro posterior a éste. Va adherida al contenedor.

Pre-requisitos de KANBAN

Antes de implementar KANBAN, es necesario:

- Desarrollar un sistema de producción mixta (producir diferentes modelos de productos en una misma línea de producción) y no fabricar grandes cantidades de un solo modelo. Se facilita una disminución del tamaño del lote si el número de los modelos de productos aumentan.
- Mantener constante la velocidad de proceso de cada pieza.
- Minimizar los tiempos de transporte entre los procesos.
- La existencia de contenedores y otros elementos en la línea de producción, tanto al principio como al final de un proceso, que servirán para almacenar las piezas y transportarlas desde el final de un proceso hasta el principio de otro y viceversa.
- Establecer una ruta de KANBAN que refleje el flujo de materiales, es decir, designar lugares para que no haya confusión en el manejo de materiales. Esta confusión debe hacerse obvia cuando el material está fuera de su lugar.
- Tener buena comunicación, desde el departamento de ventas hasta producción, especialmente para aquellos artículos cíclicos a temporada que requieren mucha producción, de modo que se avise con bastante anticipo.
- Comprender tanto el personal encargado de producción, control de producción como el de compras; cómo este sistema va a facilitar su trabajo y mejorar su eficiencia mediante la reducción de una supervisión directa.

- El Sistema KANBAN deberá ser actualizado y mejorado constantemente.

KANBAN se implementa en cuatro fases:

Fase 1: Entrenar a todo el personal en los principios de KANBAN, y los beneficios de usarlo.

Fase 2: Implementar KANBAN en aquellos componentes con más problemas para facilitar su manufactura y para resaltar los problemas escondidos. El entrenamiento con el personal continúa en la línea de producción.

Fase 3: Implementar KANBAN en el resto de los componentes, esto no debe ser problema ya que para esto los operadores ya han visto las ventajas de KANBAN, se deben tomar en cuenta todas las opiniones de los operadores ya que ellos son los que mejor conocen el sistema. Es importante informarles cuando se va estar trabajando en su área.

Fase 4: Esta fase consiste de la revisión del sistema KANBAN, los puntos de reorden y los niveles de reorden, es importante tomar en cuenta las siguientes recomendaciones para el funcionamiento correcto de KANBAN:

- a) Ningún trabajo debe ser hecho fuera de secuencia.
- b) Si se encuentra algún problema notificar al supervisor inmediatamente.

Reglas de KANBAN:

Regla 1: No se debe mandar producto defectuoso a los procesos subsecuentes.

Regla 2: Los procesos subsecuentes requieran solo lo que es necesario.

Regla 3: Producir solamente la cantidad exacta requerida por el proceso subsecuente.

Regla 4: Balancear la producción.

Regla 5: Kanban es un medio para evitar especulaciones.

Regla 6: Estabilizar y racionalizar el procesos.

Capítulo II.

MARCO METODOLÓGICO Y SITUACIÓN ACTUAL

La parte del Marco Metodológico contiene los objetivos de esta investigación, la manera en que se desarrollará el trabajo, la metodología a utilizar para obtener la información y los tipos de investigaciones necesarias para desarrollar esta propuesta.

2.1 Objetivo general

La implementación de herramientas de Lean Manufacturing propuestas para la optimización de la Línea de producción H, de manera que sea más eficiente al igual que las demás Línea de la Empresa, cumpliendo con los estándares especificados para la producción de los dispositivos médicos.

2.2 Objetivos específicos

1. Preparar un diagnóstico de los datos recolectados en la Línea De Producción H.
2. Analizar los elementos que estén afectando la producción tanto en la Línea como en el producto.
3. Mostrar los beneficios de las herramientas adecuadas para la implementación de Lean Manufacturing que cumplan con los estándares de la empresa.

2.3 Diseño Metodológico

2.4 Método de investigación

Método estadístico: De manera exhaustiva se recopilarán los datos a considerar para el estudio de la problemática, para así plasmarlo en graficas o

esquemas estadísticos, en los cuales se observarán con mayor exactitud la situación actual y proyectar los resultados que se obtendrán con la propuesta.

Método analítico: Se hará análisis y evaluación del método de operación actual, tanto de las maquinarias como del operador o personal de trabajo. Esto brindará información de la metodología utilizada para la manufactura de cada producto perteneciente a esta línea de producción.

2.5 Tipos de investigación

Descriptiva: Se recolectarán, ordenarán y representarán los datos a analizar para describir sus características y como están afectando la eficiencia de la Línea de Producción H, de esta manera poder hacer un diagnóstico de la situación actual y suposiciones de lo que podría suceder si no se mejora la situación de la Línea.

Explorativo: Ya que no se cuenta con investigaciones previas sobre el objeto de estudio, se utilizara el tipo de investigación exploratoria, de forma que se pueda hacer un análisis profundo que incluya las razones que condujeron a la selección de la Línea y el producto a estudiar con el fin de alcanzar el objetivo planteado .

Explicativa o causal: Mediante este se buscarán las razones que ocasionan los efectos negativos en la Línea de Producción H y en qué condiciones se dan, ya sea en el Layout, en el flujo de proceso, en la distribución

de trabajo con el fin de eliminar o cambiar lo necesario para que la Línea trabaje a un nivel óptimo y la calidad del producto sea la requerida por la empresa.

2.6 Técnicas de investigación

Las técnicas que se utilizarán son:

Documentación: Se recopilarán y analizarán datos de la empresa para el estudio y propuesta de mejora de la Línea de producción H.

Observación: Se visitará y observará el proceso de producción del producto seleccionado, el flujo que sigue su elaboración con el fin de identificar las causas posibles que hacen que la Línea de Producción H sea deficiente.

Referencias Bibliográficas: Se soportará la investigación en citas y referencias de distintos libros y sitios web.

Técnicas cuantitativas: Se harán los cálculos necesarios para las demostraciones del problema planteado.

Técnicas cualitativas: Se organizara la información de manera lógica de forma que se explique en qué consiste la investigación.

2.7 Estado Actual

En esta parte del trabajo se planteará el problema que se presenta en la Línea de Producción H de la empresa, a través del diagnóstico de la situación de la Línea de Producción, los procesos por los cuales pasa para su ensamblaje, el Layout de la Línea.

2.8 Planteamiento del Problema

Todas las empresas para lograr sus metas estudian sus procedimientos, utilizando la experiencia del personal ideal. En este caso el equipo de trabajo de la Línea de Producción H manifestó por medio de una lluvia de ideas la problemática que se presenta en su proceso productivo. Enfocándose en la Eficiencia y los tiempos de entrega de sus productos (dos de los indicadores utilizados por la empresa). Cabe destacar que para plantear el problema es importante conocer la situación actual en que se encuentran la Línea de Producción H y el Producto 12672, para ver de forma clara que ocasiona la deficiencia.

Dentro de las herramientas de calidad que se utilizarán para determinar los problemas están:

- Diagnóstico de la situación actual
- Gráficas de Barra
- Diagramas de Flujo de Operaciones
- Diagrama de Causa y Efecto

2.8.1 Diagnóstico de la situación actual

A continuación se presentarán los criterios del análisis de las diferentes Líneas de producción, a través de porcentajes mensuales de los indicadores de la empresa y gráficas representativas. Dentro del estudio y análisis del proceso productivo de la empresa y las Líneas de Producción se mostrarán datos presentados por el Supervisor, donde muestran las métricas utilizadas para el

control de producción de esta Líneas. Para identificar o valorar la actitud de cada métrica, se utiliza el método del semáforo, similar a la herramienta de Lean Manufacturing llamada Andón, en este caso las señalizaciones son por medio de luces parecidas a las de un semáforo, como se muestra a continuación:



Ilustración 15: Método del semáforo

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a las definiciones presentadas en el Marco Conceptual para los colores en el Método del semáforo, se elaboró la definición necesaria para cada color, en relaciona al tema tratado.

Color Rojo: Fuera de Meta. Es decir, que la línea no está cumpliendo con las metas y que se encuentra muy lejos de la meta establecida.

Color Amarillo: En Riesgo. Se refiere a que no está cumpliendo, pero aún no se encuentra fuera de la meta.

Color verde: En Cumplimiento. Hace referencia al cumplimiento de las metas establecidas por la empresa, así como también, uso óptimo de los procedimientos en el proceso.

En conclusión, este sistema le permitirá al supervisor y operarios de la Línea H tener un conocimiento de cada una de las actitudes que va teniendo cada métrica en el proceso de producción. Permitiéndoles verificar sus procesos, controlar el flujo de materiales e identificar las fallas en el momento oportuno.

La empresa utiliza métricas o indicadores de gestión en los sistemas productivos, los cuales son de vital importancia para la implementación de procesos. Estos analizan la situación actual de la empresa, reflejan las consecuencias de las acciones o decisiones que fueron tomadas, realizan un monitoreo constante del proceso para detectar las oportunidades de mejora, permitiendo el logro de los objetivos establecidos.

Los indicadores más utilizados en la empresa de dispositivos médicos son:

- Eficiencia
- OPE

Para mantener un control de la producción en la empresa se realizan mediciones enfocándose en el cumplimiento de los objetivos y verificando que la gestión de la producción sea adecuada. Dentro de los indicadores más importantes en el control y análisis de la producción está la Eficiencia, la cual permite medir la variación que existe entre la producción estándar y la

producción actual, así como también la utilización del tiempo para que los procesos se logren de forma exitosa y con el mínimo recurso.

2.8.2 Línea

A continuación se mostrará la tabla de Eficiencia, donde se plasman los datos obtenidos de cada Línea y el promedio de los objetivos alcanzados en relación a el indicador de Eficiencia en los meses de Enero- Junio, 2013.

Tabla 4: Promedios mensuales de la eficiencia

Líneas	Métricas							
	Eficiencia	Promedio real en Meses						Promedio en base a los 6 meses
	Objetivo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
A	100%	98%	96%	98%	99%	100%	100%	99%
B	100%	100%	99%	100%	99%	100%	99%	100%
B1	100%	98%	95%	98%	96%	99%	100%	98%
B2	100%	99%	99%	96%	96%	98%	98%	98%
B3	100%	100%	99%	95%	96%	96%	98%	97%
C	100%	98%	97%	96%	97%	99%	99%	98%
D	100%	98%	98%	99%	98%	97%	97%	98%
E	100%	95%	96%	99%	98%	98%	99%	98%
F	100%	96%	95%	98%	99%	98%	98%	97%
G	100%	98%	95%	99%	98%	95%	97%	97%
H	100%	89%	82%	86%	89%	93%	94%	89%
I	100%	96%	95%	98%	98%	95%	97%	97%
J	100%	96%	94%	98%	96%	98%	98%	97%
K	100%	98%	96%	96%	97%	99%	98%	97%

Fuente: Departamento de ingeniería de la empresa

Como presenta la gráfica anterior; la Línea A tuvo un promedio en meses pasados de 99% de Eficiencia, el cual fue uno de los mejores. Aunque la Línea B pudo mantener el 100% de eficiencia, estando en un estado óptimo y siendo la más eficiente en el proceso productivo. Por otra parte, las Líneas B1, B2, C, D y E al calcular su promedio en base a los 6 meses, se obtuvo como resultado un 98% de eficiencia. Mientras que, las Líneas B3, F, G, I y J pudieron llegar a un 97% de la Eficiencia establecida. Dentro del estudio de datos la Línea que presentaba menor Eficiencia era la Línea H la cual obtuvo en el promedio de 89%, que en comparación de las demás era muy baja, lo que implica que no se está cumpliendo el procedimiento establecido. A razón de los valores obtenidos y analizados en el estudio del indicador de Eficiencia, se elaboró una gráfica de barras tomando el promedio de 6 meses de cada Línea de Producción para comparar los valores con el objetivo establecido e identificar cuál de estos es el que menos se acerca, la cual se presenta de la forma siguiente:

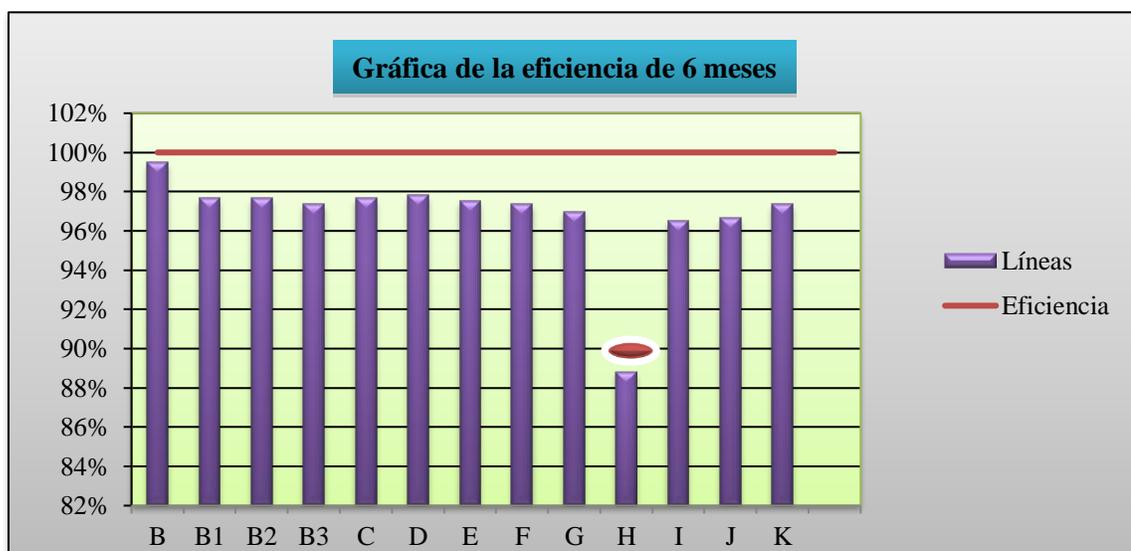


Ilustración 16: Grafica de la eficiencia de 6 meses

Fuente: Elaboración Propia

Según lo examinado en la gráfica la Línea de Producción H es la de menor eficiencia, lo que implica que no están utilizando la menor cantidad de recursos para obtener la demanda de los productos que allí se fabrican. La señalización con el círculo rojo indica el incumplimiento de la meta para esta la Línea de Producción, es decir, que la misma está realizando actividades que no agregan valor al producto y causan ineficiencia.

La eficiencia que debe alcanzar la Línea de Producción H es de 98%, como lo indica el objetivo del OPE.

El indicador OPE permite a la empresa medir y controlar la eficiencia general en todo el proceso productivo de la Línea de Producción H, tomando en cuenta la cantidad de productos manufacturados y el Tiempo Estándar requerido para que se lleve a cabo. Permitiendo a la empresa obtener datos que le sirven de guía para cualquier toma de decisiones.

A continuación se presentan los promedios mensuales desde Enero hasta Junio de la Eficiencia General del Proceso:

Tabla 5: Indicador OPE

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Objetivo	98%	98%	98%	98%	98%	98%
Base	84%	84%	84%	84%	84%	84%
Meses	89%	82%	86%	89%	93%	94%

Fuente: Departamento de ingeniería de la empresa

Para una mejor interpretación a continuación se desarrollará en forma gráfica el contenido de tabla de porcentajes OPE.

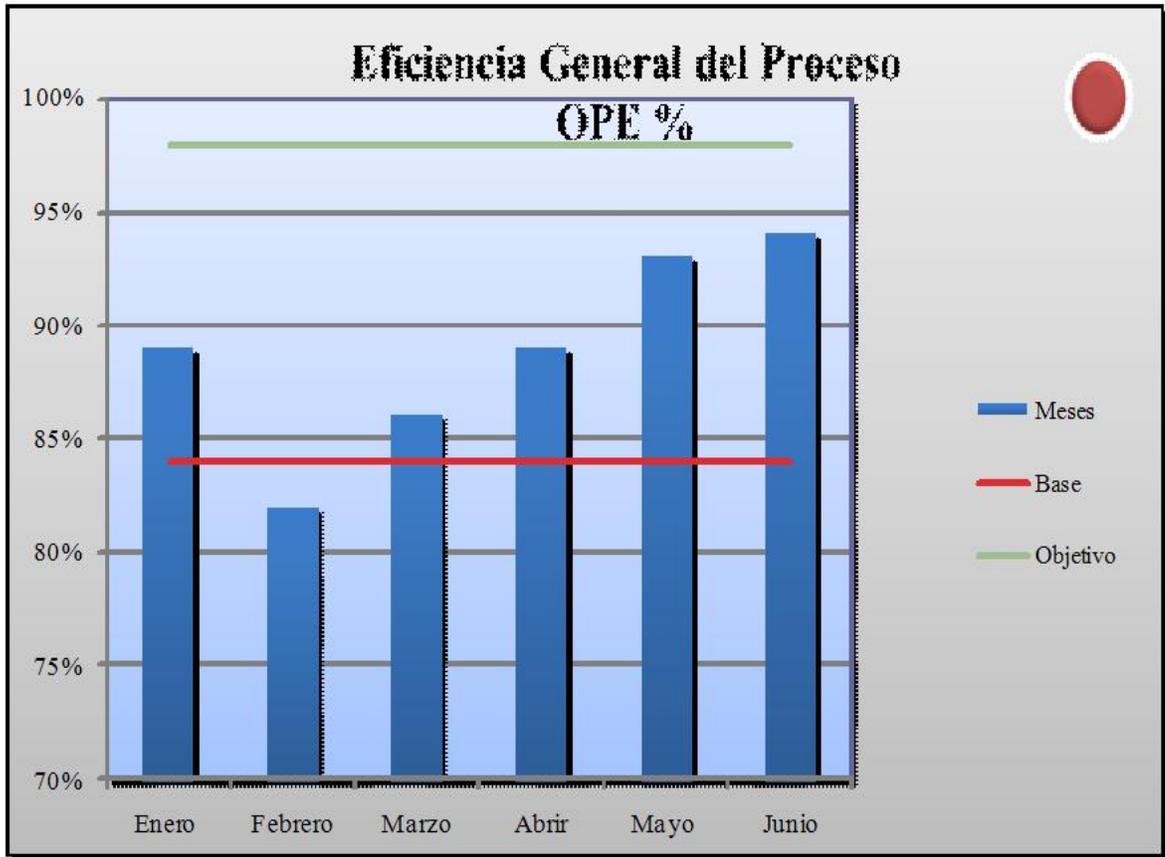


Ilustración 17: Gráfico OPE

Fuente: Elaboración Propia

Según los datos ilustrados en el gráfico, la Eficiencia General del proceso contiene un Target de 95%, los meses mayo y junio fueron los que más se acercaron al objetivo, los demás presentaron baja eficiencia mostrando que la Línea de Producción H estaba en riesgo y que de no poner caso a la situación probablemente no se cumpliría con las metas establecidas por la empresa. Debido a los resultados obtenidos de los indicadores de eficiencia este trabajo de investigación estará enfocado en la Línea de Producción H, la cual ha sido la que contiene una baja eficiencia en relación con las demás Líneas.

