



SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

“PROPUESTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA FARMACÉUTICA VETERINARIA CASAL’S INTERNACIONAL MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE LEAN MANUFACTURING.”

DESARROLLADO POR

ERIC ANTONIO SOLÍS HERNÁNDEZ
07270430

ASESOR

DR. ELÍAS NEFTALÍ ESCOBAR GÓMEZ

ASESOR EXTERNO

ING. EVERARDO TORRES HERNÁNDEZ

REVISOR

M.C. SABINO VELÁZQUEZ TRUJILLO
ING. JOSÉ DEL CARMEN VÁZQUEZ HERNÁNDEZ

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS. (ENERO DEL 2012)



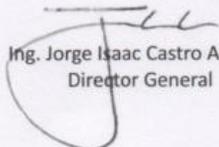
OFICINA AV. MANUEL AVILA CAMACHO # 1888 COL. JARDINES DEL COUNTRY GUADALAJARA, JAL. C.P. 44210
PLANTA CARRETERA GUADALAJARA - OCOTLÁN ENTRONQUE KM 12 # 2910 ATOTONILQUILLO, JAL. C.P. 45930
TEL.: + 52 33 3001.4130 FAX : + 52 33 3001.4131 www.casals.com.mx 01800 062 0625

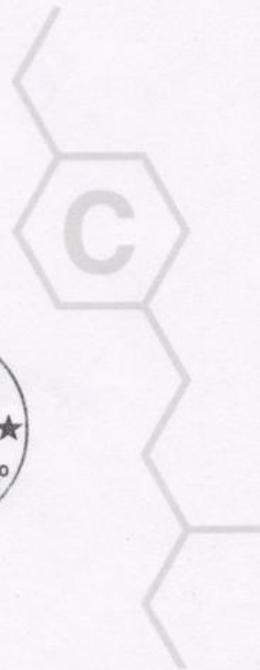
Guadalajara, Jalisco a 15 de diciembre de 2011

M.C. Roberto Carlos García Gómez
Jefe de departamento de gestión tecnológica y vinculación
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
PRESENTE

Por medio de la presente hago constar que el alumno C. Solís Hernández Eric Antonio con número de control 07270430 de la carrera de ingeniería Industrial de su honorable institución llevo a cabo el proyecto de residencia profesional titulado "Propuesta para la optimización de la línea de producción de la farmacéutica veterinaria Casal's internacional mediante la aplicación de técnicas de Lean Manufacturing". Siendo este efectuado dentro de las instalaciones de Casal's Internacional S.A de C.V, del día 22 de agosto de 2011 al 9 de diciembre. Cubriendo 640 horas de residencia cumpliendo satisfactoriamente los objetivos marcados.

ATENTAMENTE


Ing. Jorge Isaac Castro Aldrete
Director General





SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

SEP

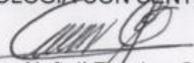
**CONSTANCIA DE LIBERACIÓN Y EVALUACIÓN
DE PROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL**

**M.C. JORGE ANTONIO OROZCO TORRES
JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
EDIFICIO.**

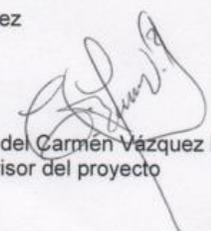
Por medio de la presente me permito informarle que ha concluido la asesoría y revisión del proyecto de Residencia Profesional cuyo título es: **"Propuesta para la optimización de la línea de producción de la farmacéutica veterinaria Casal's internacional mediante la aplicación de técnicas de Lean Manufacturing"**, desarrollado por el **C. ERIC ANTONIO SOLÍS HERNÁNDEZ**, con número de control 07270430, desarrollado en el período "AGOSTO-DICIEMBRE 2011".

Por lo que, se emite la presente Constancia de Liberación y Evaluación del Proyecto a los veinticinco días del mes de enero de 2012.

ATENTAMENTE
"CIENCIA Y TECNOLOGÍA CON SENTIDO HUMANO"


Dr. Elías Neftalí Escobar Gómez
Asesor del Proyecto


M.C. Sabino Velázquez Trujillo
Revisor del proyecto


Ing. José del Carmen Vázquez Hernández
Revisor del proyecto

c.c.p.- Archivo.

Carretera Panamericana Km.1080. C.P. 29050, Apartado Postal 599
Teléfonos: (961) 61 5-03-80 (961) 61 5-04-61 Fax: (961) 61 5-16-87
<http://www.ittg.edu.mx>



Para Dios

Para mis abuelos que son el ejemplo de la familia

Para mis padres que son mi ejemplo de amor y esfuerzo

Para mi hermana de la cual deseo ser ejemplo

ÍNDICE

Introducción	1
1 Caracterización del proyecto	3
1.1 Planteamiento del problema	4
1.1.1 Antecedentes del problema	4
1.1.2 Definición del problema	5
1.2 Objetivo General	5
1.3 Objetivos Particulares	5
1.4 Justificación del proyecto	5
1.5 Delimitación	7
2 Generalidades de la empresa	8
2.1 Antecedentes	9
2.2 Misión	10
2.3 Visión	10
2.4 Valores	10
2.5 Logotipo	11
2.6 Localización de la empresa	11
2.7 Razón social	12
2.8 Organigrama planta Casal´s Internacional	12
2.9 Descripción de los productos	14
2.10 Clientes	17