Además de los indicadores relacionados con la eficiencia, la empresa utiliza varios indicadores en el proceso productivo de la Línea de producción H, a continuación se presentaran los más relevantes para esta investigación.

Tabla 6: Cumplimiento de los procesos³

Tasa de Quejas de Clientes (por millón) "Customer Complaint Rate (per 1,000,000)":
• Número de quejas por cada cien mil (pp 100M)

Fuente: Departamento de ingeniería de la empresa

Tabla 7: Estado del proceso

Entrega a tiempo " On-Time Delivery":
• Número de lotes de productos específicos programados lanzado para la semana / # de lotes de productos específicos previstos para la semana.

Fuente: Departamento de ingeniería de la empresa

Uno de los indicadores más importantes para las empresas son las Quejas de los Clientes, las cuales sirven de alerta cuando no se logran los propósitos, permitiendo la retroalimentación de los procesos para que la empresa pueda realizar cambios y lograr la satisfacción del cliente. Para determinar la Tasa de Quejas de los Clientes se obtuvieron los siguientes datos mensuales, los cuales servirán de guía e identificador de las quejas durante ese periodo de tiempo. Para la tasa de quejas está establecido un margen de la cantidad de quejas que puede haber por mes.

³ Compliant processes

A continuación se presenta la gráfica de Quejas de clientes de la Línea de Producción H:

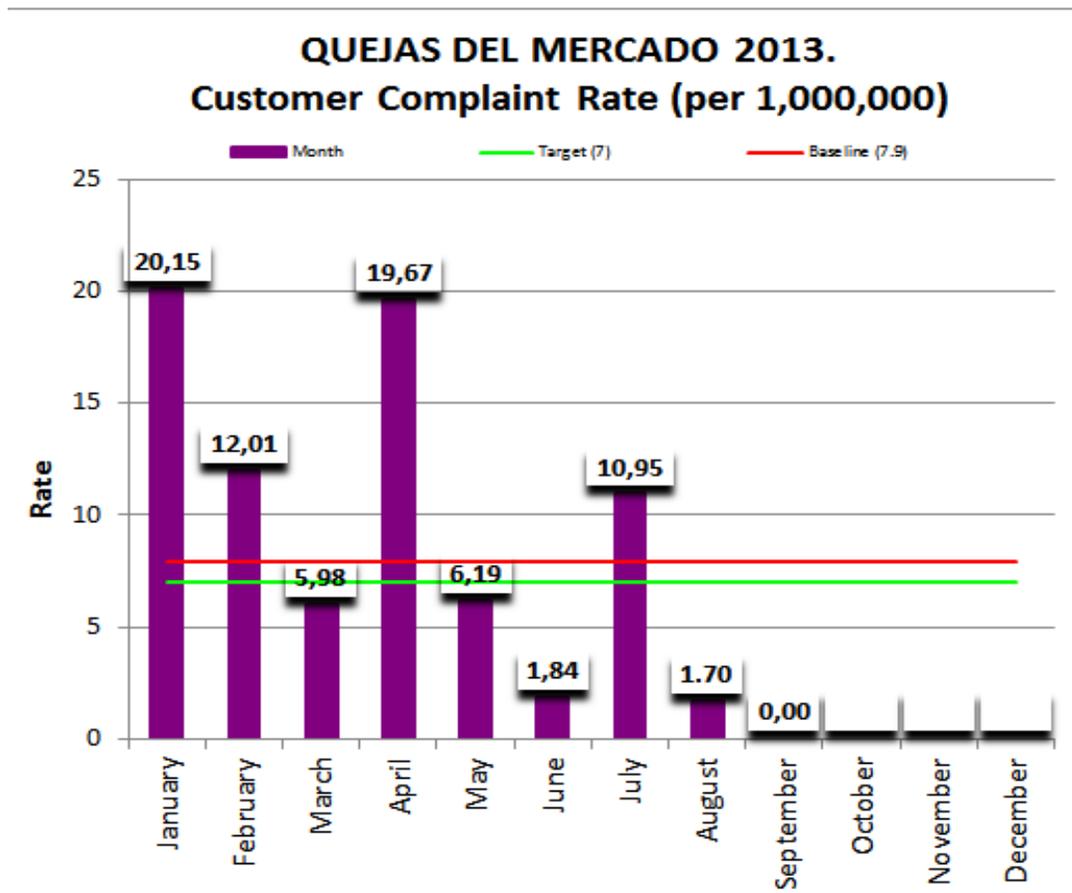


Ilustración 18: Grafico de quejas

Fuente: Departamento de ingeniería de la empresa

En este gráfico se muestra la cantidad de quejas que hubo en cada mes por Millón de dispositivos entregados, las cuales están fuera de la Meta establecida de 7 quejas. La causa de esto fue el flujo lento de materiales en la Línea de Producción H haciendo que las entregas no se realizaran a tiempo.

Para mayor seguridad en lo analizado, a continuación se presentan los datos semanales y el promedio mensual de las entregas a tiempo:

Tabla 8: Porcentaje de entregas a tiempo

On-Time Delivery		31-Dec	7-Jan	14-Jan	21-Jan	28-Jan	January	4-Feb	11-Feb	18-Feb	25-Feb	February
Target (> 75%)		75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%
Baseline (59%)		59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%
Week		0%	0%	67%	50%	0%	23%	33%	25%	50%	33%	35%

15-Apr	22-Apr	29-Apr	April	6-May	13-May	20-May	27-May	May	3-Jun	10-Jun	17-Jun	24-Jun	June	1-Jul	8-Jul	15-Jul	22-Jul	29-Jul	July
75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%
59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%
67%	50%	0%	43%	0%	67%	50%	33%	38%	100%	0%	66%	0%	42%	-	66%	50%	0%	50%	42%

5-Aug	12-Aug	19-Aug	26-Aug	August	2-Sep	9-Sep	16-Sep	23-Sep	30-Sep	September	7-Oct	14-Oct	21-Oct	28-Oct	October
75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%
59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%
50%	0%	67%	100%	54%	100%	67%	50%	67%	75%	72%	100%	67%			84%

Fuente: Departamento de ingeniería de la empresa

Una vez obtenido los datos se realizó la gráfica con los Target establecidos por la empresa, para analizar y determinar si la Línea H está cumpliendo con las metas establecidas.

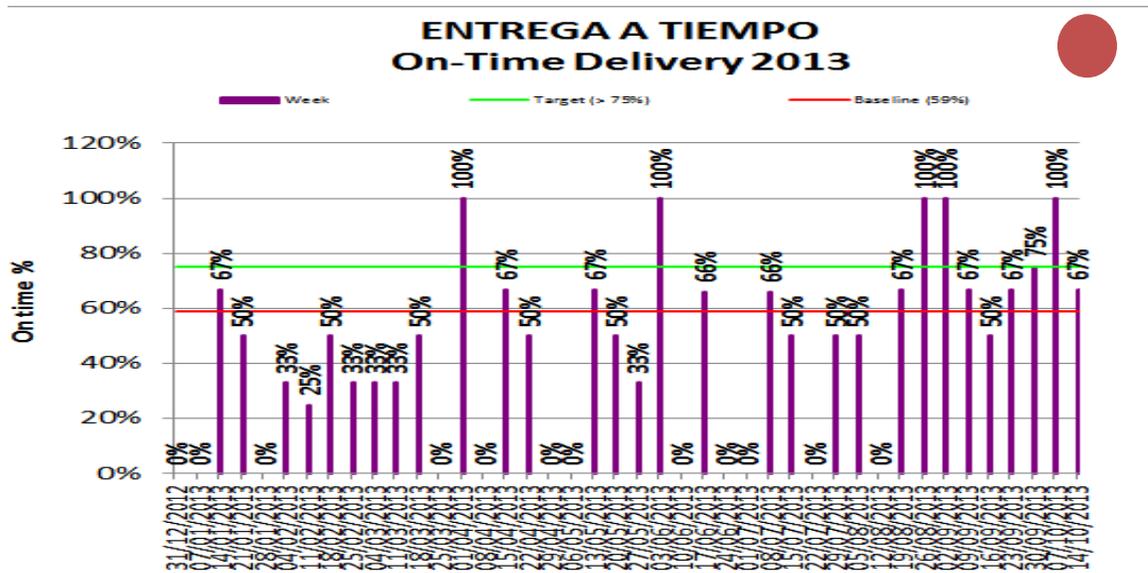


Ilustración 19: Grafico de entrega a tiempo

Fuente: Departamento de ingeniería de la empresa

Según muestra la gráfica, las entregas no se están cumpliendo de acuerdo a las metas establecidas con la empresa. La causa de este incumplimiento es que no se completan las jornadas laborales de forma satisfactoria.

En conclusión la Línea de Producción H no solo está incumpliendo con los indicadores de eficiencia establecidos para el proceso productivo, sino que tampoco cumple con las entregas a los clientes lo que está generando quejas elevadas haciendo aún más deficiente a la Línea de Producción H.

Además de la selección de la Línea de producción H, se realizará la selección del producto a estudiar, esta se hará tomando en cuenta el producto con mayor tiempo de producción, se observaran los tiempos de corrida de cada producto fabricado en la Línea de producción H y se comparan estos tiempos con los estándares establecidos por la empresa.

2.8.3 Producto

Los productos elaborados en la Línea de Producción H, 15 en su totalidad, son dispositivos que para su producción deben manejar ciertos procedimientos para la satisfacción de las expectativas o demandas del cliente. La empresa tiene márgenes y estándares de tiempo establecidos para cada una de sus líneas de producción de esta manera se facilitan las tareas para que el proceso sea productivo, ya que se producen dispositivos médicos y requieren de total precaución.

Dichos márgenes sirven como guía para los operarios en el proceso de ensamble de un producto, de manera que no se excedan el tiempo, dando prioridad a aquellas actividades críticas en el proceso productivo dejando a un lado a aquellas que no agregan valor y eliminando los tiempos ociosos, manteniendo un balance entre los tiempos por operación.

El Margen de Tiempo establecido para la producción de una pieza en la Línea de Producción H, sugiere un mínimo y un máximo de tiempo:

- El Tiempo Mínimo Establecido es de 20 segundos.
- El Tiempo Máximo Establecido es de 60 segundos.

No obstante, la forma actual en que trabaja la Línea de Producción H implica que algunos productos fabricados no son completados cumpliendo este margen, de manera que existe consumo de tiempo requerido para cumplir la con la demanda.

A continuación se presentaran los productos que se fabrican en la Línea de producción H con sus respectivos tiempos de producción:

Tabla 9: Tiempos de producción de los productos

Producto	Tiempo de Ciclo (seg)	%	Acum %
12672	83.34	13.48%	13%
1479	57.16	9.45%	23%
14279 (B)	57.16	9.45%	32%
14277	49.00	8.10%	40%
20669(A)	46.00	7.61%	48%
20794 (C)	45.00	7.44%	56%

20655 (A)	44.31	7.33%	63%
20670 (A)	40.00	6.61%	69%
20668 (D)	33.00	5.46%	75%
12689 (C)	29.33	4.85%	80%
12689	29.33	4.85%	85%
12354	29.07	4.81%	89%
20657 (A)	23.80	3.94%	93%
14929 (A)	20.00	3.31%	97%
149290428	20.00	3.31%	100%

Fuente: Departamento de ingeniería de la empresa

Esta tabla muestra cada producto y los tiempos en que se completa su ensamblaje, además del porcentaje que representa cada uno, con estos datos se realizó un gráfico de barras donde se muestra cuales productos no están cumpliendo con el margen de tiempo establecido para la producción de una pieza en la Línea de Producción H.

A continuación se muestra el gráfico con la información de la tabla anterior:

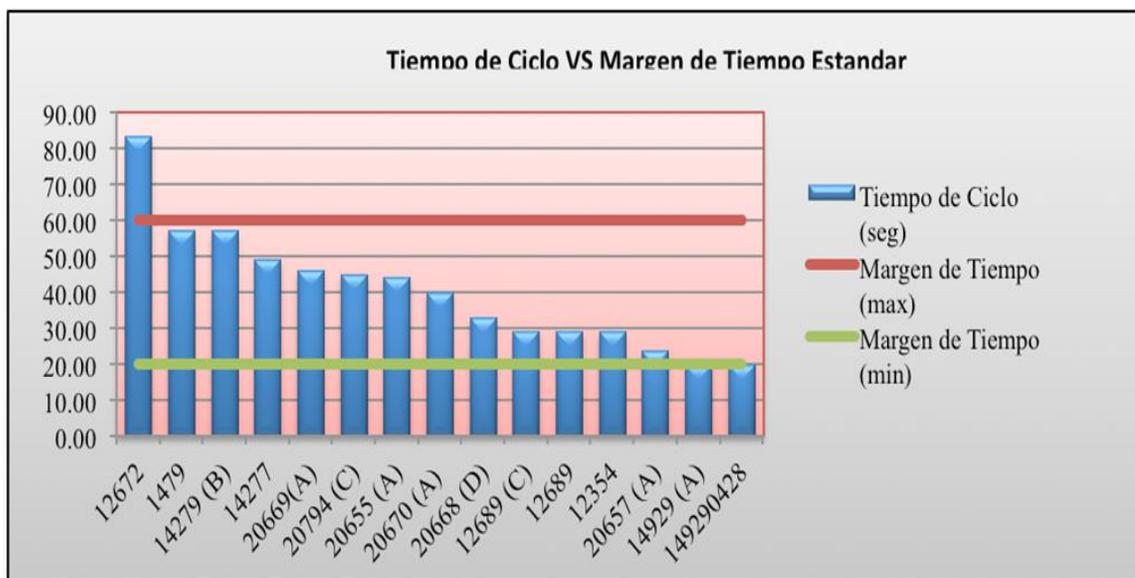


Ilustración 20: Gráfico de comparación entre tiempo de Ciclo y Margen de Tiempo Estándar

Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico se observan los productos con sus respectivos Tiempos de Ciclo, la mayoría cumple con el Margen de Tiempo establecido para la producción de una pieza, ya que varían en su Tiempo de Ciclo pero no exceden el máximo de 60 segundos, a excepción del producto 12672 que necesita para su terminación 83.34 segundos, por esta razón se selecciona este producto para ser analizado y reestructurado su Tiempo de Ciclo.

Se procederá investigar cuales son los problemas que tiene el proceso de producción del producto 12672 que impiden que la Línea de Producción H no esté cumpliendo con la eficiencia requerida por los indicadores de la empresa, esto se hará por medio de las herramientas de calidad que permitan determinar dónde están los problemas y brinden posibles soluciones.

2.8.4 Flujo de Operaciones Estándar y Actual del producto 12672

El Tiempo de Ciclo Estándar establecido por la empresa para el ensamblaje de producto 12672 es una guía para que la producción del mismo se complete en el margen de tiempo establecido para la producción de una pieza y se pueda cumplir la demanda del producto a tiempo. Para determinar cómo se hará la reestructuración del Tiempo de Ciclo que se toma el ensamble del producto 12672 actualmente, se verificará el Flujo de Operación Estándar establecido por la empresa y se realizará una comparación con el Flujo de Operación actual. Para esto se realizaron visitas a la empresa y se analizaron los procedimientos tomando los Tiempos de Ciclo para cada producto de la Línea de Producción H, aunque para esta investigación solo se presentará el

Tiempo de Ciclo del producto 12672, el cual ha sido identificado como el peor de los casos.

A continuación se presenta el Flujo de Operaciones Estándar establecido por la empresa para la Producción del producto 12672:

Tabla 10: Flujo de Operaciones Estándar para el producto 12672

No.	Estación	Número De elemento	Descripción del elemento	Tiempo estándar Por elemento	Tiempo estándar Total Por elemento
1	Cortar y Atar tubo 69"	1	Tomar paper band	0.825	3.58
		2	Tomar tubo de 69"	0.856	
		3	Atar tubo con paper band	1.900	
2	Ensamblar Cassette al tubo 69"	4	Tomar Cassette	1.287	3.89
		5	Aplicar solvente al tubo de 69" y ensamblar al cassette	2.100	
		6	Pasar	0.500	
3	Colocar Gasket al Cap y bola de acero	1	Tomar feeding cap y colocar en riel (2)	1.500	4.91
		2	Tomar y colocar gasket (2)	2.400	
		3	Tomar y Colocar bola de acero dentro del feeding cap (2)	1.010	
4	Presado del Air filter y bola de acero	1	Colocar Air filter en la máquina y tomar feeding cap	1.947	5.60
		2	Colocar feeding cap en la máquina	1.000	
		3	Prensar	1.400	
		4	Retirar ensamble de la máquina	1.250	
5	Ensamble Over cap al feeding cap	1	Tomar Over Cap	1.000	7.78
		2	Ensamblar al Feeding cap assy	5.900	
		3	Colocar en bin	0.877	

6	Ensamblar tubo de 6" al Feeding Cap	4	Tomar Feeding Cap Assy y Tubo de 6"	0.963	3.06
		5	Aplicar solvente al tubo de 6" y ensamblar al Feeding Cap	2.100	
7	Ensamblar S. Chamber cap con S. Chamber body. Ensamble tubo de 6" al S. Chamber assy	1	Tomar S. Chamber Cap (2)	1.100	7.43
		2	Colocar en fixture (2)	1.000	
		3	Tomar S. Chamber (2)	0.600	
		4	Aplicar solvente al S. Chamber (2)	0.640	
		5	Ensamblar S. Chamber con S. Chamber Cap	0.800	
		6	Tomar tubo de 6"-Feeding cap assy	0.500	
		7	Aplicar solvente al tubo de 6" y ensamblar al S. Chamber	2.100	
		8	Pasar	0.690	
8	Ensamblar tubo 18" al S. Chamber y al Cassette. Ensamblar Slide Clamp al tubo de 18"	1	Tomar tubo de 18"	0.500	8.40
		2	Aplicar solvente al tubo de 18" y ensamblar al S. Chamber	1.753	
		3	Tomar e introducir Slide Clamp en el tubo de 18"	2.000	
		4	Tomar Cassette	1.287	
		5	Aplicar solvente al tubo de 18" y ensamblar al Cassette	2.209	
		6	Pasar	0.650	
9	Ensamble Enteral Adapter y Hood	1	Tomar Hood	0.563	4.49
		2	Colocar Hood en fixture	0.532	
		3	Tomar Enteral-Adapter	0.783	
		4	Colocar enteral adapter sobre el hood	0.761	
		5	Colocar fixture sobre las unidades y pasar	1.850	
10	Prensar el Enteral Adapter	1	Prensar	0.185	1.19
		2	Retirar sub-ensambles	1.000	

11	Ensamblar Caution tag y ensamblar tubo 69" al Enteral Adapter,	1	Tomar tubo de 69" y caution tag	1.100	4.64
		2	Introducir Caution tag al tubo de 69"	1.400	
		3	Aplicar solvente al tubo de 69" y ensamblar el Enteral A.	2.138	
12	Enrollar y colocar en pouch	4	Coilear	2.100	3.40
		5	Colocar en pouch y pasar	1.300	
13	Sellar Pouch	1	Tomar y verificar el Pouch	0.125	1.23
		2	Colocar en selladora	1.100	
14	Empacar en caja	1	Formar corrugado	0.325	1.30
		2	Empacar	0.923	
		3	Cerrar y pasar	0.056	
Tiempo de Ciclo Estándar					60.89

Fuente: Departamento de ingeniería de la empresa

En la tabla 10 se muestra el Tiempo de Ciclo Estándar en el que se debe realizar el ensamble del producto 12672, el cual debe ser de 60.89 segundos, para que la terminación de un producto cumpla con el Margen de Tiempo establecido para la producción en Línea de Producción H.

La siguiente tabla que se presenta muestra el del Flujo de Operaciones que sigue el producto 12672, donde se podrá ver el Tiempo de Ciclo que tarda el ensamble de dicho producto actualmente para ser comparado con el Tiempo de Ciclo Estándar establecido por la empresa.

Tabla 11 : Flujo de operaciones del producto 12672 (Actual)

No.	Estación	Número de Elementos	Descripción del elemento	Tiempo por elemento	Tiempo total por elemento
1	Cortar y Atar tubo 69"	1	Tomar paper band	1.825	5.56
		2	Tomar tubo de 69"	1.156	
		3	Atar tubo con paper band	2.581	
2	Ensamblar Cassette al tubo 69"	4	Tomar Cassette	2.287	6.43
		5	Aplicar solvente al tubo de 69" y ensamblar al cassette	2.363	
		6	Inspeccionar el solvente y ensamble	1.133	
		7	Pasar	0.650	
3	Colocar Gasket al Cap y bola de acero	1	Tomar feeding cap y colocar en riel (2)	1.796	6.55
		2	Tomar y colocar gasket (2)	2.729	
		3	Tomar y Colocar bola de acero dentro del feeding cap(2)	1.0275	
		4	Inspeccionar	1.000	
4	Presado del Air filter y bola de acero	1	Colocar Air filter en la máquina y tomar feeding cap	2.447	6.80
		2	Colocar feeding cap en la maquina	1.225	
		3	Prensar	1.793	
		4	Retirar ensamble de la máquina	1.336	
5	Ensamble Over cap al feeding cap	1	Tomar Over Cap	2.038	8.92
		2	Ensamblar al Feeding cap assy	6.001	
		3	Colocar en bin	0.877	
6	Ensamblar tubo de 6" al Feeding Cap	4	Tomar Feeding Cap Assy y Tubo de 6"	0.963	5.11
		5	Aplicar solvente al tubo de 6" y ensamblar al Feeding Cap	2.144	

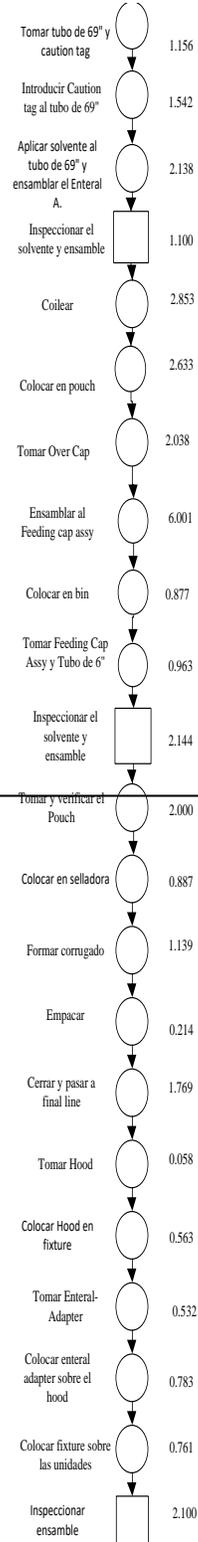
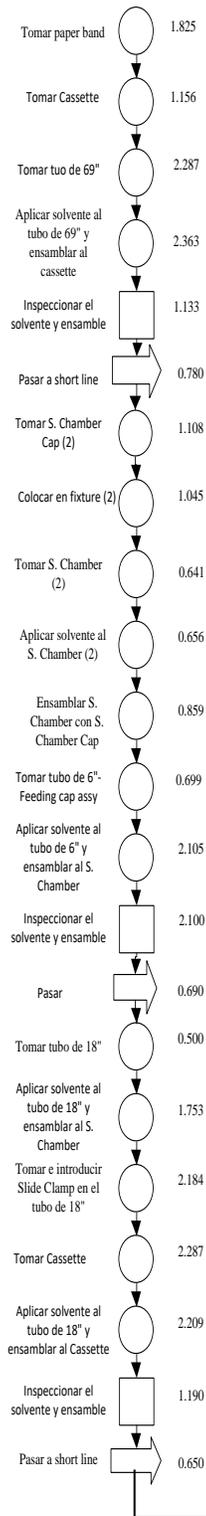
		6	Inspeccionar el solvente y ensamble	2.000	
7	Ensamblar S. Chamber cap con S. Chamber body. Ensamble tubo de 6" al S. Chamber assy	1	Tomar S. Chamber Cap (2)	1.108	9.90
		2	Colocar en fixture (2)	1.045	
		3	Tomar S. Chamber (2)	0.641	
		4	Aplicar solvente al S. Chamber (2)	0.656	
		5	Ensamblar S. Chamber con S. Chamber Cap	0.859	
		6	Tomar tubo de 6"-Feeding cap assy	0.699	
		7	Aplicar solvente al tubo de 6" y ensamblar al S. Chamber	2.105	
		8	Inspeccionar el solvente y ensamble	2.100	
		9	Pasar	0.690	
8	Ensamblar tubo 18" al S. Chamber y al Cassette. Ensamblar Slide Clamp al tubo de 18"	1	Tomar tubo de 18"	0.500	10.77
		2	Aplicar solvente al tubo de 18" y ensamblar al S. Chamber	1.753	
		3	Tomar e introducir Slide Clamp en el tubo de 18"	2.184	
		4	Tomar Cassette	2.287	
		5	Aplicar solvente al tubo de 18" y ensamblar al Cassette	2.209	
		6	Inspeccionar el solvente y ensamble	1.190	
		7	Pasar	0.650	
9	Ensamble Enteral Adapter y Hood	1	Tomar Hood	0.563	6.59
		2	Colocar Hood en fixture	0.532	
		3	Tomar Enteral-Adapter	0.783	
		4	Colocar enteral adapter sobre el hood	0.761	
		5	Colocar fixture sobre las unidades y pasar	1.850	
		6	Inspeccionar ensamble	2.100	

10	Prensar el Enteral Adapter	1	Prensar	0.185	1.21
		2	Retirar sub-ensambles	1.026	
11	Ensamblar Caution tag y ensamblar tubo 69" al Enteral Adapter	1	Tomar tubo de 69" y caution tag	1.156	5.94
		2	Introducir Caution tag al tubo de 69"	1.542	
		3	Aplicar solvente al tubo de 69" y ensamblar el Enteral A.	2.138	
		4	Inspeccionar el solvente y ensamble	1.100	
12	Enrollar y colocar en pouch	1	Coilear	2.853	5.49
		2	Colocar en pouch y pasar	2.633	
13	Sellar Pouch	1	Tomar y verificar el Pouch	0.887	2.03
		2	Colocar en selladora	1.139	
14	Empacar en caja	1	Formar corrugado	0.214	2.04
		2	Empacar	1.769	
		3	Cerrar y pasar a final line	0.058	
Tiempo de Ciclo Total					83.34

Fuente: Elaboración Propia

La tabla anterior indica que actualmente la Línea de Producción H no está trabajando de manera estandarizada, ya que no cumple con el estándar de tiempo establecido, por el contrario el Tiempo de Ciclo (83.34) es excesivo, para mostrar con detalle esta información se presentará el Diagrama de Flujo de Operaciones, donde se muestran por medio de símbolos las operaciones del producto 12672, presentes durante su elaboración, permitiendo conocimientos individuales del mismo de forma clara, ordenada y concisa, a través de esta se podrá identificar donde se encuentran los problemas que afectan el proceso, ya que se tienen todos y cada uno de los detalles del mismo.

Inicio en Tubing



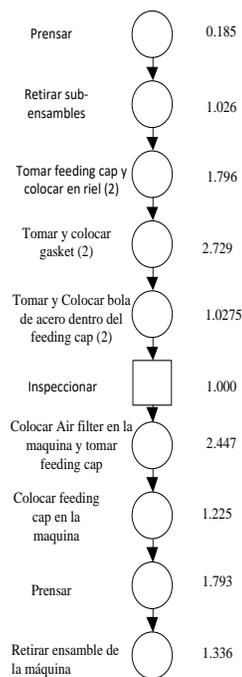


Ilustración 21: Diagrama de flujo Operaciones de la Línea H- Producto 12672

Fuente: Elaboración Propia (Visio)

A través del Diagrama de Flujo de operaciones se puede ver que el proceso contiene actividades innecesarias (Desperdicios) que no le agregan valor al producto 12672 estas son:

- Tiempos de esperas
- Inspecciones
- Transportaciones

- WIP

Estos Desperdicios junto con el Tiempo de Ciclo requieren de un análisis más profundo que muestre las causas por las que se presentan en el proceso. Este análisis se realizará mediante la herramienta de calidad llamada Diagrama de Causa y Efecto, presentado a continuación.

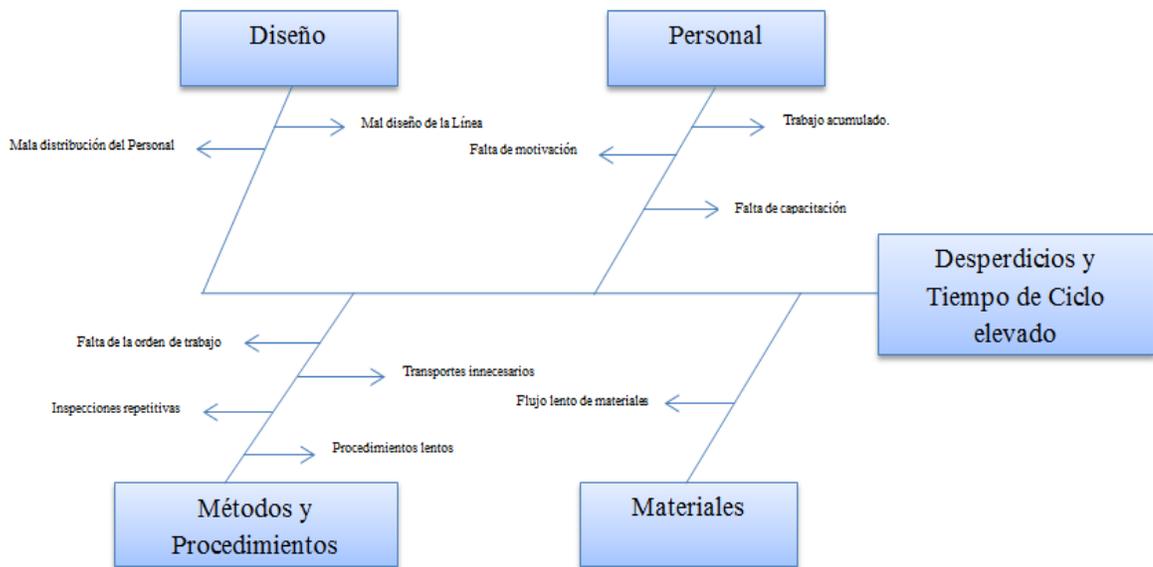


Ilustración 22: Diagrama de Causa y Efecto

Fuente: Elaboración Propia

En el Diagrama de Causa y Efecto se muestran las posibles causas por las que se presentan los Desperdicios que no le agregan valor al producto y que hacen que el Tiempo de Ciclo sea muy elevado.

A continuación se presentan de manera resumida las causas y sub-causas expuestas en el Diagrama de Causa y efecto:

Tabla 12: Causas (Diagrama Causa y Efecto)

Personal	Materiales	Diseño	Métodos y Procedimientos
<input type="checkbox"/> Trabajo acumulado <input type="checkbox"/> Falta de Motivación <input type="checkbox"/> Falta de Capacitación	<input type="checkbox"/> Flujo lento de Materiales	<input type="checkbox"/> Mal diseño de la Línea <input type="checkbox"/> Mala distribución del personal	<input type="checkbox"/> Falta de las ordenes de trabajo. <input type="checkbox"/> Inspecciones repetitivas. <input type="checkbox"/> Transportes innecesarios <input type="checkbox"/> Procedimientos lentos

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a lo contemplado en el resumen del Diagrama de Causa y Efecto, las causas más probables que provocan los Desperdicios y los problemas con el Tiempo de Ciclo son:

- Los Materiales: Flujo lento de materiales
- Diseño: Mal diseño de la Línea y Mala distribución del personal

Para confirmar y analizar que estas son las causas reales se presentará el Layout de la Línea de Producción H y se detallará como es el funcionamiento y distribución del mismo.

2.8.5 Layout de la Línea de producción H

La Línea de Producción H actualmente tiene un flujo tradicional, el Layout se utiliza de manera que se divide en tres partes: Tubing, Short line y Final Line, lo que implica mucha utilización de transporte para poder manufacturar el set, cabe resaltar que primero se hace un WIP en las estaciones de Tubing y Short Line y el ensamble del Final Set inicia con el WIP del Turno anterior o 1 hora más tarde que el inicio de las operaciones de Short Line. Las estaciones de

Tubing y de Short Line están en la Fase II mientras que Final Line en la Fase I. Esta transportación se ejecuta unas 12 veces al día, con una duración de 75 segundos cada una.

A continuación se presenta una ilustración del Layout de la Línea de Producción H, donde se muestra de forma visual la distribución de la misma a través un Diagrama de Recorrido que muestra el flujo que sigue el proceso de ensamblaje del producto 12672.

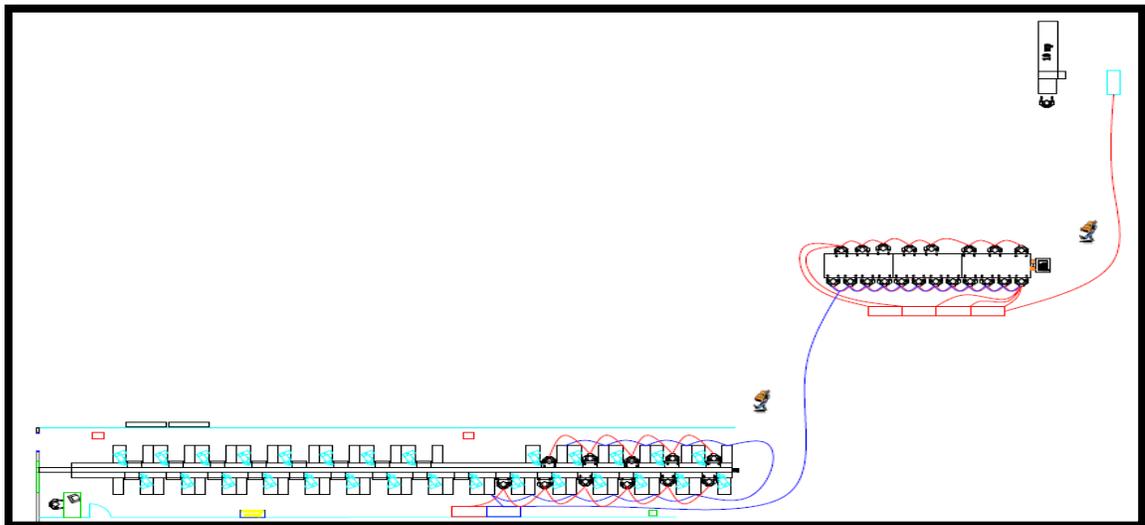


Ilustración 23: Layout de la Línea de Producción H

Fuente: Elaboración Propia

Puede apreciarse que el Layout ocupa una gran cantidad de espacio debido a que las estaciones están muy separadas entre sí. Por otra parte, en la estación Final Line existe una capacidad establecida que excede la requerida debido a que hay 17 celdas vacías que no están siendo utilizadas.