3	Fundamento teórico	19
3.1	Introducción	20
3.2	Mudas	24
3.2.1	Sobreproducción	25
3.2.2	Sobre procesamiento o proceso inadecuado	26
3.2.3	Exceso de inventarios	27
3.2.4	Transporte innecesario.....	29
3.2.5	Exceso de movimientos.....	30
3.2.6	Retrabajo o falta de calidad.....	31
3.2.7	Tiempo de espera.....	32
3.3	5 S's	33
3.3.1	Seiri	34
3.3.2	Seiton	36
3.3.3	Seiso	37
3.3.4	Seiketsu.....	38
3.3.5	Shitsuke.....	39
3.4	Sistema Kanban	40
3.4.1	Kanban	42
	Kanban de retiro.....	42
3.4.2	Kanban de orden de producción	46
3.4.3	Reglas del Kanban	49
3.4.4	Otros tipos de Kanban.....	51
3.5	Value Stream Mapping	52
3.5.1	Pasos para crear VSM	53
3.5.2	Simbología	55
4	Metodología	60
4.1	Metodología a implementar	61

4.2	Etapas de la metodología	62
5	Desarrollo	73
5.1	Identificación de procesos involucrados	74
5.1.1	Diagrama de flujo del sistema	74
5.1.2	Emisión de órdenes.....	75
5.1.3	Pesado de materias primas.....	76
5.1.4	Manufactura	76
5.1.5	Pre filtración	77
5.1.6	Filtración.....	79
5.1.7	Envasado	80
5.1.8	Engargolado	81
5.1.9	Revisión óptica	81
5.1.10	Codificado.....	82
5.1.11	Etiquetado.....	82
5.1.12	Acondicionado	83
5.2	Medición de parámetros y selección de problemáticas críticas ...	84
5.2.1	Piezas producidas	84
5.2.2	Inventario en proceso	89
5.2.3	Devoluciones de producto	91
5.3	Medición de causas críticas	94
5.3.1	Partículas suspendidas	94
5.3.2	Demoras del flujo de valor	100
5.4	Análisis de causas raíces	102
5.4.1	Partículas suspendidas	102
5.4.2	Demoras en tiempos de entrega	107
5.5	Propuesta de mejora bajo herramientas de lean manufacturing	118
5.5.1	Tubería del sistema de llenado	118

5.5.2	Filtro de 4 micras	122
5.5.3	Mejoramiento del flujo de valor	125
5.5.4	Aplicación de las 5 S's	134
6	Análisis costo/beneficio	145
6.1	Propuestas para la disminución de partículas suspendidas	146
6.1.1	Costo del cambio del material para el transporte del producto a través del sistema de llenado	146
6.1.2	Costo de inserción de membrana filtrante de 4 micras	147
6.1.3	Beneficios de la aplicación de las propuestas	148
6.2	Propuesta para el mejoramiento del flujo de valor	150
6.2.1	Costos de aplicación de la propuesta	150
6.2.2	Beneficios de la aplicación del flujo continuo de producción	151
7	Resultados	153
7.1	Piezas producidas	154
7.2	Inventario en proceso	156
7.3	Devoluciones de producto	158
7.4	Partículas suspendidas en productos	160
8	Conclusiones y recomendaciones	162
8.1	Conclusiones	163
8.2	Recomendaciones	164
Fuentes	166	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Logotipo de Casal's Intenacional.....	11
Figura 2.2 Ubicación macroscópica	12
Figura 2.3 Organigrama Casal's Internacional	13
Figura 2.4 Cheminova de México S.A de C.V.....	18
Figura 2.5 Productos farmacéuticos Chinoín S.A de C.V.....	18
Figura 2.6 Países a los que se realizan exportaciones.....	18
Figura 3.1 Grafica comparativa precio deseado y precio impuesto por el cliente	23
Figura 3.2 Grafica comparativa entre disminución de costos con precios impuestos por el cliente	23
Figura 3.3 Ejemplificación niveles de Stock.....	28
Figura 3.4 Circulo de las 5 S's.....	34
Figura 3.6 Kanban de retiro usado actualmente en la planta de Toyota.....	44
Figura 3.5 Ejemplo de Kanban usado en Toyota	44
Figura 3.7 Ejemplo de Kanban de proveedores.....	45
Figura 3.8 Kanban de proveedores usado actualmente en Toyota	46
Figura 3.9 Kanban de orden de producción.....	46
Figura 3.10 Kanban triangular	47
Figura 3.11 Kanban triangular actualmente usado en Toyota	48
Figura 3.12 Kanban de requerimiento de materiales	48
Figura 3.13 Relación Kaizen de flujo y de proceso	55
Figura 3.14 Ícono de empresa externa	56
Figura 3.15 Ícono de proceso básico	56
Figura 3.16 Ícono de inventario	56
Figura 3.17 Ícono de transporte de producto terminado	57
Figura 3.18 Ícono flujo de información escrita	57
Figura 3.19 Ícono flujo de información electrónica.....	58
Figura 3.20 Ícono de movimiento de empuje	58

Figura 3.21 Icono de línea de tiempo	59
Figura 4.1 Metodología a implementar	61
Figura 4.2 Diagrama de flujo procesos	62
Figura 4.3 Ejemplo diagrama de Pareto	65
Figura 4.4 Ejemplo causa-raíz	69
Figura 4.5 Herramienta de los 5 porqués.....	70
Figura 5.1 Diagrama de flujo del sistema.....	74
Figura 5.2 Grafica del historial de piezas terminadas	86
Figura 5.3 Histórico piezas promedio mensual (2011).....	87
Figura 5.4 Niveles de inventario en proceso	90
Figura 5.5 Historico en devoluciones de piezas por parte de clientes	92
Figura 5.6 Diagrama de Pareto, motivos de devoluciones.....	93
Figura 5.7 Cantidad de devoluciones en pesos	95
Figura 5.8 Diagrama Causa y efecto para partículas visibles en los productos	103
Figura 5.9 Value Stream Mapping para la línea de producción de Casal's Internacional	113
Figura 5.10 Sistema de llenado actual.....	121
Figura 5.11 Sistema de llenado propuesto	124
Figura 5.12 Diagrama de flujo de la línea de producción actual	127
Figura 5.13 Diagrama de flujo propuesto de la línea de producción	130
Figura 5.14 Kanban de retiro para materiales de acondicionamiento.....	131
Figura 5.15 Kanban triangular para aprovisionamiento de materiales de acondicionamiento	133
Figura 5.16 Ubicación física de almacenes en proceso.....	135
Figura 5.17 Red Tag para aplicación de 5S's.....	138
Figura 5.18 Tarjeta de inspección.....	142
Figura 7.1 Grafica de producción semanal	155