Dentro de la recolección de datos se obtuvieron imágenes que representan los procedimientos que se realizan en las estaciones de forma práctica.

A continuación imágenes ilustrativas de las operaciones que se realizan en la estación Short Line:



Ilustración 24: Proceso de Producción

Fuente: Elaboración Propia

En esta parte se encuentra la canasta con los tubos cortados que provienen de la estación Tubing, los cuales serán utilizados en el ensamblaje del Producto 12672, se puede apreciar que la canasta no está fija sino que es transportada por el Material Handler.



Ilustración 25: Proceso de Producción

Fuente: Elaboración Propia

En esta mesa se realiza una parte del ensamble del Producto 12672, según lo que se visualiza en la imagen el orden en el que están colocados los materiales no es el más efectivo, es decir que puede haber una distribución más cómoda, que le permita al usuario tener más agilidad en el momento de buscar el material que será ensamblado.



Ilustración 26: Proceso de Producción

Fuente: Elaboración Propia

Una vez terminado el proceso de ensamble en Short Line se coloca el producto (no terminado) en la canasta para ser enviado a Final Line, donde se realizarán las últimas operaciones. Para esto se necesita de un transporte hacia la otra área de la Línea de Producción, donde se invierten 75 segundos en el horario de producción.

Final Line

En esta área se realizan las operaciones finales del proceso productivo de la Línea de Producción H, donde se efectúan las últimas inspecciones y se empaican los productos. Cabe destacar que esta área de la Línea inicia cuando las demás Tubing y Short Line están en fase II o 1 hora más tarde.



Ilustración 27 : Proceso de Producción

Fuente: Elaboración Propia

Al llegar los productos (no terminados) a Final Line se procede a la colocación de materiales, solventes e inspección.



Ilustración 28: Proceso de Producción

Fuente: Elaboración Propia

Al finalizar los procedimientos anteriores el Producto 12672 es empacado y enviado al área de Almacén.

En conclusión la baja eficiencia de la Línea de Producción H y el alto Tiempo de Ciclo del producto 12672, son debido al diseño actual del Layout de dicha Línea lo que provoca retrasos en las entregas.

2.9 Suposiciones futuras de la situación actual

Toda empresa debe procurar cumplir con los estándares de calidad que ofrece a sus clientes para satisfacer sus necesidades y expectativas. En el caso de la empresa de dispositivos médicos tiene como objetivo la calidad, seguridad y entrega a tiempo a sus clientes, debido a la gama de productos farmacéuticos que ofrece. Motivo que llevo a la investigación de la misma.

Al analizar sus procedimientos e indicadores se pudo dar a conocer que la Línea de producción H de la empresa trabaja con baja eficiencia y que de no mejorar sus procesos no solo seguirá aumentando la tasa de quejas por el incumplimiento en las entregas, sino que la empresa podría comenzar a sufrir pérdidas.

Dentro de estas pérdidas se encuentran:

- Clientes: Debido al flujo lento de producción que ocasiona el incumplimiento de las entregas demandadas por el cliente.
- Materia Prima: Debido a los materiales que se encuentran estancados en el almacén por el flujo lento de materiales en la producción.
- Dinero: Debido a la pérdida de clientes y materia prima.

Capitulo III.

LA PROPUESTA

La propuesta consiste en optimizar la Línea de producción H para garantizar la eficiencia de la misma y reducir el Tiempo de Ciclo del producto 12672 asegurando las entregas a tiempo. Para lograrlo se propondrá la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing:

- Kaizen
- 5S
- Kanban

Desarrollo de la Propuesta

1. Para el desarrollo de Kaizen, se realizará el rediseño de la Línea de producción H, lo que dará como resultado la modificación del Flujo de Operaciones y Tiempo de Ciclo actual con el fin de que la Línea de Producción H trabaje a un Tiempo Óptimo.
2. Se utilizará la herramienta de 5S para mantener el área de trabajo en perfectas condiciones. Dando como beneficio el orden, limpieza, categorización y seguridad en el área laboral.
3. Para el desarrollo de Kanban se propondrá la utilización de un programa o aplicación web⁴ profesional que permita gestionar los pedidos de los clientes, de esta manera la Línea de Producción H producirá exactamente lo que se necesite para cumplir la demanda mediante el sistema pull.

Para iniciar con la propuesta se realizará un análisis en el área, determinando si son factibles y rentables los cambios a realizar. Este análisis se enfocará en las soluciones, impactos en el área laboral, consideraciones de costos y observaciones a considerar

⁴ Software: Kanban Tool

Tabla 13: Análisis para la factibilidad del rediseño

Soluciones	Impacto sobre otras áreas	Consideraciones de costos	Observaciones
<ul style="list-style-type: none"> •Rediseño de la Línea de producción H. •Compra de bandejas plasticas apilables. •Recorte de personal. •Utilizacion de software para gestionar kanban. 	<ul style="list-style-type: none"> •Nulo. •Nulo. •Nulo. •Nulo. 	<ul style="list-style-type: none"> •El rediseño se hara con los mismos equipos con que se cuenta en la Línea actualmente. •Unidad 20 pesos. •Ahorro monetario. •El software es gratuito. 	<ul style="list-style-type: none"> •El rediseño consistira en reubicar el Layout de manera que la Línea sea mas eficiente y ocupe menos espacio. •Para la aplicacion de 5S. •Nulo. •Se requiere entrenar al personal.

Fuente: Elaboración Propia

Una vez analizada la propuesta de rediseño de la Línea, la compra de bandejas, recorte del personal y aplicación de un software para el kanban y verificado que no se afectará a las demás Líneas, que los costos son mínimos en comparación con el ahorro monetario por el recorte de personal y que se contará con espacio libre y se mantendrá el área ordenada, se procede a la Matriz de soluciones o 5W+1H para la planificación de esta propuesta.

Tabla 14: Matriz de Soluciones para Problemas con el Tiempo (5W+1H)

Qué (What)	<ul style="list-style-type: none">•Unificar las estaciones Short Line y Final Line y aplicar Lean Manufacturing.
Quién (Who)	<ul style="list-style-type: none">•Área de Ingeniería.
Por qué (Why)	<ul style="list-style-type: none">•Para eliminar, tiempos de esperas, transportes, WIP, retrasos, reducir Tiempo de Ciclo del producto 12672 y cumplir con las entregas .
Dónde (Where)	<ul style="list-style-type: none">•En la Línea de Producción H.
Cuándo (When)	<ul style="list-style-type: none">•Inicio del Año 2014.
Cómo (How)	<ul style="list-style-type: none">•Elaborando un nuevo diseño, donde se utilice menos espacio con las mismas instalaciones de la Línea de Producción H, ordenar las celdas de trabajo con la aplicación de 5S y proponer un sistema de trabajo pull a través de la herramienta kamban.

Fuente: Elaboración Propia

Al establecer hacia donde se quiere llegar y como se realizará por medio de la Matriz de soluciones, con la ayuda de las herramientas de Lean Manufacturing se procederá a realizar el rediseño de la Línea de Producción H y el cambio del Flujo de Operaciones para reducir el Tiempo de Ciclo, el cual se hará en base al Tiempo Óptimo que debe tener ensamble del producto 12672.

2.10 Aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing

El primer paso antes de iniciar con la implementación de la propuesta es calcular el Tiempo Óptimo en que se debe terminar una unidad del producto 12672.

Para determinar cuál debe ser el Tiempo Óptimo para la terminación del producto 12672 se realizará el cálculo del Ritmo de Tiempo Aceptable⁵ al proceso de producción en la Línea de producción H. Esos resultados señalarán el tiempo máximo que los operarios deben trabajar la pieza antes de transformarla en producto terminado, luego se hará una comparación gráfica entre el Takt Time y el Tiempo de Ciclo del producto 12672 (Actual).

Después de leer la definición hecha por (Tomás, 2013) del Ritmo de Tiempo Aceptable (Takt Time), se procede a elaborar una formula sencilla para calcular este tiempo.

El Takt Time se obtiene dividiendo el tiempo disponible con el que cuenta la empresa entre la demanda del cliente por día para obtener el tiempo óptimo para producir una pieza.

Ecuación 2: Formula Takt Time

$$\text{Ritmo de Tiempo Aceptable} = \text{Tiempo} / \text{Volumen}$$

Fuente: Elaboración propia

⁵ Takt Time

Procedimientos:

1. Se hará el cálculo del Takt Time correspondiente a un día. Para ello se dividirá el total de segundos trabajados por turnos en un día entre el total de piezas que deben de salir diarias para cumplir la demanda de piezas por turno.

Datos:

- Demanda anual del Producto 12672 = 228000 unidades
- Horario laboral = 8.83 horas por turno
- Tiempo de trabajo por turno = 7.83 horas.
- Tiempo no trabajado por turno = 1 hora.
- Turnos de trabajo por día = 2

A continuación se presenta un cuadro con la demanda anual, mensual y diaria:

Tabla 15: Demanda

DEMANDA ANUAL	
228,000.00	12
DEMANDA MENSUAL	
19,000.00	4
DEMANDA SEMANAL	
4,750.00	5
DEMANDA DIARIA	
950.00	

Fuente: Elaboración Propia

En esta tabla se tomó la demanda anual del producto 12672 para multiplicarla por los meses, semanas y días que trabaja la empresa y de esta manera obtener la demanda diaria.

En la tabla siguiente se presenta un cuadro con las horas de trabajo por día:

Tabla 16: Horas de Trabajo al día

HORAS DE TRABAJO POR TURNO	MINT	SEG
7.83	469.80	28188
TURNOS LABORALES		
2	2	2
HORAS DE TRABAJO DIARIO		
15.66	939.60	56376

Fuente: Elaboración Propia

Esta tabla muestra las horas de trabajo en un turno que son 7.83, en minutos y segundos, que al multiplicarlos por 2 (turnos diarios) resulta el Tiempo de Trabajo Diario.

Tomando los segundos trabajados y la demanda diaria obtenemos el Takt Time:

Tabla 17: Takt Time para el Producto 12672

RITMO DE TIEMPO ACEPTABLE	
Tiempo (Diario)	56,350.00 seg.
Volumen (Demanda Diaria)	950.00 unidades.
Takt Time	59.32 seg.

Fuente: Elaboración Propia

El Takt Time obtenido es de 59.32 segundos, tiempo en el que se debe ensamblar una unidad del producto 12672.

2. Se tomará el Tiempo de Ciclo que requiere la Línea de Producción H para terminar una unidad del producto 12672 y comparará gráficamente con el Takt Time.

Datos:

- Tiempo de Ciclo de producción = 83.34 seg.

La siguiente ilustración presenta gráficamente el Tiempo de Ciclo con que trabaja la Línea de Producción H actualmente para ensamblar el producto 12672 y el Takt Time con que se debería trabajar para cumplir con la demanda diaria:

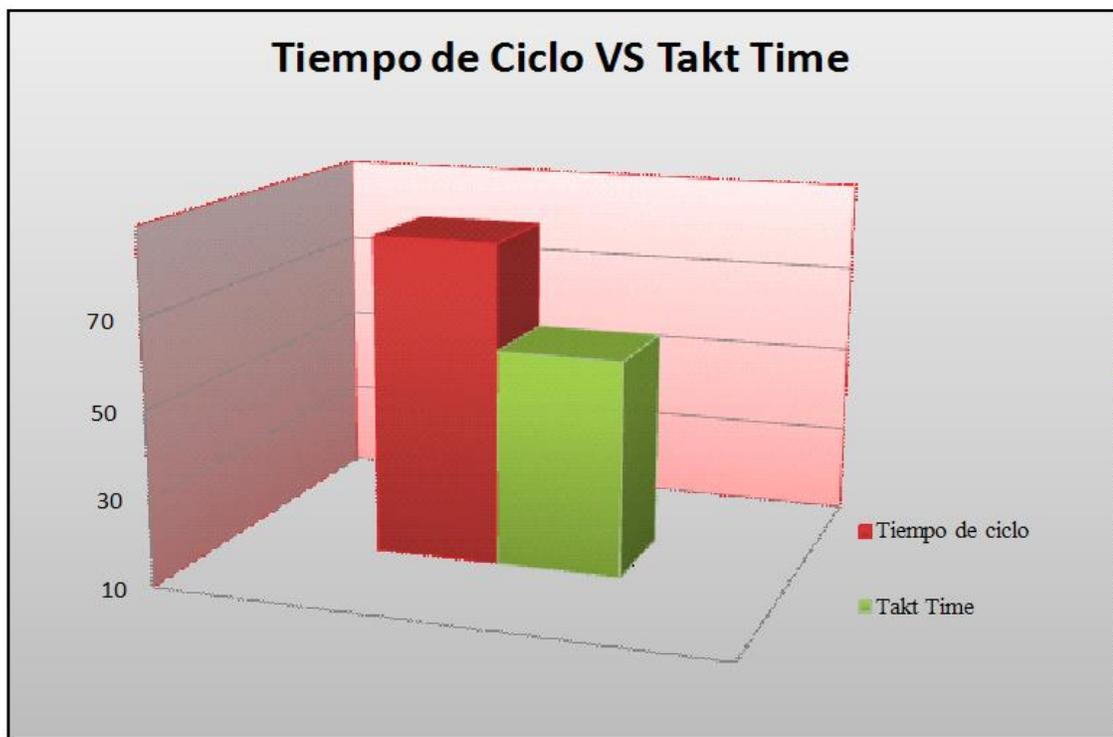


Ilustración 29: Tiempo de ciclo Vs Takt Time

Fuente: Elaboración Propia

El gráfico muestra claramente que la diferencia entre ambos tiempos es excesiva, lo que implica que la Línea de Producción H no trabaja a un Tiempo Óptimo en la producción del producto 12672.

Para mejorar el Tiempo de Ciclo y que la Línea de Producción H trabaje a un Tiempo Óptimo cumpliendo con el Margen de Tiempo establecido para la producción de una pieza, se debe reestructurar el Flujo de Operaciones del Producto 12672, eliminando actividades que no agregan valor al proceso y movimientos ineficientes, para ello primero se rediseñará el Layout de la Línea de Producción H.

Antes de iniciar con el rediseño se presentará un análisis de los Movimientos Elementales⁶ presentes en el proceso y flujo del producto con el cual se determinará cuáles movimientos son eficientes y cuales son ineficientes.

La siguiente tabla, elaborada tomando en cuenta las definiciones sobre los Therbligs hechas por (Meyers, 2000) y presentada en el Marco Conceptual: Muestra los movimientos elementales para realizar una tarea, especificando cuales son eficientes y cuales no:

⁶ Therbligs definidos en la pág. 54

Tabla 18: 17 Movimientos físicos elementales

Movimientos	Descripciones	Categorías
Buscar	Localizar un objeto	Ineficiente
Seleccionar	Escoger una pieza dentro de su estación de trabajo	Ineficiente
Tomar	Acción de rodear algún objeto con la mano para usarla en alguna operación	Eficiente
Alcanzar	Estirar el brazo y estar en condiciones de interactuar con el objeto	Eficiente
Mover	Tomar y cambiar de posición un objeto	Eficiente
Sostener	Mantener algún objeto en cierta posición	Ineficiente
Soltar	Acción de dejar caer algún objeto	Ineficiente
Colocar en posición	Posicionar el objeto	Eficiente
Pre colocar en posición	Poner el objeto en posición para ser usado	Eficiente
Inspeccionar	Cerciorarse de cómo trabaja la operación	Ineficiente
Ensamblar	Unir uno o más objetos	Eficiente
Desensamblar	Separar uno más o más objetos	Ineficiente
Usar	Trabajar con algún objeto	Eficiente
Demora inevitable	Retraso	Ineficiente
Demora evitable	Retraso	Ineficiente
Planear	Planificar el trabajo	Ineficiente
Descanso	Hacer alto en el trabajo	Ineficiente

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con la distribución y la forma de trabajo de la Línea de Producción H, existen movimientos eficientes e ineficientes durante la elaboración del producto 12672, la siguiente tabla los muestra a continuación:

Tabla 19: Therbligs presentes durante la elaboración del producto 12672

EFICIENTES	INEFICIENTES
Ensamble	Demora inevitable
Usar	Inspeccionar
Pre colocar en posición	Seleccionar
Colocar en posición	Buscar
Mover	
Alcanzar	
Tomar	

Fuente: Elaboración Propia

Al analizar esta tabla se puede apreciar que los movimientos que se deben eliminar para que la elaboración del producto 12672 se haga a un Tiempo Óptimo son:

Demora inevitable: Las demoras ocasionadas por la espera de sud- ensambles.

Inspeccionar: Las múltiples inspecciones presentes durante la elaboración del producto.

Seleccionar: La selección de materiales para ensamblar en la mesa desordenada.

Buscar: La búsqueda de sud- ensambles en la mesa desordenada.

La eliminación de estos Therbligs se podrá lograr llevando a cabo lo propuesto en la matriz de soluciones que es la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing seleccionadas para el rediseño de la Línea de Producción H.