Figura 7.2 Grafico de producción mensual sep.-nov.	156
Figura 7.3 Grafica de inventario mensual sep./nov.....	157
Figura 7.4 Piezas devueltas sep. /nov.	159
Figura 7.5 Devoluciones en pesos sep. /nov.	159

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Listado de productos inyectables.....	14
Tabla 3.1 Ejemplo de etiqueta roja	35
Tabla 4.1 Membranas usadas para la prefiltración	63
Tabla 4.2 Tipos de etiquetas y método de aplicación	63
Tabla 4.3 Historial de producción	64
Tabla 4.4 Piezas por producto	65
Tabla 4.5 Valor de inventarios en proceso mensual	66
Tabla 4.6 Recopilación de productos retornados.....	66
Tabla 4.7 Histórico de eficacia de carencia de partículas	68
Tabla 4.8 Pérdida por reprocesos y desperdicios.....	68
Tabla 4.9 Recopilación de exceso en el tiempo de entrega.....	69
Tabla 5.1 Membranas usadas para la pre filtración	78
Tabla 5.2 Listado de cartuchos y micraj es.....	78
Tabla 5.3 Listado de uniforme estéril.....	79
Tabla 5.4 Tipos de etiquetas y método de aplicación	82
Tabla 5.5 Histórico de piezas entregadas semanalmente (año 2011)	85
Tabla 5.6 Histórico de cantidad de piezas por producto.	88
Tabla 5.7 Valor de inventario en proceso mensual.....	90
Tabla 5.8 Histórico de devoluciones de productos inyectables.....	91
Tabla 5.9 Histórico de eficacia de carencia de partículas	96
Tabla 5.10 Pérdidas por reproceso y desperdicios.....	99
Tabla 5.11 Aplicación de la herramienta 5 porqués	109
Tabla 5.13 Descripción de almacenajes y procesos de la Figura 5.16	136
Tabla 5.14 Áreas a realizar red tag.....	139

Tabla 6.1 Costos de la propuesta de cambio del material para el transporte del producto a través del sistema de llenado.....	147
Tabla 6.2 Costo de inserción de membrana filtrante de 4 micras	148
Tabla 6.3 Gastos mensuales por concepto de partículas	148
Tabla 6.4 Monto de disminución de gasto y retorno de inversión	149
Tabla 6.5 Costos de aplicación de propuestas para el mejoramiento del flujo de valor	150
Tabla 6.6 Beneficios de la aplicación de la propuesta de mejoramiento de flujo de valor	151
Tabla 7.1 Piezas producidas semana 37/48	154
Tabla 7.2 Inventario en proceso sep.-nov.....	157
Tabla 7.3 Devoluciones meses sep. /nov.	158
Tabla 7.4 Piezas que presentaron partículas en el periodo sep. /nov.	160

Introducción

La filosofía japonesa ha venido a cambiar radicalmente la visión de todas las industrias, la dedicación, estandarización y control de los procesos, contemplando como características que promueven mejorar continuamente, generando un sistema sustentable que permite crear valor al principal motor de la industria que es el cliente. Cubriendo sus expectativas en calidad y velocidad de respuesta.

Casal's Internacional es una empresa mexicana que ha evolucionado a través del tiempo, contemplando como necesidad el establecimiento de estándares de calidad clase mundial, adaptando sistemas esbeltos en su estructura organizativa.

Cumplir con estándares que empate con el cliente, permite una identificación para mantenerse en el mercado de la exigencia y en consecuencia mantener la competitividad.

Éste proyecto se basa en el estudio realizado para crear una metodología que permita el enfoque de lean manufacturing y en consecuencia contrarrestar las malas prácticas de manufactura heredadas a través del tiempo.

Para lograr lo expuesto el documento se integra en ocho capítulos, para su explicación detenida

En el primer capítulo, comprende el planteamiento del proyecto, sus objetivos y justificación de la misma.

En el segundo capítulo, se presentarán los antecedentes y descripción global de la empresa, localización, productos y clientes más importantes a los que distribuye.

El tercer capítulo comprende la metodología que incluye los pasos a seguir para alcanzar los objetivos planteados.

El cuarto capítulo, Fundamento Teórico, lo integra el origen de Lean Manufacturing, incluyendo las herramientas necesarias y filosofías que lo componen.

El quinto capítulo consiste en el desarrollo de la metodología del proyecto, identificando los desperdicios que se presentan e impactan al cliente, pues las propuestas; disminuyen las mudas y en consecuencia aumenta la eficiencia.

El sexto capítulo, comprende el análisis costo/beneficio para identificar el tiempo de inversión utilizada y su aprovechamiento.

El séptimo capítulo expresa los resultados obtenidos mediante la aplicación de las mejoras propuestas, contemplado por sus indicadores como son el número de piezas e inventario en proceso.

Finalmente, en el octavo capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones que permitan alcanzar los objetivos del proyecto.

Capítulo 1

Caracterización del proyecto

1.1 Planteamiento del problema

1.1.1 Antecedentes del problema

A través de los años, Casal's Internacional ha desarrollado un potencial altamente competitivo en el ramo de la industria farmacéutica veterinaria, cuyo esfuerzo de muchos años de trabajo comercial, desarrollo e inversión en investigación; le permiten mantenerse.

Como fruto del esfuerzo realizado, la demanda de los productos supera de manera sustancial la capacidad de producción actual. Por lo cual la mala organización y coordinación del sistema de producción, ha orillado a la empresa a entregar productos fuera de tiempo lo que da por resultado una baja en la competitividad que presentaba.

El ramo farmacéutico es altamente competitivo en calidad y cumplimiento debido a las normativas que rigen a éste ramo, por lo cual cualquier disminución en alguno de esos dos parámetros afecta directamente el desempeño de la empresa.

La alta demanda de los productos es un indicador que el producto es aceptado en el mercado por su calidad, pero para la realización de estos se incurren en mudas que ocasionan pérdidas económicas a la empresa.

Los altos costos de las materias primas e inversiones en el capital humano hacen que cualquier error o desperdicio genere pérdidas cuantiosas que pueden ser utilizadas de mejor manera.

1.1.2 Definición del problema

Durante el proceso de producción de la empresa CASAL´S Internacional S.A de C.V. existen «mudas», las cuales generan retrasos que no permiten que la cadena de valor fluya, evitando que la línea actual se desempeñe correctamente, y alcance su máxima eficiencia. Generando desperdicios en maquinaria, mano de obra, materias primas y tiempo.

1.2 Objetivo General

Establecer propuestas que contribuyan a la disminución de las mudas existentes en la línea de producción de la empresa farmacéutica veterinaria Casal´s internacional, mediante la implementación de Lean Manufacturing.

1.3 Objetivos Particulares

- Identificar mudas que generen el retraso en el flujo del proceso.
- Documentar los procesos del área de producción, que permitan la estandarización de los mismos.
- Proponer la aplicación de técnicas de lean manufacturing que generen un aumento en la producción de piezas terminadas.

1.4 Justificación del proyecto

La industria farmacéutica veterinaria es un ramo industrial con gran desarrollo en los últimos años. En éste ramo se busca generar nuevas tecnologías y desarrollos

de investigación que permitan que el sector primario, en el cual se encuentra la crianza de animales, sea más rentable para el desarrollo del país.

Según estadísticas del INEGI el 28% del PIB es resultado de la industria ganadera, porcina y pecuaria, uno de los mayores motores económicos no solamente de México y de muchos países de Centro y Sudamérica.

Es por eso la importancia de implantar sistemas de manufactura de alto rendimiento en las industrias que dan el soporte al sector, tanto en México como en toda América.

La industria farmacéutica veterinaria es tan estricta como la humana en términos de calidad e infraestructura esto genera que sea excesivamente costoso mantener los parámetros de calidad exigidos en los productos realizados. Por lo que cualquier error o desperdicio ocasiona gastos muy altos e innecesarios.

Casal's Internacional es una empresa comprometida con el desarrollo del sector primario mediante la inmersión al mercado de medicamentos a un costo accesible tanto en el mercado nacional como el internacional. Por lo cual para ser una empresa competitiva a nivel internacional se deben eliminar mudas que comprometen tanto la alta calidad del producto como los costos en los que se incurren para su elaboración.

Para alcanzar el nivel de competencia en costo y calidad se deben de implementar filosofías de manufactura que permitan paulatinamente generar grandes cambios dentro de la empresa. Estos sistemas de manufactura eliminan gastos innecesarios, que permiten que los costos de producción disminuyan y se pueda ofrecer un mejor precio a los clientes sin sacrificar las ganancias de la empresa

Lean manufacturing ha sido un sistema de manufactura aplicado en muchas ramas de la industria como son la aeroespacial, automotriz, médica, y electrónica,

entre muchas otras, dando muy buenos resultados en la eliminación de mudas, contrarrestando los gastos innecesarios con técnicas de trabajo sencillas de llevar a cabo y de gran beneficio para todas las industrias en las cuales se ha llevado a la práctica.

1.5 Delimitación

El proyecto es llevado a cabo dentro de la planta de producción de Casal's Internacional S.A de C.V. ubicada en Atotonilquillo, Jalisco, México. Con un periodo de elaboración de 4 meses a partir del 9 de agosto de 2011.

El tiempo y la resistencia al cambio son las mayores limitantes que se presentan para la realización del proyecto, la primera reduce la posibilidad de profundizar en el proyecto, mientras que la resistencia al cambio disminuye el impacto de las propuestas.

Capítulo 2

Generalidades de la empresa

2.1 Antecedentes

La historia de laboratorios veterinarios Casal's Internacional se remonta mucho más atrás de su origen, en 1989 laboratorios Sophia, líder en producción y venta de farmacéuticos oftalmológicos "línea humana", crea el laboratorio de productos veterinarios como plan de diversificación de operaciones.

En 1994, Laboratorios Sophia S.A. de C.V decide vender división veterinaria al Lic. Javier González de la Mora, cambiando el nombre por Laboratorios veterinarios LAVET. Desarrolló 10 productos en diferentes presentaciones los cuales fueron integrados a la línea. En el año 2001 inicia un proceso de investigación de 3 productos más.

Casal's Internacional nace en 2001, como distribuidora de productos de marca propia elaborados por distintas empresa bajo el esquema de maquila.

En el año de 2002, Casal's Internacional, cuyo propietario es el Sr. Jorge Isaac Castro Fregoso, inicia un contrato de maquila con Laboratorios LAVET, para el desarrollo y fabricación de nuevos productos estaba lanzando al mercado para comercializarlos de manera nacional y regional a través de Proveedora Agropecuaria de Occidente S.A. de C.V.