2.10.1 Rediseño

A continuación se procederá a rediseñar la Línea de Producción H, este rediseño se realizará con los mismos equipos y/o instalación de la Línea H, en la figura siguiente se muestra el diseño y distribución actual de la Línea de Producción H:

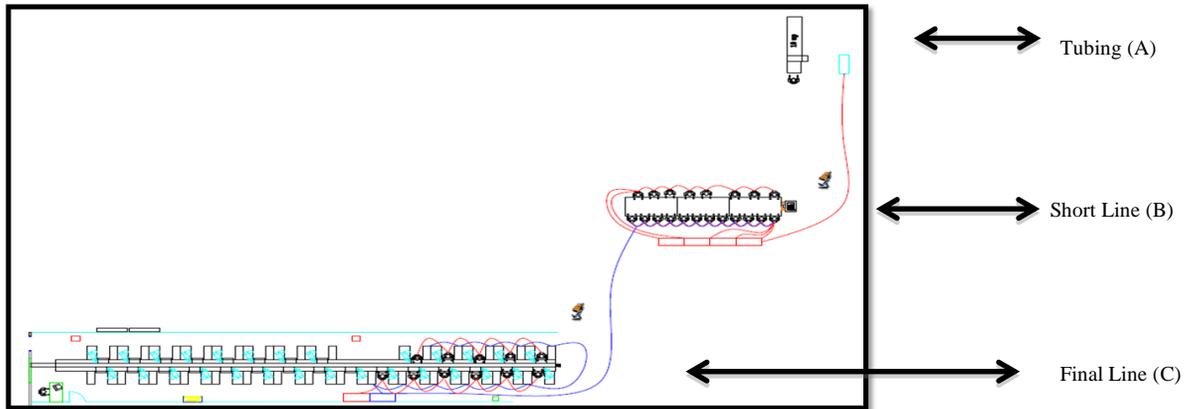


Ilustración 30: Layout Línea H

Fuente: Elaboración propia

La figura muestra:

- Espacio que puede ser utilizados.
- Transporte innecesarios.
- Celdas Vacías.
- Tiempos de esperas.

2.10.1.1 Propuesta para la Línea de Producción H:

Rediseñar la Línea H al unir las estaciones Short Line y Final Line, trasladando Tubing y proponiendo un Flujo de Celda Autónoma,

Con la unión de las estaciones Short Line y Final Line solo existirá una estación de trabajo que será identificada como Final Line, como se muestra a continuación:

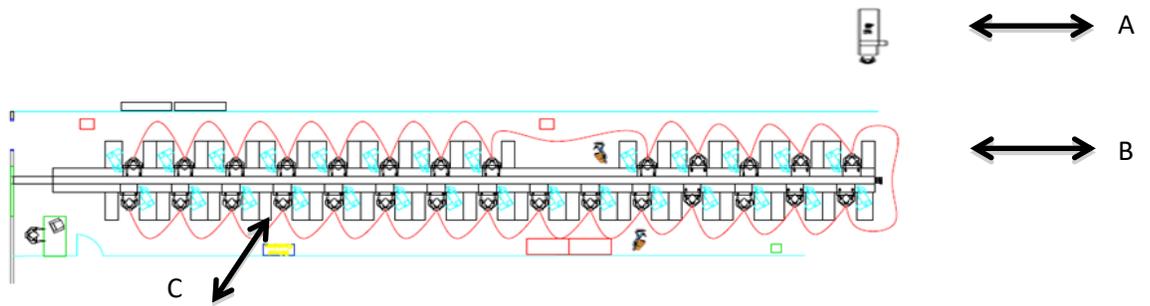


Ilustración 31: Propuesta de rediseño para la Línea H

Fuente: Elaboración Propia

Con este cambio se eliminaría el WIP, trasladando a Tubing a una distancia de 10 metros de las estaciones Short Line y Final Line; Por otra parte, al unificar las estaciones Short Line y Final Line se eliminarán los transportes de sub-ensambles.

Para llevar a cabo el rediseño mediante la unificación de las estaciones se debe realizar un recorte de personal. Debido a que Final Line contiene 28 celdas, pero solo se utilizan 11 de ellas, mientras que Short Line contiene 20 celdas en el proceso de ensamble. Al mover estos operarios 20 operarios a las 17 celdas de Final Line que se encuentran vacías, quedarían 3 operarios fuera del proceso.

A continuación se muestra la tabla con el ahorro que se obtendrá al reducir la cantidad de operarios en los dos turnos laborales:

Tabla 20: Ahorro por recorte de personal

Cantidad operario	de	Sueldo (Mensual) base	Turno	Total (Mensual)	Total (Anual)
3		RD\$ 7,360.00	2	RD\$ 44,160.00	RD\$ 529,920.00

Fuente: Elaboración Propia

Con la reducción de personal la empresa obtendrá un total de RD\$ 529,920 pesos en un año; Además de ahorro monetarios al unir la estación de ensamble Short Line con Final Line y formar una sola estación se podrán obtener los siguientes beneficios:

1. Ahorro de tiempo

En la jornada laboral la Línea de producción H realiza 12 transportes de 75 Seg.

- Tiempo de transportes por día = $12 \times 75 \text{ Seg.} = 900 \text{ Seg.}$

Estos transportes inician el recorrido en Tubing y terminan en Final Line, con una distancia de 27.446 metros, una vez rediseñada la Línea de producción H y aplicado el software para gestionar la herramienta kanban, no se realizarán más transportaciones durante la elaboración del producto 12672, de esta manera se podrán ahorrar 900 segundos/día.

También se obtendrá como beneficio:

2. Espacio disponible.

Como se mencionó anteriormente la Línea de Producción H tenía una distancia recorrida desde donde inicia el proceso hasta el final de 27.446 metros.

Para el traslado de la estación Tubing en frente de Final Line se tomó alrededor de 10 metros de distancia entre ambas.

A continuación se presenta la tabla de espacio disponible, la cual contiene estos detalles:

Tabla 21: Espacio Disponible

Distancia recorrida de Tubing a Short Line	10.320.00	Metros
Espacio de la estación Short Line	11.0184.00	Metros de largo
Distancia recorrida de Short Line hasta Final Line	17.126.00	Metros
Espacio disponible después del rediseño	188.701.11	Metros cuadrados

Fuente: Elaboración Propia

El espacio disponible obtenido entre Short Line y Final Line es de 188.7011 m² de área, el cual puede ser utilizado para cualquier otra Línea o estación que se requiera colocar. Cabe destacar que el espacio utilizado para colocar a Tubing es un espacio libre que se utiliza actualmente para transportar la materia prima.

Una vez obtenido los beneficios mencionados, se procede a proponer la implementación de 5S, para lograr la optimización de la Línea de Producción H.

2.10.2 Aplicación de 5S

Anteriormente en el Layout de la Línea de Producción H y descripción de actividades (ilustración 25 y 27) se pudo observar que las estaciones tenían el área de trabajo de forma desordenada haciendo que sus operaciones se realizaran más lentas y ocasionando Therbligs ineficientes. Otra de las

observaciones es que la bandeja que contiene los casquetes tiene una superficie plana lo que puede ocasionar que se caigan; Mientras que las bandejas de plástico apilables son grandes, ocupan mucho espacio y hacen que el operador realice el proceso más lento.

A continuación se presentan las ilustraciones 25 y 27, nuevamente para confirmar como está el área de trabajo actualmente:



Ilustración

25



Ilustración

27

Con el análisis de las ilustraciones queda demostrado que se debe proponer 5S para el orden y categorización de los materiales, obteniendo mayor espacio, eliminando elementos innecesarios, actividades ineficientes y reduciendo los tiempos para la localización de materiales. Para lograrlo se deben realizar los siguientes pasos:

1. Selección y clasificación de los materiales y equipos, para conservar solo los necesarios.

Según lo analizado en la ilustración 25, los elementos que son necesarios e innecesarios son:

Tabla 22: Elementos innecesarios

Necesarios	Innecesarios
Fixture (Máquina de solvente)	Bandeja
Materia Prima	Bandeja de plástico apilable (actual)

Fuente: Elaboración Propia

- Al seleccionar los elementos se procede a organizar los materiales y equipos en el área de trabajo para que los operarios puedan tener fácil acceso a ellos.

Para ello se propondrá la redistribución del espacio de trabajo, determinando el lugar donde quedará cada elemento. Tomando en cuenta de que ya la Línea de producción H trabajará con flujo de Celda Autónoma.

Las mesas de trabajo de la Línea Producción H (Estación Final Line) son las siguientes:

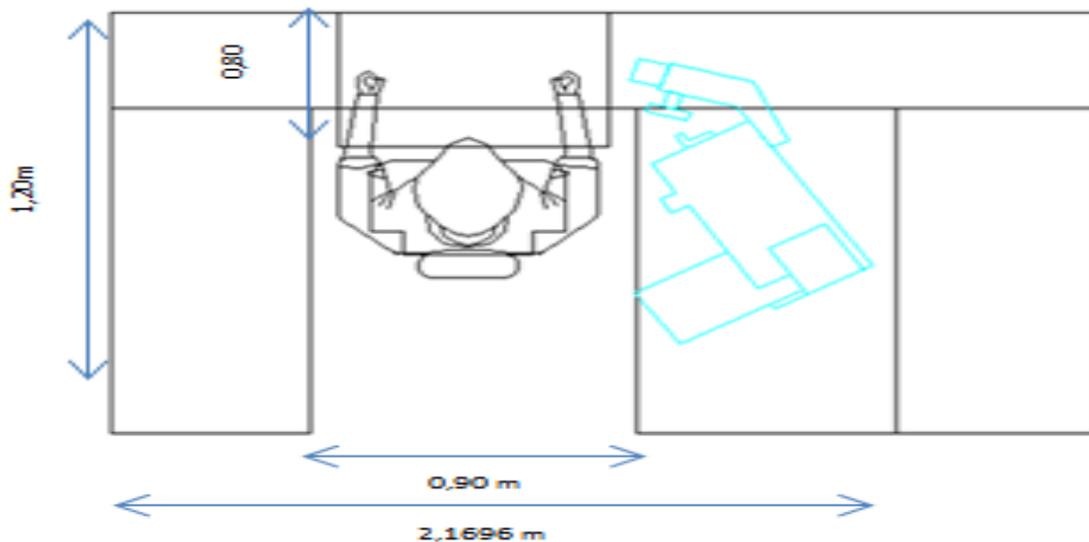


Ilustración 32: Mesa para celda autonoma

Fuente: Elaboración Propia

Las medidas de la mesa de trabajo de la estación Final Line son: 1.20 metros de ancho y 2.1696 metros de largo; Por otra parte, el área donde se encuentran colocados los materiales mide alrededor de 0.80 metros de ancho y 0.90 metros de largo.

Una vez establecidas estas medidas procedemos a compararla con el ancho y largo de la mesa de trabajo promedio para dar conocimiento de la forma en que se debe colocar cada elemento y llegar a una conclusión.

La siguiente ilustración representa el alcance óptimo de las manos en una mesa de trabajo:

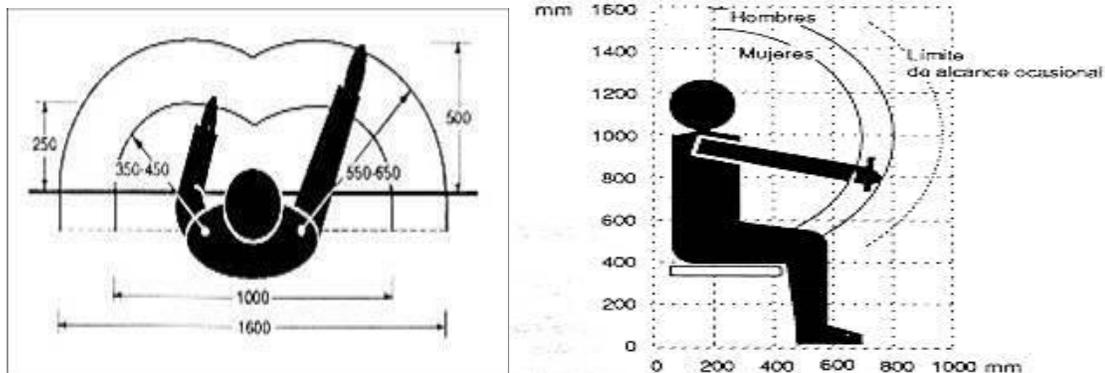


Ilustración 33: Alcance óptimo de las manos

Fuente: Chavarría Cosar. (Ingeniero Técnico Eléctrico).

(2003). Alcance óptimo de las manos (Ilustración).

Obtenida el 15 de septiembre 2013, de: www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=85

Según (Cosar, 2010) : “El alcance óptimo de las manos es entre 0.55 metros – 0.65 metros, es decir, que su promedio es de 0.60 metros y la mesa de

trabajo de Final Line contiene 0.80 metros. Cuando partimos del arco de manipulación del trabajo se observa que el arco más utilizado se encuentra entre los 0.35 metros -0.45 metros con un promedio óptimo de 0.40 metros y el arco para los materiales menos utilizados se encuentra entre los 0.55 metros – 0.65 metros teniendo un promedio óptimo de 0.60 metros”. Partiendo de este dato se procede a establecer los equipos y materiales a utilizar.

Las bandejas de plástico apilables utilizadas actualmente tienen una medida de 37.7 cm de largo, 23.5 cm de ancho y 17.8 cm de altura, las cuales se colocan una encima de la otra haciendo que los operarios necesitaran de mayor precisión y tiempo para realizar una operación; Por lo tanto, se propone colocar bandejas más pequeñas con una medida de 18.5 cm de largo, 11.8 cm de ancho y 7.6 cm de altura.

A continuación se presentan las ilustraciones de ambas bandejas (Actual y Propuesta):



Ilustración 34: Bandeja de plástico apilable actual

Fuente: Departamento de ingeniería de la empresa



Ilustración 35: Bandeja de plástico apilable Propuesta

Fuente: Ferretería Americana

Para la compra de las bandejas propuestas se debe hacer una pequeña inversión, la cual esta detallada a continuación.

Tabla 23: Costo de bandejas plásticas apilables

Bandejas de plástico apilables	Celdas	Costo unidad	por Total
8	28	RD\$ 20.00	RD\$ 4,480.00

Fuente: elaboración Propia

Una vez seleccionas y presupuestadas las bandejas de plástico apilables propuestas se presenta la distribución de la mesa de trabajo con los valores establecidos para misma:

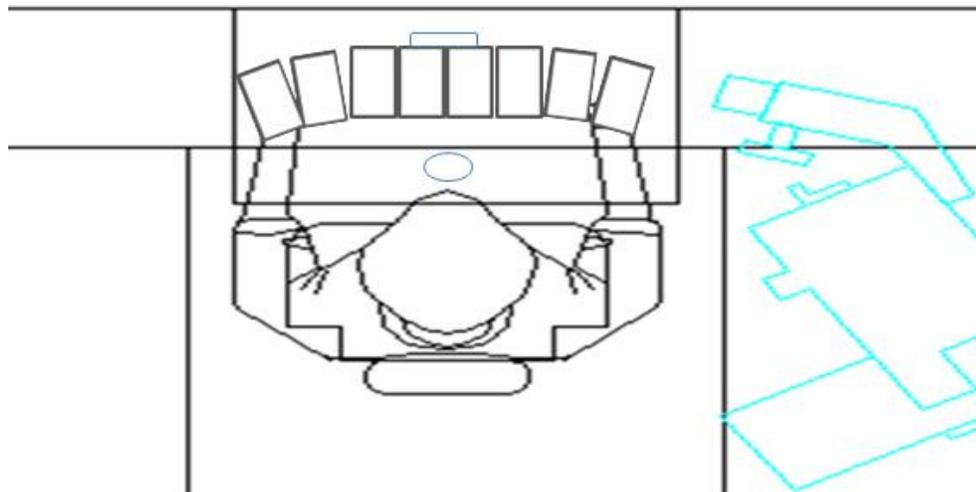


Ilustración 36: Distribucion de la mesa de trabajo

Fuente: Elaboración Propia

Todos y cada uno de los materiales y equipos serán colocados de acuerdo al orden del Diagrama de Flujo, donde el operario podrá seguir una secuencia y tenga menos posibilidades de equivocarse, el punto A es donde

estará colocada la guía del proceso para que el operario no cometa errores en el ensamble.

De acuerdo al orden que sigue el flujo del producto se estableció una numeración para la materia prima y los equipos utilizados, los cuales serán identificados a continuación:

Tabla 24: Numeración para el orden de la materia prima

Materia prima	Numeración	Equipos	Numeración
Paper Band	1	Fixture (Máquina de solvente)	11
Cassette	2	Prensa	12
Feeding Cap Assy	3	Lista de operaciones	A
Gasket	4		
Chamber Cap	5		
Slide Clamp	6		
Enteral Adapter	7		
Caution Tag	8		
Tubos cortados	9		
Fundas de empaque	10		

Fuente: Elaboración Propia

Una vez establecido el orden de los materiales se procede a colocarlos en la mesa como lo muestra en la figura siguiente:

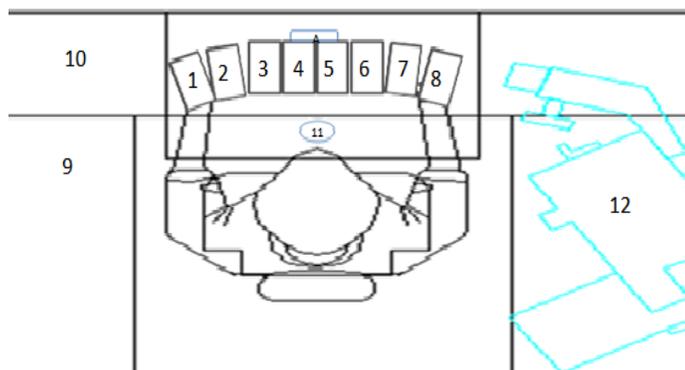


Ilustración 37: Distribución de materiales

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede el primer material utilizado en el proceso es el Paper Band (1), luego se ensambla el Cassette (2), se coloca Feeding Cap Assy (3), se le aplica solvente a Chamber Cap (5) y se ensambla, luego utiliza el Slide Clamp (6), se ensambla el material Enteral Adapter (6) y por último se coloca Caution Tag (7).

La mayoría de estos materiales se ensamblan con los Tubos (9) y finalmente con el producto terminado se utiliza las fundas (10) para el empaque. Por otra parte, el Fixure o máquina de solvente (11) es utilizada con frecuencia en el proceso, mientras que la prensa (12) solo se utiliza dos veces en el proceso.

Por Ultimo pero no menos importante es la lista de operaciones (A), la cual servirá de guía para los operarios.