Fue así que en septiembre de 2003 el Sr. Jorge Isaac Castro Fregoso adquiere el 100% de las acciones, instalaciones y derecho de comercialización de Laboratorios veterinarios LAVET y toda la línea de productos, así como las responsabilidades de todo el personal que ya laboraba en ella.

Como medida de mercadotecnia, Laboratorios veterinarios LAVET, se convierte en una empresa con marca propia para sus productos y Casal's Internacional S.A de C.V. queda en funcionamiento como laboratorio para dar servicio a las empresas del ramo veterinario.

2.2 Misión

Asegurar que nuestros clientes de la industria veterinaria cumplan sus promesas, logrando soluciones integrales, a través de servicios innovadores y excelencia operativa.

2.3 Visión

Somos una empresa de clase mundial, en la cual la industria farmacéutica veterinaria deposite su confianza, dado que somos una organización sólida y experimentada que genera desarrollo profesional, rentabilidad y soluciones al mercado nacional e internacional. Con una vocación de servicio al cliente y respetuosa del medio ambiente.

2.4 Valores

- **Profesionalismo:** Representado en el compromiso hacia los clientes, creando vínculos de comunicación eficaz, respetando los tiempos de entrega con productos de calidad.
- **Pro actividad:** Desarrollo de ideas, acciones y actitudes en la búsqueda de la mejora continua.
- **Humildad:** Ser consciente de las limitaciones, así como de las debilidades para trabajar en ellas y transformarlas en herramientas que ayuden a la superación de las expectativas.

- **Servicio:** Es el desarrollo de actividades enfocadas en la satisfacción de los clientes.
- **Respeto:** Conocer y reconocer los intereses de los trabajadores, como el de los clientes para ofrecerles productos y/o servicios acordes a sus necesidades.
- **Creatividad e innovación:** Generar e implementar ideas enfocadas en la satisfacción de las necesidades de los clientes que reúnan los estándares de calidad en productos veterinarios.

2.5 Logotipo



Figura 2.1 Logotipo de Casal's Intenacional
(Fuente: Casal's Internacional S.A de C.V.)

2.6 Localización de la empresa

La empresa se encuentra ubicada en carretera Guadalajara-Ocotlán Km 12 N° 2910 Atotonilquillo, Jalisco México.

La Figura 2.2 muestra la ubicación macroscópica, en el estado de Jalisco de la empresa Casal's Internacional ubicada en el municipio de Atotonilquillo.

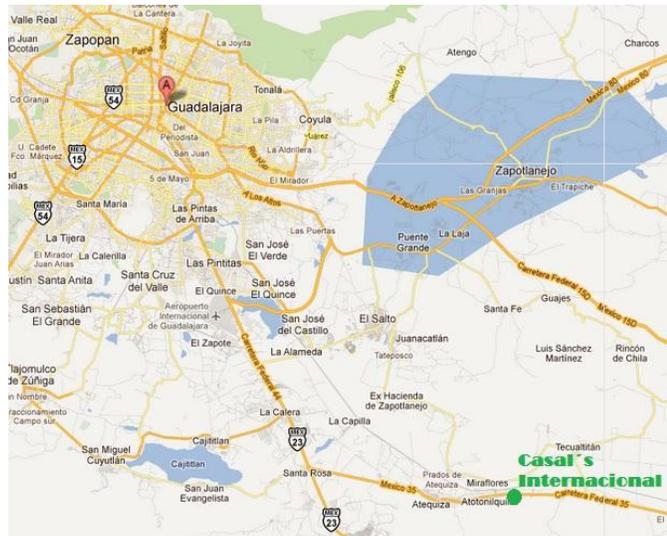


Figura 2.2 Ubicación macroscópica
(Fuente Google Maps)

2.7 Razón social

La razón social oficial de la empresa es Casal's Internacional S.A de C.V.

2.8 Organigrama planta Casal's Internacional

La **Figura 2.3** representa de manera gráfica el Organigrama con el cual se rige Casal's Internacional S.A de C.V.

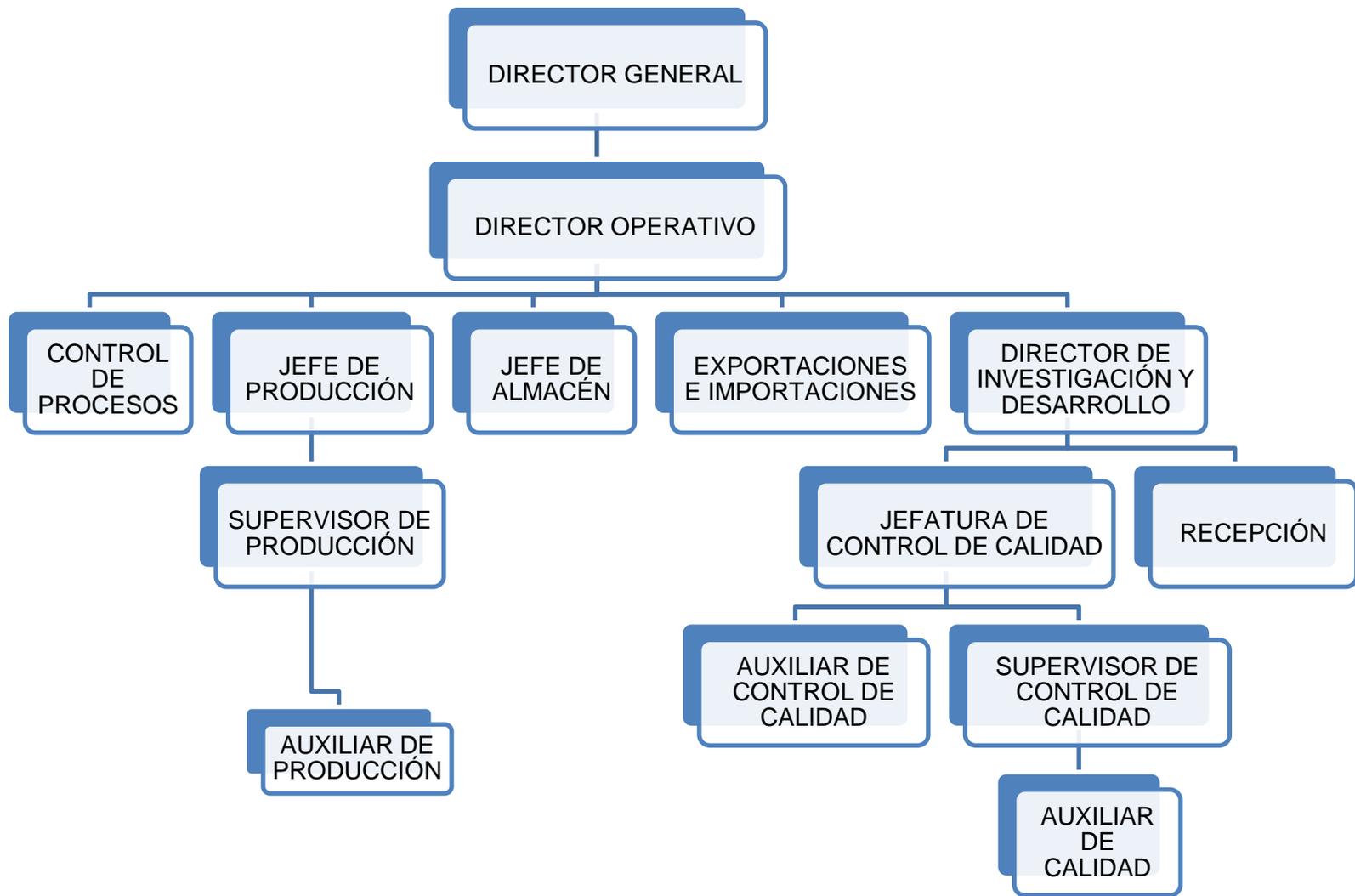


Figura 2.3 Organigrama Casals Internacional
(Fuente: Casals Internacional S.A de C.V.)

2.9 Descripción de los productos

Casal's Internacional maneja una vasta línea de productos propios y maquilas realizadas a distintos laboratorios veterinarios de México dentro de los productos realizados se encuentran los observados en la **tabla 2.1**.

Tabla 2.1 Listado de productos inyectables
(Fuente: Casal's Internacional S.A de C.V.)

Descripción	Presentaciones	Principios activos	Registro SAGARPA
ADEPLUS	12 x 20 ml	Vitamina A propionato 2.5 Mui oleosa	Q-6565-020
	100 ml	Vitamina D3 40 mui cristales	
	500 ml	Vitamina E acetato Oleosa	
AVYMINE	500 ml	Aminoácidos Dextrosa anhidra Minerales Vitaminas	Q-6565-023
CALCITON	250 ml	Ácido bórico	Q-6565-015
	500 ml	Dextrosa anhidra	
		D-pantenol	
		Gluconato de calcio	
		Hipofosfito de magnesio	
		L-Metionina	
		Niacinamida	
COMPLEJO B FORTE	12 x 20 ml	D-pantenol	Q-6565-024
	50 ml	Extracto de hígado inyectable	
	100 ml	Niacinamida	
	250 ml	Piridoxina clorhidrato	
		Tiamina clorhidrato	
		Vitamina B2 ribof.5 fosfato sódico	
	Vitamina B12 cianocobalamina		

Tabla 2.1 Listado de productos inyectables (Continuación)
(Fuente: Casal's Internacional S.A de C.V.)

Descripción	Presentaciones	Principios activos	Registro SAGARPA
DIPEN F 4 MUI	4 MUI	Dihidroestreptomycin sulfato equivalente a base Flumetazona Penicilina G .Procaina	Q-6565-001
DP-500	100 ml 250 ml	Dipirona sódica	Q-6565-021
FLOXIMICINA INY 10%	12 x 20 ml 5 0ml 100 ml 250 ml	Enrofloxacin	Q-6565-025
FLOXIMICINA INY 5%	12 x 20 ml 50 ml 250 ml	Enrofloxacin	Q-6565-026
GENTA 100	100 ml	Gentamicin sulfato equivalente a base	Q-6565-022
IVO MAS ADE	12 x 10 ml 50 ml 250 ml 500 ml	Ivermectin Vitamina A propionato 2.5 MUI oleosa Vitamina D3 cristales Vitamina E acetato oleosa	Q-6565-035
IVO MAS B12	12 x 10 ml 50 ml 250 ml 500 ml	Ivermectin Vitamina B12 cianocobalamina	Q-6565-034
IVO MAS F	12 x 10 ml 50 ml 250 ml 500 ml	Clorsulón Ivermectin	Q-6565-039
OXIMAS 50	100 ml 500 ml	Oxitetraciclina base	Q-6565-037
PARTO 20 REFORZADO	12 x 10 ml 50 ml 100 ml 250 ml	Oxitocina Sintética	Q-6565-010
PORFER 200	20 ml 50 ml 100 ml	Cloruro de cobalto R.A. 6H2O Complejo Hierro dextrán al 10% Sulfato de zinc R.A. 7H2O	Q-6565-042

Tabla 2.1 Listado de productos inyectables (Continuación)
(Fuente: Casal's Internacional S.A de C.V.)