A continuación se presenta el Flujo de Operaciones propuesto, en cual se hizo tomando en cuenta el nuevo diseño del Layout de la Línea de Producción H y la distribución de las mesa para las celdas autónomas.

Tabla 25: Flujo de Operaciones del Producto 12672 (Propuesto)

No.	Estación	Número de elemento	Descripción del elemento	Tiempo estándar	Tiempo estándar Total
1	Cortar y Atar tubo 69"	1	Tomar paper band	0.825	3.58
		2	Tomar tubo de 69"	0.856	
		3	Atar tubo con paper band	1.900	
2	Ensamblar Cassette al tubo 69"	4	Tomar Cassette	1.287	3.39
		5	Aplicar solvente al tubo de 69" y ensamblar al cassette	2.100	
3	Colocar Gasket al Cap y bola de acero	1	Tomar feeding cap y colocar en riel (2)	1.500	4.91
		2	Tomar y colocar gasket (2)	2.400	
		3	Tomar y Colocar bola de acero dentro del feeding cap (2)	1.010	
4	Presado del Air filter y bola de acero	1	Colocar Air filter en la maquina y tomar feeding cap	1.947	5.60
		2	Colocar feeding cap en la maquina	1.000	
		3	Prensar	1.400	
		4	Retirar ensamble de la máquina	1.250	
5	Ensamble Over cap al feeding cap	1	Tomar Over Cap	1.000	7.78
		2	Ensamblar al Feeding cap assy	5.900	
		3	Colocar en bin	0.877	
6	Ensamblar tubo de 6" al Feeding Cap	4	Tomar Feeding Cap Assy y Tubo de 6"	0.963	3.06
		5	Aplicar solvente al tubo de 6" y ensamblar al Feeding Cap	2.100	
7	Ensamblar S. Chamber cap con S. Chamber body. Ensamble tubo de 6" al S. Chamber assy	1	Tomar S. Chamber Cap (2)	1.100	6.74
		2	Colocar en fixture (2)	1.000	
		3	Tomar S. Chamber (2)	0.600	
		4	Aplicar solvente al S. Chamber (2)	0.640	
		5	Ensamblar S. Chamber con S. Chamber Cap	0.800	
		6	Tomar tubo de 6"-Feeding cap assy	0.500	
		7	Aplicar solvente al tubo de 6" y ensamblar al S. Chamber	2.100	
8	Ensamblar tubo 18" al S. Chamber y al Cassette. Ensamblar Slide Clamp al tubo de 18"	1	Tomar tubo de 18"	0.500	7.75
		2	Aplicar solvente al tubo de 18" y ensamblar al S. Chamber	1.753	
		3	Tomar e introducir Slide Clamp en el tubo de 18"	2.000	
		4	Tomar Cassette	1.287	
		5	Aplicar solvente al tubo de 18" y ensamblar al Cassette	2.209	
9	Ensamble Enteral Adapter y Hood	1	Tomar Hood	0.563	4.59
		2	Colocar Hood en fixture	0.622	
		3	Tomar Enteral-Adapter	0.783	
		4	Colocar enteral adapter sobre el hood	0.761	
		5	Colocar fixture sobre las unidades y pasar	1.860	
10	Prensar el Enteral Adapter	1	Prensar	0.185	1.19
		2	Retirar sub-ensambles	1.000	
11	Ensamblar Caution tag y ensamblar tubo 69" al Enteral Adapter,	1	Tomar tubo de 69" y caution tag	1.100	6.74
		2	Introducir Caution tag al tubo de 69"	1.500	
		3	Aplicar solvente al tubo de 69" y ensamblar el Enteral A.	2.138	
		4	Inspeccionar Producto	2.000	
12	Enrollar y colocar en pouch	4	Coilear	2.100	3.40
		5	Colocar en pouch y pasar	1.300	
13	Sellar Pouch	1	Tomar y verificar el Pouch	0.150	1.25
		2	Colocar en selladora	1.100	
14	Empacar en caja	1	Formar corrugado	0.325	1.36
		2	Empacar	0.950	
		3	Cerrar y pasar	0.080	
Tiempo de Ciclo					61.32

Fuente: Elaboración Propia

El Flujo de Operaciones obtenido contiene menos actividades haciendo que la Línea de Producción H sea más eficiente. Debido a que con el rediseño del Layout de la Línea de Producción H se eliminaron los transportes obteniendo más espacio. También al aplicar las 5S se pudieron reducir las inspecciones de 7 a solo 1, además se eliminaron los Therbligs buscar y seleccionar ya que la mesa esta ordenada. Dando como resultado un nuevo Tiempo de Ciclo de 61.32 segundos el cual está bastante cerca del Takt Time.

Al conseguir este cambio en el Tiempo de Ciclo se procede a realizar un gráfico similar al gráfico de Takt Time Vs Tiempo de Ciclo (Ilustración 29) mostrado anteriormente, el cual se presenta a continuación:

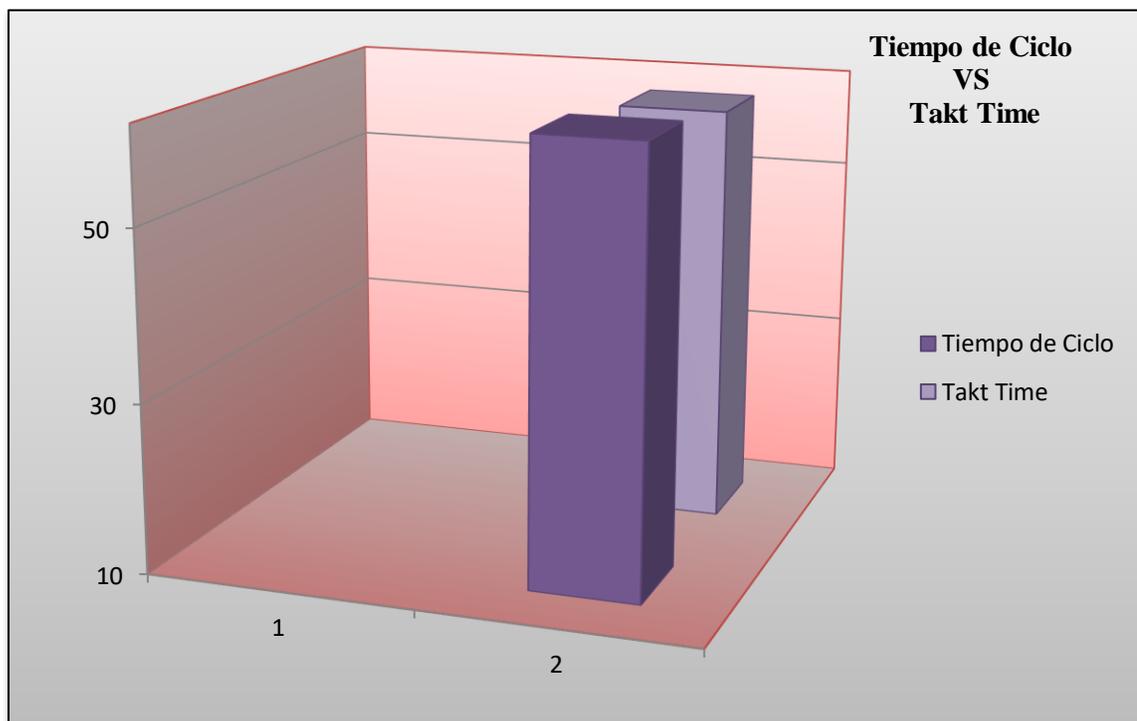


Ilustración 38: Tiempo de Ciclo y Takt Time (Propuestos)

Fuente: Elaboración Propia

3. Una vez establecido el nuevo Tiempo de Ciclo se continua con el tercer paso que es la Limpieza

Como la empresa analizada es de dispositivos médicos, esta mantiene el área de trabajo de forma limpia. Puesto que, tiene que mantener un estándar de calidad en sus producto para no perjudicar la salud de sus clientes.

4. El siguiente paso a seguir es la estandarización.

Como del resultado del rediseño de la Línea de Producción H y la mesa de trabajo se obtuvo el nuevo Flujo de Operaciones junto con la reducción del Tiempo de Ciclo, que servirán como estándar para las operaciones realizadas por los operarios en la Línea de Producción H. Con el estándar de Tiempo de Ciclo establecido se continúa con el paso 5, que es seguir mejorando. Donde se propondrá la herramienta de Kamban para tener un control de los pedidos y entregas del producto.

2.10.3 Implementación de Kanban

El software seleccionado para ser aplicado en la Línea de producción H es Kanban Tool, uno de las más populares y utilizados gracias a lo fácil que es gestionarla y sus muchas opciones de personalización. A la ventaja de funcionar directamente desde el navegador hay que añadir lo rápido que es crear una nueva tarjeta, asignarle una fecha de finalización y un color para diferenciarla de otras. Además, cuenta con un panel dedicado a estadísticas, ideal para analizar el trabajo realizado durante un periodo de tiempo y así aplicar cambios o mejoras en el sistema, y la posibilidad de crear documentos de texto para

compartir y editar entre el equipo. Kanban Tool es gratuita, limitada a 2 tableros y 2 usuarios y no requiere de entrenamiento al usuario. Una vez seleccionado el software se procede a realizar las fases necesarias para la correcta implementación del Kanban, definidas anteriormente en el Marco Conceptual.

Fase 1. Formación de todo el personal en los principios de KANBAN, y los beneficios de usar KANBAN

- El software no requiere que se de entrenamiento, pero si es necesario exponer los beneficios y ventajas de la herramienta kanban.

Fase 2. Implementar KANBAN en aquellos componentes con más problemas para facilitar su manufactura y para resaltar los problemas escondidos. La formación del personal continúa en la línea de producción.

- Se aplicará el software a la Línea de Producción H, solo para la elaboración del producto 12672, ya que es este el que presenta problemas en las entregas.

Fase 3. Implementar KANBAN en el resto de los componentes, esto no debe ser problema ya que para esto los operarios ya han visto las ventajas de KANBAN, se deben tomar en cuenta todas las opiniones de los operadores ya que ellos son los que mejor conocen el sistema.

Es importante informarles cuando se va estar trabajando en su área.

- La fase 3 para la implementación del kanban no se llevará a cabo en este trabajo de investigación, debido a que el enfoque está puesto en la Línea

de Producción H Producto 12672 a razón de los problemas que presentan.

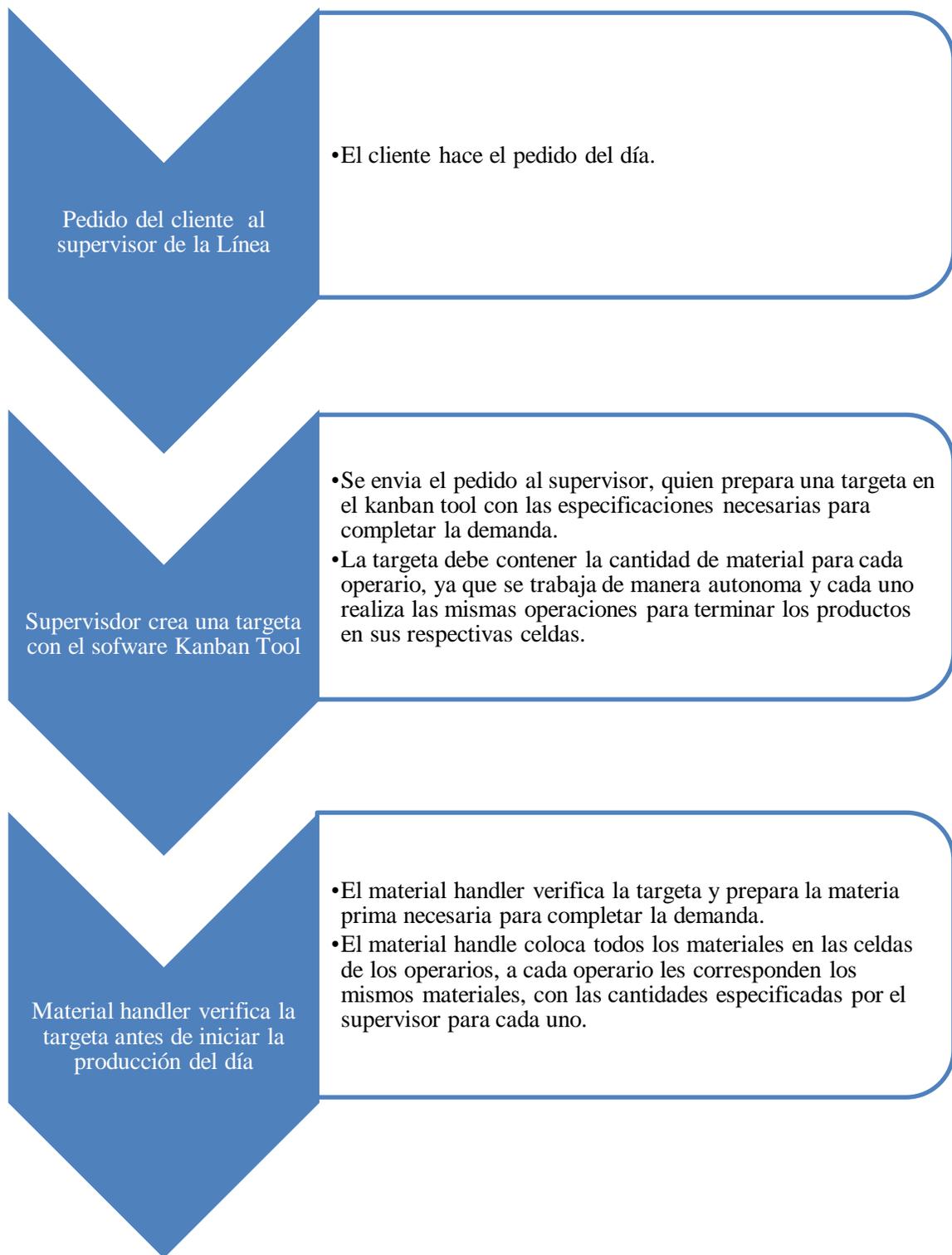
Fase 4. Esta fase consiste de la revisión del sistema KANBAN, los puntos de reorden y los niveles de reorden, es importante tomar en cuenta las siguientes recomendaciones para el funcionamiento correcto de KANBAN:

Ningún trabajo debe ser hecho fuera de secuencia.

Si se encuentra algún problema notificar al supervisor inmediatamente.

- A continuación se presenta la secuencia que se seguirá en la Línea de Producción H para elaborar el producto 12672, una vez aplicada la herramienta kanban:

Tabla 26: Secuencia de operaciones en la Línea de Producción H- producto 12672 mediante kanban



Fuente: Elaboración Propia

Esta tabla muestra cómo será el sistema de la Línea de Producción H para la producción del producto 12672 una vez instalado el software Kanban Tool. Para mostrar la secuencia de manera más explícita se presenta el siguiente Flujo de Operaciones (Gráficamente) con el kanban incluido

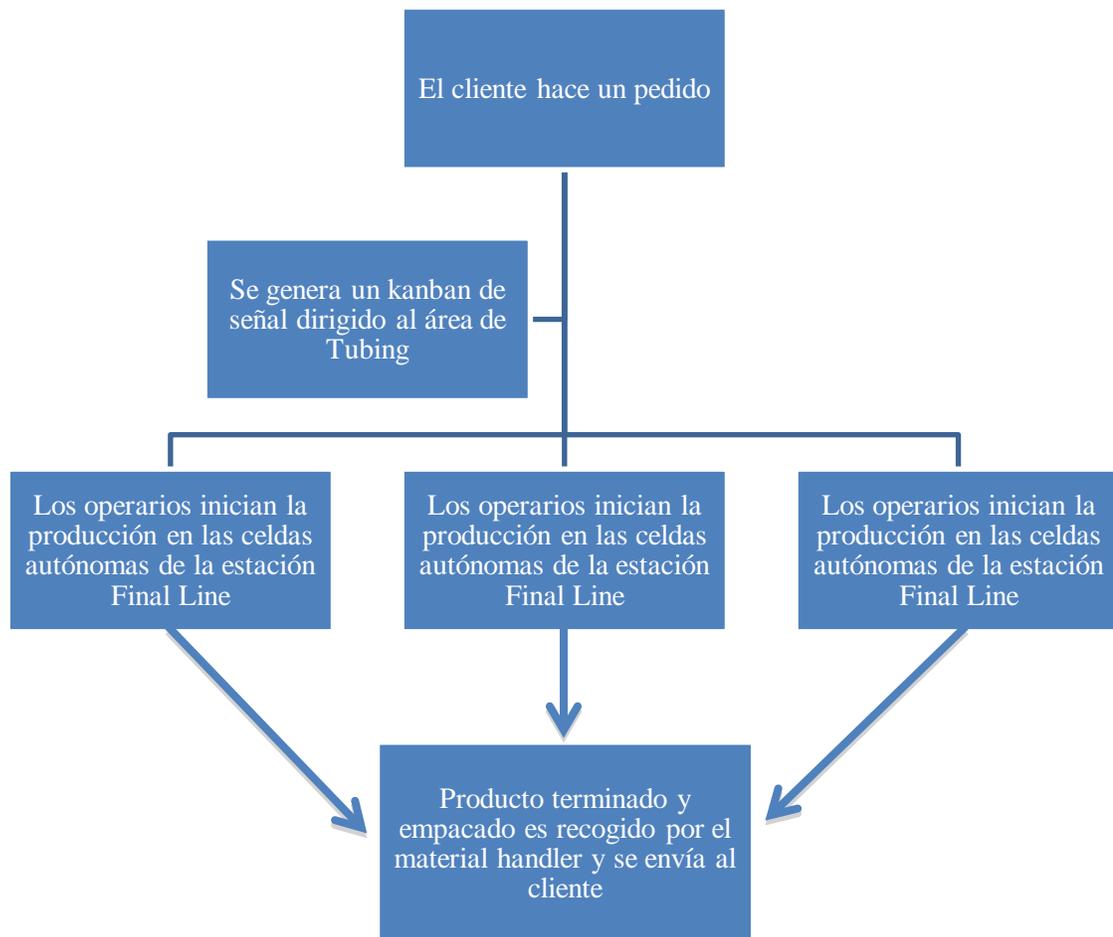


Ilustración 39: Flujo de operaciones mediante kanban

Fuente: Elaboración Propia

Cabe resaltar que debido a que se trabajará con celdas autónomas solo se necesitará el Kanban de señal⁷ para reunir los materiales. Una vez que cada operario termine su producción el supervisor ordenará al material handler que retire y transporte el producto terminado para ser enviado al cliente. Con la aplicación de esta herramienta la Línea de Producción H trabajará con un sistema Pull⁸, donde solo se iniciará la producción con la orden del cliente y se producirá a un Tiempo Óptimo, evitando los inventarios y retrasos en las entregas.