Descripción	Presentaciones	Principios activos	Registro SAGARPA
VERMIFUGO 12%	100 ml	Levamisol clorhidrato	Q-6565--012
	250 ml		
	500 ml		
VERMIFUGO 12% VIT.	100 ml	Levamisol clorhidrato	Q-6565-041
	250 ml	Niacinamida	
	500 ml	Piridoxina clorhidrato	
		Tiamina clorhidrato	
		Vitamina B2 riboflavina 5 fosfato sódico	
Vitamina B12 cianocobalamina			
VERMIFUGO ADE 12%	20 ml	Levamisol clorhidrato	Q-6565-009
	100 ml	Vitamina A propionato 2.5 M.U.I. oleosa	
	250 ml	Vitamina D3 40 M.U.I.	
	500 ml	Vitamina E acetato oleosa	
SELAVET	100 ml	Selenito de sodio	Q-6565-044
	250 ml	Vitamina E acetato oleosa	
	500 ml		
CATOLAV	20 ml	Ácido 1-(butafosfan)1-metiletil fosforoso	Q-6565-050
	50 ml		
	100 ml		
	250 ml		
	500 ml		
OXIMAS 200 L.A	50 ml	Oxitetraciclina	Q-6565-036
	100 ml		
	250 ml		
	500 ml		
GANAVET	20 ml	Antipirina	Q-6565-045
	50 ml	Diaminacendiacetato	
CEFTIOLAV	12 x 20 ml	Ceftiofur clorhidrato (como base)	Q-6565-058
	100 ml		
	250 ml		
IVOMAS 3.5% L.A.	10 ml	Ivermectina	Q-6565-056
	50 ml		
	100 ml		
	200 ml		

Tabla 2.1 Listado de productos inyectables (Continuación)
(Fuente: Casal's Internacional S.A de C.V.)

Descripción	Presentaciones	Principios activos	Registro SAGARPA
PORFER PLUS	20 ml	Complejo Hierro dextrán al 20%	Q-6565-042
	50 ml	Cloruro de cobalto R.A. 6H2O	
	100 ml	Sulfato de zinc R.A. 7H2O	
		Vitamina B12 cianocobalamina	
NEUMOFLOX	20 ml	Enrofloxacina	Q-6565-054
	50 ml	Bromhexina	
	100 ml		
	250 ml		
IVOMAS EQUINOS	10 ml	Vitamina B12	Q-6565-061
		Ivermectina	
		Prazicuantel	

Dentro de la **tabla 2.1** se muestra el nombre comercial del producto en la primer columna, siendo estos 27 productos distintos; en la segunda columna se encuentran las presentaciones en las que se producen los distintos productos dando un total de 82 presentaciones, la tercer columna muestra los principios activos del producto y por último se muestra en la última columna el registro otorgado por SAGARPA de cada uno de los productos.

2.10 Clientes

Casal's internacional tiene presencia en el mercado farmacéutico veterinario a nivel nacional e internacional.

En el mercado nacional posiciona sus productos mediante distribuidores, maquilando a distintos productos a grandes empresas en el ramo como son Cheminova de México S.A. de C.V (**Figura 2.4** Cheminova de México productos

farmacéuticos Chinoin S.A de C.V (**Figura 2.5**), Ecozoo S.A de C.V., y Animal Care S.A de C.V., entre otros.



Figura 2.4 Cheminova de México S.A de C.V.
(Fuente: Cheminova de México S.A de C.V.)



Figura 2.5 Productos farmacéuticos Chinoin S.A de C.V.
(Fuente: Productos farmacéuticos Chinoin S.A de C.V.)

En el mercado internacional se exporta la marca propia a distribuidores de la empresa Duwest en los distintos países mostrados en la **Figura 2.6**.

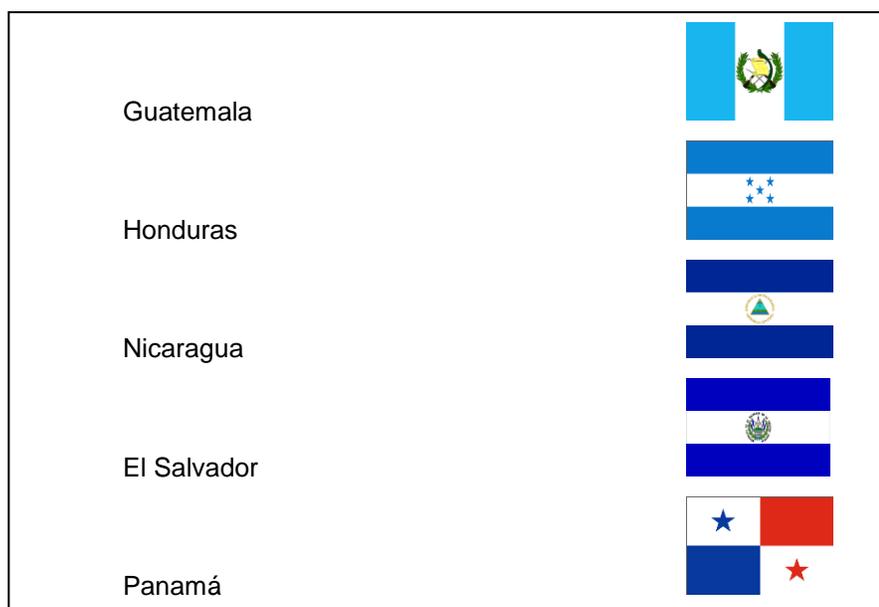


Figura 2.6 Países a los que se realizan exportaciones
(Fuente: Casal's Internacional S.A de C.V.)

Capítulo 3
Fundamento teórico

3.1 Introducción

Toyota Motor Corporation fue fundada en los años 30's, empezó mediante el ensamble de 5 piezas diarias; para el año 1950 solamente producía cerca de 10 mil unidades anuales, en la década de los 80's esta compañía japonesa pasó a ser uno de los más grandes productores de automóviles del mercado mundial. Produciendo entre 3 y 4 millones de automóviles anualmente; en la década de 1990 Toyota alcanzó la cifra de 5 millones de autos fabricados anualmente, ubicándolo como ejemplo en calidad y productividad en el mercado.