Es importante mencionar que esta propuesta solo aplica para la producción del Producto 12672, las demás familias de productos que se elaboran en la Línea de producción H se seguirán trabajando del mismo modo, solo que no tendrán los transportes que antes de la propuesta.

También se debe mencionar que debido a que esta investigación solo se enfoca en proponer la optimización de la Línea de Producción H, no es posible validar resultados ya que no se implementará en la empresa.

En caso de que la empresa esté interesada en llevar cabo la implementación de esta propuesta se realizó un Plan de acción basado en el Diagrama de Gantt para mostrar el tiempo de dedicación de cada actividad. Haciéndolas más efectivas en el momento de realizarlas.

⁷ Tarjeta que marca el inicio de las operación

⁸ Marco Conceptual (Definición de Kanban)

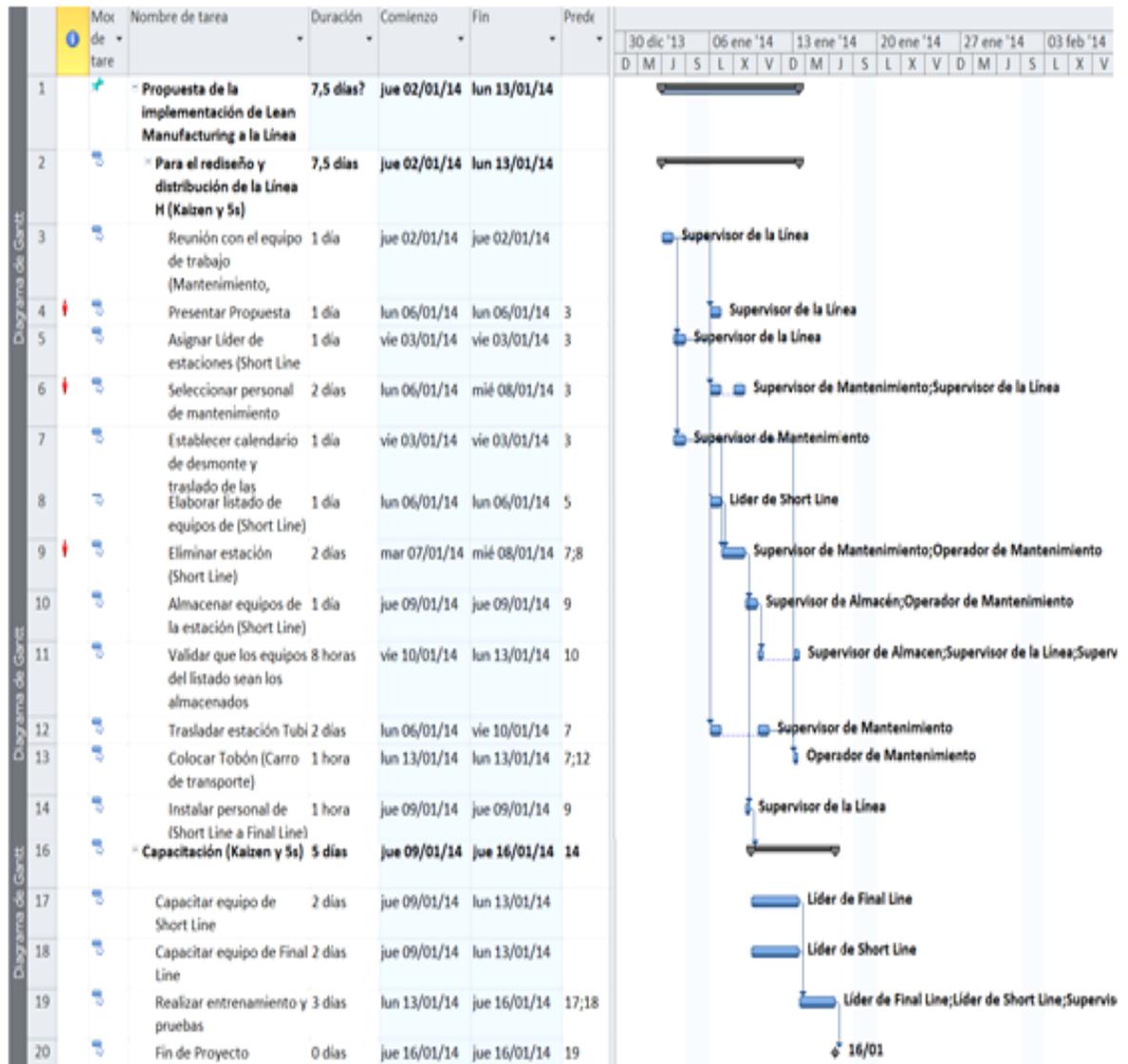


Ilustración 40: Diagrama de Gantt del tiempo de dedicación de cada actividad

Fuente: Elaboración Propia

Al planificar la propuesta y establecer de forma detallada cada actividad con sus tiempos establecidos, se tiene un control del trabajo a realizar tomando en cuenta que las actividades pueden ser realizadas en un periodo de tiempo de 14 días laborales, los cuales pueden efectuarse en la fecha de Enero, 2014.

CONCLUSIÓN

En conclusión este Trabajo de Grado analizó y propuso la implementación de Lean Manufacturing en la empresa de dispositivos médicos ubicada en parque industrial Itabo Haina en San Cristóbal. Lean es una metodología de trabajo que puede ser adaptada a cualquier área de una empresa, ya que está enfocada en incrementar la eficiencia de todo tipo de proceso, en este caso el proceso productivo del producto 12672.

A partir de un estudio profundo y detallado del estado actual de la Empresa de dispositivos médicos, en específico la Línea de Producción H (Producto 12672) se identificó los desperdicios y las posibles herramientas de Lean Manufacturing a utilizar para eliminarlos. Tomando en consideración los recursos disponibles de la Empresa, los productos que elabora la Línea de Producción H y las mejoras a realizar, se seleccionaron las herramientas de Lean Manufacturing específicas para mejorar su proceso productivo.

Debido a esto se propone la implementación, donde se explica paso a paso los cambios que se realizarían, los costos y beneficios que se obtendrían en base a una matriz de soluciones.

Elaborando un plan de acción donde se definen las actividades, responsables, tiempos y el orden de ejecución para la implementación de: Kaizen, 5s y Kamban en la Línea de Producción H.

Al implementar esta propuesta se espera que los procesos mejoren de forma significativa, aumentando la eficiencia en la Línea de Producción H. Dentro de las mejoras propuestas que se esperan que sean cumplidas están: Con el rediseño de la Línea utilizar las 17 celdas disponibles en Final Line eliminando a Short Line y trasladando el personal a Final Line para obtener un espacio disponible de 188,7011 m², eliminar los transportes para utilizar los 900 Seg. En producción diaria, reducir el personal de 31 a 28 y obtener un ahorro de RD\$ 529,920 pesos en un año.

Por otra parte, con la nueva distribución de la mesa de trabajo convirtiéndola en celdas autónomas reducir las inspecciones innecesarias en el proceso productivo, reducir el Tiempo de Ciclo, para cumplir con la demanda del cliente y ser una Línea eficiente. Por otra parte con la implementación de Kanban propone un sistema de trabajo pull donde solo se produce con la orden del cliente y el proceso empieza con la cantidad exacta de materiales que necesita para cumplir la demanda.

Con la obtención de estos beneficios la empresa de dispositivos médicos tendrá la oportunidad de seguir mejorando sus procesos de forma constante.

RECOMENDACIONES

Tomando en consideración los beneficios que se pueden obtener con la implementación de la propuesta en este Trabajo de Grado, se recomienda analizar la información recolectada e implementar las herramientas de Lean Manufacturing señaladas para mejorar el proceso productivo de la Línea de Producción H. La utilización de esta metodología de trabajo puede beneficiar a la Empresa de dispositivos médicos en el menor tiempo posible, debido al contenido informativo que se está presentando. Puesto que este contiene indicadores, métodos de investigación y resultados que pueden hacer de ella una propuesta exitosa.

Otra recomendación es seguir mejorando los procesos, ya sea de la misma Línea de Producción o de las demás para seguir aumentando la eficiencia no solo de la Línea sino de la empresa como tal, generando mayores beneficios económicos para la empresa con la eliminación de los desperdicios y actividades que no agregan valor a sus productos, brindando a sus clientes productos de calidad que continúen cuidando de su salud y bienestar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Universidad Católica de Valparaíso. (2009). Retrieved 11 20, 2013, from http://www.ucv.cl/web/estadistica/gr_grafbarras.htm
- Acuna, J. A. (2005). *Mejoramiento de la calidad, un enfoque a los servicios* (1era. edición ed.). Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Avila, L. P. (2010, abril 12). Retrieved from <http://logistica-ulsa.blogspot.com/2010/04/lean-manufacturing.html>
- Balibrera Benavides, L. M., Cisneros Montalvo, J. L., Serpas López, M. A., & Ubau López, A. A. (2005). *Dagnóstico y diseño de una metodología para la implementación de Lean Manufacturing en el sector manufacturero de la industria salvadoreña. TRABAJO DE GRADUACION LEAN MANUFACTURING*. San Salvador, El Salvador.
- Berengueres, J. (2007). *Sistema De Produccion Toyota*. Tokyo.
- BOM Consulting Group. (2010). www.bomconsulting.net.
- CONTROL MIS EMOCIONES PARA CONVIVIR EN ARMONIA. (2010). estrategiascontrolemociones.blogspot.com. Retrieved from <http://estrategiascontrolemociones.blogspot.com/2010/07/tecnica-del-semaforo-para-control-de-si.html>
- Cosar, R. C. (2010). www.estrucplan.com.ar.
- Data-Driven. (2013, 11 4). www.data-driven.com.mx. Retrieved 11 19, 2013, from http://www.data-driven.com.mx/5_2_Diccionarios.htm
- Díaz, R. (2008). Retrieved from <http://html.rincondelvago.com/diagramas-de-recorrido.html>

- Espinosa, M. A. (2012, Noviembre). APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING EN LAS LÍNEAS DE ENVASADO DE UNA PLANTA ENVASADORA DE LUBRICANTES. lima, Perú.
- Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2008). *Administración y control de la calidad (7a ed.)*. (S. R. González, Ed.) Cruz Manca, Santa Fe, Mexico.
- Ford, H. (20 's). *Hoy y Manana*.
- García, A. A. (1998). *Conceptos de organización industrial*. Barcelona, Espana: Marcombo, S.A.
- Giopp, A. M. (2005). *Gestión por procesos y creación de valor público, un enfoque analítico*. Santo Domingo, República Dominicana: Intituto Tecnológico de Santo Domingo.
- González, J. L. (2012, 11 20). *Blog logística y producción*. Retrieved 11 3, 2013, from <http://www.bloglogisticayproduccion.com/2012/11/20/los-5-porques-la-localizacion-rapida-de-la-raiz-del-problema/>
- Huerta, A. F. (6 de 2010). *www.monografias.com*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos82/lean-manufacturing-manufactura-esbelta/lean-manufacturing-manufactura-esbelta.shtml>
- KAIZEN INSTITUTE. (2013). *www.kaizen.com*. Retrieved from <http://www.kaizen.com/consulting/kaizen-lean-consulting.html>
- Kendall, K., & Kendall, J. (2005). *Analisis y diseno de sistemas*.
- Krajewski, L. J. (2000). *Administración de operaciones: estrategia y análisis*. mexico.
- Lean Solutions. (2011). *www.leansolutions.co*. Retrieved from <http://www.leansolutions.co/conceptos>

- LEANROOTS. (2011). *www.leanroots.com*. Retrieved from <http://www.leanroots.com/one-piece-flow>
- López Herrera, J. (2012). *Productividad. USA*.
- López, B. A. (2010). *ingenieros industriales*. Retrieved 11 8, 2013, from www.ingenierosindustriales.jimdo.com:
<http://ingenierosindustriales.jimdo.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producción/balanceo-de-l%C3%ADnea/>
- Manufacturing terms. (2009). *www.manufacturingterms.com*. Retrieved from http://www.manufacturingterms.com/Spanish/Work_In_Process_WIP.html
- MEDINA, N. M. (03 de 2 de 2012). *www.rtve.es*. Obtenido de <http://www.rtve.es/noticias/20120203/eli-whitney-impulsor-del-sistema-fabricacion-serie-estados-unidos/495318.shtml>
- Meyers, F. E. (2000). *Estudios de tiempos y movimientos para la manufactura ágil* (2da ed.). (G. S. García, Trans.) Mexico: Pearson Educación.
- Miguel, P. A. (2009). *Calidad* (1era ed.). Navalcarnero, Madrid, España: Parainfo, S.A.
- Moreno, L. (2010, 5 3). *Leonciomoreno.blogspot.com*. Retrieved 10 23, 2013, from <http://leonciomoreno.blogspot.com/2010/05/diagrama-de-ishikawa-otro-uso.html>
- Muñoz Negrón, D. F. (2009). *Administración de operaciones, enfoque de administración de procesos de negocios*. (T. E. García, Ed.) Santa Fe, Mexico.
- Muñoz, E. (2013, 9 16). *blog.enrimusa.com*. Retrieved from <http://blog.enrimusa.com/author/enrimusa/>

- Ortega R., I. F. (2008, 10 29). *Lean Manufacturing en español*. Retrieved 10 2013, 23, from a continuación, pedir a un conjunto de preguntas clave y dibujar un mapa del estado futuro del valor debe fluir
- Padilla, L. (2010, 1 15). LEAN MANUFACTURING; MANUFACTURA ESBELTA/ÁGIL. *Ingeniería primero*, 65.
- Palomino, J. D. (2010). *www.elprisma.com*. Retrieved from http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/prospectivalean/
- Rajadell Carreras, M., & Sánchez García, J. (2010). *LEAN MANUFACTURING, La evidencia de una necesidad*. España: Díaz de santos.
- Robbins, S. P. (2005). *Administración*.
- Rodríguez., F. D. (2009). *olimpia.cuautitlan2.unam.mx*. Retrieved from http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m4/manufactura%20esbelta.pdf
- Rother, M., & Shook, J. (2008). *Learning to see value-stream mappin to create value and eliminate muda*.
- Sacristán, F. R. (2003). *Técnicas de resolución de problemas, criterios a seguir en la producción y el mantenimiento*. Madrid, Espana: Fundación Confemetal.
- Sacristán, F. R. (2005). *Las 5S orden y limpieza en el puesto de trabajo*. Madrid, Espana: Fundación Confemetal.
- Sacristán, F. R. (2005). *Las 5S Orden y limpieza en el puesto de trabajo*. Madrid, Espana: Fundación Confemetal.
- Tomás, J. M. (2013, 3 20). Retrieved 11 19, 2013, from Pienso en lean: <http://piensoenlean.com/?p=608>
- Trías, M., González, P., Fajardo, S., & Flores, L. (n.d.). Retrieved 11 19, 2013, from

http://www.google.com.do/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&ved=0CGYQFjAG&url=http%3A%2F%2Fajs.ltu.org.uy%2Findex.php%2FINNOTEC-Gestion%2Farticle%2Fdownload%2F5%2F4&ei=5h6MUviCLcfokAeZ0YGgCA&usq=AFQjCNEmio_A0L29BvPP7IrmhQWWamqnVQ&sig2=S4SaiFPm2E2turVLo8afHw

- Uch Portal de estudiantes de recursos humanos. (2004, 3). *www.gestiopolis.com*. Retrieved from <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/kanbanuch.htm>
- Urzainqui, Á. M. (2013). Tudela, Navarra, Spain.
- Villa, P. E. (2007). *Reflexiones para implementar un sistema de gestión de calidad (ISO 9001:2000) en cooperativas y empresas de economía solidaria*. Colombia.

ANEXOS



**Decanato de Ingeniería e Informática
Escuela de Ingeniería**

Anteproyecto de Trabajo de Grado para Optar por el Título de:
Ingeniero Industrial

Optimización de la Línea de Producción H (Producto 12672), en una Empresa de Dispositivos Médicos, Ubicada en el Parque Industrial ITABO Haina, San Cristóbal, Año 2013.

Sustentantes:

Br. Luisa Marileixis Tejeda De León	2008-1070
Br. Máximo Braulio Ortiz Pérez	2008-0376
Br. Andrea Patricia Martich	2007-2140

Asesor:

Prof. Fernando López

Los conceptos emitidos en el presente trabajo de investigación son de la exclusiva responsabilidad de quien(es) lo sustentan.

**Distrito Nacional, República Dominicana
Noviembre, 2013**

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, diversas herramientas de producción han sido empleadas para hacer más eficientes a los negocios, una de estas herramientas es la filosofía "Lean Manufacturing" (Manufactura Esbelta) la cual busca eliminar las "mudas", palabra japonesa que significa "desperdicio", y que se puede definir como toda aquella actividad que utiliza recursos pero que no genera un valor a los ojos del cliente. La filosofía Lean Manufacturing incluye conceptos como justo a tiempo, cero defectos y flujo de proceso continuo.

Su propósito es el de reducir las actividades que no agregan valor en los procesos para agilizarlos. Actualmente esta situación plaga a la mayoría de las empresas haciendo que la producción, el producto y la mano de obra sean deficientes y más lentos, además de las pérdidas económicas que provoca a las empresas.

La presente propuesta se realizará con el fin de dar uso a los conocimientos aprendidos durante la carrera ingeniería industrial, específicamente Lean Manufacturing. Se pretende optimizar una de las Líneas De Producción de una empresa de fármacos con el propósito de que esta sea más eficiente y el producto tenga la calidad requerida por las instituciones médicas.

Para lograr el propósito se hará una recolección de datos que indicará que problemas presenta la Línea que la hacen menos eficiente, de acuerdo con esto

se seleccionaran las herramientas de Lean Manufacturing necesarias para resolver los problemas que presente.

1. JUSTIFICACIÓN

La empresa de dispositivos médicos es una organización global de fármacos y dispositivos de administración de medicación, la cual tiene un lema que es velar por el bienestar de las personas. Por esta razón se toma la decisión de mejorar el procedimiento e incrementar su eficiencia en una de sus líneas.

Es importante que la línea cuente con una correcta distribución del lay-out, de forma que se reduzca el tiempo de fabricación y se trabaje con un tiempo takt óptimo para satisfacer la demanda de los clientes a tiempo, así como también se produzca una mejora en las condiciones de trabajo al contar con un espacio libre de desperdicios.

Una vez cumplida cada una de estas expectativas en la línea esta será tan competitiva y efectiva como las demás, brindándoles a sus operarios un área de trabajo ordenada, limpia y segura. Así como también, reduciendo costos, tiempos y desperdicios en su producción a beneficio de la empresa.

Se pretende aplicar las herramientas de Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta) necesarias para la eliminación de los problemas que tiene la línea de producción y optimizar el proceso, Justificando así esta propuesta.

2. DELIMITACIÓN DEL TEMA Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Delimitación del Tema

El presente proyecto será presentado en un periodo de 6 meses, iniciando en el mes de junio 2013 hasta noviembre 2013, dicha propuesta se realizará en una de las Líneas De Producción de una Empresa de dispositivos médicos ubicada en el municipio de San Cristóbal (Haina) en el parque industrial ITABO, República Dominicana.

2.2 Planteamiento del Problema

En los últimos 3 meses la empresa de dispositivos médicos ha presentado deficiencia en su producción como efecto de diferentes problemas causados por una de sus líneas de producción (Línea H).

Según lo observado en la Línea De Producción H, se presentan varios problemas. Debido a los tiempos de espera y los desperdicios a consecuencia de la mala distribución de la línea (lay-out), la cual tiene una capacidad establecida que excede la requerida, haciendo que su producción sea lenta en el flujo del producto. A razón de esto, el proceso de producción de la línea es deficiente, dando pérdidas por el consumo de energía y tiempo. De no considerar dichos problemas se pueden producir pérdidas económicas, baja productividad y mala calidad del producto.

Los problemas que presenta la Línea De Producción H pueden solucionarse al plantearse las siguientes interrogantes.

¿Cuáles condiciones influyen en la eficiencia de la Línea De Producción H?

¿Cuáles estrategias podrían mejorar la eficiencia de la Línea De Producción H (producto 12672)?

¿Cuáles herramientas de la filosofía Lean Manufacturing pueden utilizarse para optimizar la Línea De Producción H?

3. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

3.1 General

Proponer un sistema para la optimización de la Línea de producción H en la empresa de dispositivos médicos utilizando las herramientas de Lean Manufacturing.

3.2 Específicos

1. Recolectar los datos de la Línea De Producción H.
2. Analizar los elementos que estén afectando la producción.
3. Identificar las herramientas adecuadas para la implementación de Lean Manufacturing.

4. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

En esta parte de la propuesta se presentara teóricamente la filosofía Lean Manufacturing y se describirán las herramientas que contiene, además de su historia y nacimiento. Estará contenida también la historia de la empresa.

4.1 Definición Conceptual

Lean Manufacturing: (En castellano “producción ajustada” o “*Toyota Production System*”), se define como una metodología de trabajo compuesta por un conjunto de herramientas que persigue la mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo por desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y que el cliente no está dispuesto a pagar.

Los 7+1 desperdicios⁹ son:

Sobreproducción: Procesar artículos más temprano o en mayor cantidad que la requerida por el cliente. Se considera como el principal y la causa de la mayoría de los otros desperdicios.

Transporte: Mover trabajo en proceso de un lado a otro, incluso cuando se recorren distancias cortas; también incluye el movimiento de materiales, partes o producto terminado hacia y desde el almacenamiento.

⁹ Jeffrey Liker y David Meier. (2006). The Toyota Way Fieldbook (En línea)
<http://lean-esp.blogspot.com/2008/09/71-tipos-de-desperdicios.html>

Tiempo de espera: Operarios esperando por información o materiales para la producción, esperas por averías de máquinas o clientes esperando en el teléfono.

Sobre-procesamiento o procesos inapropiados: Realizar procedimientos innecesarios para procesar artículos, utilizar las herramientas o equipos inapropiados o proveer niveles de calidad más altos que los requeridos por el cliente.

Exceso de inventario: Excesivo almacenamiento de materia prima, producto en proceso y producto terminado. El principal problema con el exceso inventario radica en que oculta problemas que se presentan en la empresa.

Defectos: Repetición o corrección de procesos, también incluye re-trabajo en productos no conformes o devueltos por el cliente.

Movimientos innecesarios: Cualquier movimiento que el operario realice aparte de generar valor agregado al producto o servicio. Incluye a personas en la empresa subiendo y bajando por documentos, buscando, escogiendo, agachándose, etc. Incluso caminar innecesariamente es un desperdicio.

Talento Humano: Este es el octavo desperdicio y se refiere a no utilizar la creatividad e inteligencia de la fuerza de trabajo para eliminar desperdicios. Cuando los empleados no se han capacitado en los 7 desperdicios se pierde su aporte en ideas, oportunidades de mejoramiento.

Las 8 herramientas de Lean Manufacturing¹⁰:



Figura #1 Herramientas de Lean Manufacturing.

Fernando sevillano. (2008). Reindustria. (En línea)

<http://redindustria.blogspot.com/2008/10/lean-manufacturing-y-mes-ii.html>

Value Stream Mapping: Es una herramienta que ayuda a ver y entender el flujo de material e información de cómo se hace un producto a través del Value Stream.

5S: Es la base de Lean Manufacturing y los fundamentos de un enfoque disciplinado del lugar de trabajo.

¹⁰ Gerardo. (2010). Administración de Operaciones. (En línea).

<http://ao2unitec.blogspot.com/2010/07/sobreproduccion-procesar-articulos-mas.html>

5 Pasos para poner al día el lugar de trabajo¹¹:

- 1- Seiri – Clasificar, implica revisar todos los elementos del lugar de trabajo y quitar lo que no sea realmente necesario.
- 2- Seiton – Organizar, implica poner todos los elementos necesarios en su sitio, definidos, facilitando su localización.
- 3- Seiso – Limpieza, implica limpiar todo, mantener diariamente todo limpio, utilizar la limpieza para inspeccionar el lugar de trabajo y los equipos para encontrar posibles defectos.
- 4- Seiketsu – Estandarizar, implica crear controles visuales y pautas para mantener el lugar de trabajo organizado, ordenado y limpio.
- 5- Shitsuke – Disciplina, Implica mantener una formación y disciplina para asegurar que todos y cada uno sigan las normas de 5 S.

Trabajo estandarizado: Sincronización entre el Tiempo Ciclo y el Tiempo Takt.

Takt Time: Es el tiempo requerido para hacer una pieza de acuerdo a la demanda del cliente.

Tiempo Ciclo: Tiempo mínimo requerido para realizar un ciclo de una secuencia de trabajo.

Mantenimiento productivo total (TPM): Es una metodología que asegura mejoras rápidas y continuas en la manufactura al eliminar averías en los equipos

Esta metodología la basamos en actividades de:

- Mantenimiento Predictivo

Nayelly Lazala. (2011). Lean Manufacturing y sus herramientas. (En línea).

¹¹ <http://www.eoi.es/blogs/nayellymercedeslazala/2011/12/18/lean-manufacturing-y-sus-herramientas/>

- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Correctivo

Error proofing: Es un proceso de mejora para prevenir un defecto específico que pueda ocurrir.

Set up reduction: Un método para analizar y reducir significativamente el tiempo de cambio de modelo.

Cambio de Modelo: El tiempo entre la última pieza de una corrida de producción y la primera pieza de la siguiente corrida de producción después del cambio.

Flujo continuo: Es un sistema de manufactura en el cual los procesos de producción de adelante jalan a los de atrás (Producir lo que el cliente demanda).

(Kanban)

- Estandarizar Inventarios en Proceso
- Controlar la producción y el manejo del material
- Herramienta de control visual, para administrar estaciones de trabajo
- Elimina la sobreproducción
- Estandariza los procesos de producción
- Minimiza la cantidad de producto en proceso
- Identifica cuellos de botella en el proceso

One-piece-flow es “flujo de una pieza”: El concepto de “flujo de una pieza” implica que una única pieza pasa de operación en operación en lugar de ser el lote de piezas el que se desplace. En la práctica puede ser inviable reducir el

tamaño de los lotes a una pieza (por ejemplo, en tortillería), pero habrá que determinar cuál es el mínimo que hace factible su implantación.

4.2 Marco Teórico

Historia de Lean Manufacturing¹².

El sistema Lean, o Lean Manufacturing, está basado en su totalidad en el Sistema de Fabricación de Toyota (TPS).

Kiichiro Toyoda, Taiichi Ohno y otros responsables de Toyota, en los años 30, implementaron una serie de innovaciones en sus líneas de modo que facilitarían tanto la continuidad en el flujo de material como la flexibilidad a la hora de fabricar distintos productos. Esto se hizo aún más necesario a finales de la 2ª Guerra Mundial, cuando surgió la necesidad de fabricar pequeños lotes de una gran variedad de productos. Surgió así el TPS ("Toyota Production System").

El TPS se fundamenta en la optimización de los procesos productivos mediante la identificación y eliminación de desperdicios (MUDA en japonés, o WASTE en inglés), y el análisis de la cadena de valor, para finalmente conseguir un flujo de material estable y constante, en la cantidad adecuada, con la calidad asegurada y en el momento en que sea necesario.

Es decir, tener la flexibilidad y fiabilidad necesarias para fabricar en cada momento lo que pide el cliente. Ni más, ni menos.

¹² (2007). Lean Consulting. (En línea)
<http://www.leanconsulting.es/leanconsulting/index.php?index=4>

Toyota llegó a la conclusión de que adaptando los equipos de fabricación a las necesidades de capacidad reales, la introducción de sistemas de calidad integrados en los procesos (poka-yokes), la disposición de equipos siguiendo la secuencia de fabricación, innovando para conseguir cambios rápidos de modelo para que cada equipo pudiera fabricar muchos lotes pequeños de distintas piezas, y haciendo que cada máquina avisara a la máquina anterior cuando necesitaba material (sistema pull), haría posible el fabricar con bajos costes, con una amplia variedad, alta calidad y con tiempos de proceso (lead times) muy rápidos para responder de manera efectiva y eficaz a las variaciones en las demandas de los clientes. E igualmente, la gestión de la información se facilitaría y se haría más precisa.

La creación de esta herramienta es parte importante en el desarrollo de las empresas manufactureras debido los beneficios que genera su aplicación en cuanto a ahorro de tiempo, dinero y espacio. Es de vital importancia su correcta aplicación cuando las empresas presenten algún tipo de deficiencia como es el caso de la Empresa de dispositivos médicos ubicada en el municipio de San Cristóbal (Haina) en el parque industrial ITABO, República Dominicana.

La Empresa.

La compañía de dispositivos con sede en EE.UU. global de productos farmacéuticos y médicos con sede en Lake Forest, Illinois. Es el mayor productor mundial de productos farmacéuticos genéricos inyectables, fabricación de genéricos de tratamientos agudos y oncológicos inyectables, así como sistemas

de administración de medicamentos y la terapia de infusión integrada. Los Productos de esta compañía son utilizados por los hospitales y proveedores de sitios alternativos, tales como clínicas, proveedores de atención médica a domicilio y centros de atención a largo plazo. Antiguamente, era la división de productos hospitalarios de Abbott Laboratories.

Historia.

Como negocio de productos hospitalarios de Abbott Laboratories:

En 1930 desarrollo y lanzamiento de Pentothal® (tiopental sódico) CIII, uno de los anestésicos de inducción más ampliamente usados en el mundo. Luego presento el primer equipo de administración intravenosa completamente desechable y una nueva solución proteica para nutrición intravenosa en 1940s-1950s, después en el 1970 desarrollo y lanzo de la primera bomba electrónica de infusión de la compañía y presento el primer contenedor I.V. flexible, permitiendo la disminución del uso de cristal en el hospital.

En los 80 desarrollo el primer dispositivo para analgesia controlada por el paciente (PCA, por sus siglas en inglés), en el mundo, adquirió el sistemas de monitorización de alta tecnología para cuidados críticos y presento Vantage®, sistema de administración de fármacos, que contribuyó a disminuir los tiempos de preparación en farmacia y administración al paciente.

Para los años 1990s hubo una expansión de la gama de genéricos inyectables para cuidados críticos, que ayudó a reducir el alto coste en productos farmacéuticos de marca y se presentaron soluciones pre-mezcladas y jeringas

pre-cargadas, lo cual redujo el potencial de errores en la medicación y aumentó la comodidad del usuario. Ya para el año 2000 se empezaron a presentar software de biblioteca de fármacos MedNet® y los esfuerzos liderados por la industria de seguridad del paciente, con la colocación de códigos de barras en más de mil de nuestros productos farmacéuticos inyectables y soluciones intravenosas.

4.3 Marco Conceptual

Con esta propuesta se pretende realizar un levantamiento de datos de la Línea De Producción H (producto 12672) para ser analizados e identificar los elementos que estén afectando la producción y mejorar la productividad con la aplicación de la herramienta de Lean Manufacturing.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

Esta parte contiene la manera en que se desarrollará el trabajo, la metodología a usar para obtener la información y los tipos de investigación necesarios según esta propuesta.

5.1 Metodología de Investigación

- **Método estadístico:** De manera exhaustiva se recopilarán los datos a considerar para el estudio de la problemática, para así plasmarlo en graficas o esquemas estadísticos, en los cuales se observarán con mayor exactitud la situación actual y proyectar los resultados que se obtendrán con la propuesta.

- **Método analítico:** Se hará análisis y evaluación del método de operación actual, tanto de las maquinarias como del operador o personal de trabajo. Esto brindará información de la metodología utilizada para la manufactura de cada producto perteneciente a esta línea de producción.

5.2 Tipos de Investigación

- **Descriptiva:** Se recolectarán, ordenarán y representarán los datos a analizar para describir las características de estos.
- **Explorativo:** Ya que no se cuenta con investigaciones previas sobre nuestro objeto de estudio, se utilizara el tipo de investigación exploratoria, con el fin de alcanzar el objetivo planteado.
- **Explicativa o causal:** Mediante este se buscará las razones que ocasionan los efectos negativos en esta línea de producción y en qué condiciones se dan.

5.3 Tecnicas

Las técnicas que se utilizaran son:

- Documentación
- Observación
- Referencias Bibliográficas
- Técnicas cuantitativas
- Técnicas cualitativas.

6. FUENTE DE DOCUMENTACIÓN

Las fuentes de documentación son las que brindaran la información necesaria para la realización de esta propuesta.

6.1 Fuentes Primarias

El proyecto estará apoyado principalmente en la documentación prestada por la empresa, además del testimonio de los empleados de la Línea De Producción H.

6.2 Fuentes Secundarias

- Libros.
- Internet.

6.3 Referencias Bibliograficas

Libros

Moore, R. (2007). Selecting the Right Manufacturing Improvement Tools-What Tool? When? Elsevier. Elsevier.

Santos, J., Wysk, R., & Torees, J. (2006). Improving Production with Lean Tinking. Jhon Willey & Sons.

Internet

Fernando sevillano. (2008). Reindustria. (En línea)

<http://redindustria.blogspot.com/2008/10/lean-manufacturing-y-mes-ii.html>

Gerardo. (2010). Administración de Operaciones. (En línea).
<http://ao2unitec.blogspot.com/2010/07/sobreproduccion-procesar-articulos-mas.html>

Jeffrey Liker y David Meier. (2006). The Toyota Way Fieldbook (En línea)
<http://lean-esp.blogspot.com/2008/09/71-tipos-de-desperdicios.html>

Nayelly Lázala. (2011). Lean Manufacturing y sus herramientas. (En línea).
<http://www.eoi.es/blogs/nayellymercedeslazala/2011/12/18/lean-manufacturing-y-sus-herramientas/>

(2007). Lean Consulting. (En línea)
<http://www.leanconsulting.es/leanconsulting/index.php?index=4>

7. ESQUEMA PRELIMINAR DE CONTENIDO DEL TRABAJO DE GRADO.

ÍNDICE.

DEDICATORIA.

AGRADECIMIENTOS.

INTRODUCCIÓN.

CAPITULO 1.INTRODUCCIÓN A LA FILOSOFÍA LEAN MANUFACTURING

- 1.1 Historiade Lean Manufacturing.
- 1.2 Definición de Lean Manufacturing.
- 1.3 Herramientas de Lean Manufacturing.

CAPÍTULO 2. LA EMPRESA.

- 2.1 Misión.
- 2.2 Valores.
- 2.3 Organigrama de la Empresa.
- 2.4 Principales productos de la Empresa.

CAPÍTULO 3. PROBLEMÁTICA.

- 3.1 Situación actual
- 3.2 Suposiciones futuras de la situación actual
- 3.3 Importancia de la aplicación de Lean Manufacturing.

CAPITULO 4. PROPUESTA

- 4.1 Aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing.

CAPITULO 5. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES GENERALES.

GLOSARIO.

BIBLIOGRAFÍA.