T. Ohno (1988: 37-39), comenta que la transformación de Toyota Motor Corporation fue un cambio de muchos años de estudio y trabajo, bajo prueba y error en la fabricación y adecuación de modelos capaces de generar un sistema autónomo.

Esta transformación empezó en la primavera de 1950 cuando un ingeniero japonés visitó la planta de fabricación de Ford en Detroit; al mismo tiempo Japón y Toyota Motor Corporation estaban en una crisis económica.

Desde su fundación en 1937, Toyota Motor Corporation no se acercaba a la producción de 7000 automóviles diarios elaborados en la planta de Ford en Detroit.

Cuando Eiji Toyoda visita la planta de Ford, siendo esta el mayor ejemplo en productividad y eficiencia en manufactura; confirmó la idea en que la producción en masa no sería la respuesta para el funcionamiento de su empresa en Japón.

En consecuencia nace la famosa frase de Eiji Toyoda "Existen muchas posibilidades de mejorar el sistema de producción"; concibiendo actualmente lo que se conoce lean manufacturing.

En ese momento Japón vivía una de las peores depresiones conocidas, la cual había orillado a las grandes economías mundiales a restringir los créditos a éste país, como medida de seguridad, por lo cual Toyota enfrentaba muy cerca la bancarrota.

Badurdeen (2007: 15-25) Indica que el presidente en ese entonces, Kiichiro Toyoda, como medida a los problemas económicos decide disminuir en un 25% el personal de la planta, lo cual lleva a una de las mayores revueltas en la historia de Toyota Motor Corporation.

Como resultado de esta revuelta, y después de muchas negociaciones se llegó a un acuerdo con los trabajadores de la Toyota, la empresa mantendría la decisión de la disminución de personal con la condición de que el personal que quedara quedaría contratado de por vida siempre y cuando correspondieran con su trabajo correctamente.

Fue a partir de ese momento en que se emitió una filosofía completamente distinta en la cual la base estaba en la cooperación flexibilidad y beneficios mutuos para la compañía como para los empleados.

Fue así que Taiichi Ohno, y Eiji Toyoda, al tener el apoyo del personal y bajo la primicia en que la gente es el mayor recurso de la empresa, emprendieron la solución de los problemas que aquejaban a la empresa.

Esos fueron los inicios de la filosofía lean, pero fue hasta que 2 libros dieron la importancia que tiene el termino Lean en éste momento.

- “The machine that changed the world”, por James Womack, Daniel Jones y Daniel Roos publicado en 1990.
- “Lean thinking” por James Womack y Daniel Jones publicado en 1996.

Es por esto que al sistema de producción Toyota, también se le nombra Lean Manufacturing, ya que estos libros describieron lo que Taiichi Ohno y Eiji Toyoda empezaron muchos años antes en Japón.

La ideología Lean tiene como fin último, la minimización de los desperdicios de cada uno de los procesos realizados dentro del sistema de manufactura.

Desperdicio, no solamente son los materiales mal utilizados, como se concibe el término en occidente. Desperdicio es todo aquel servicio o actividad, por la cual el cliente o consumidor final, no está dispuesto a pagar. Como lo ejemplifica L. Cuatrecasas (2010, 78) de manera muy clara y sencilla, cuando alguien pregunta acerca del precio de cierto producto o servicio, y éste le parece excesivamente elevado; el valor que el cliente le atribuye al producto está por debajo del valor real.

Éste precio es ocasionado por movimientos innecesarios de material, pérdida de materia prima, así como de tiempo y esfuerzo; mediante el re trabajo o la creación de productos faltos de calidad. Esta serie de actividades, no generan un valor al producto, por lo cual el cliente no está dispuesto a pagar por ellas. Esto incrementa los precios de los productos terminados y por ende no cubre las características en el precio del cliente.

Por lo tanto, para que un proceso pueda competir de manera rentable dentro de un mercado, en el que el precio de venta lo determina el mismo mercado. Se deben generar procesos capaces de permitir ese incremento de valor en el producto deseable por los consumidores.

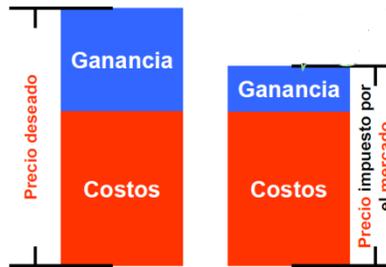


Figura 3.1 Gráfica comparativa precio deseado y precio impuesto por el cliente
(Fuente: Lean Manufacturing Webinar América Latina IIE Cancún 2010)

Para generar las ganancias deseadas, lo que realizan muchas empresas es incrementar los precios de venta como se muestra en la **Figura 3.1**, lo cual impacta en la aceptación del mercado. Esto se busca erradicar mediante el uso correcto de todos los insumos que se cuentan, para generar una reducción en costos mediante de la eliminación de desperdicios.



Figura 3.2 Gráfica comparativa entre disminución de costos con precios impuestos por el cliente
(Fuente: Lean Manufacturing Webinar América Latina IIE Cancún 2010)

Es así como mediante la búsqueda y erradicación de desperdicios podremos alcanzar las ganancias deseadas con el precio establecido por los clientes como se muestra en la **Figura 3.2**, sin incrementar los costos de venta, y así generando una mayor aceptación por parte del mercado.

Para alcanzar ese fin último deseado por la filosofía Lean, se han forjado herramientas y metodologías que permiten la inclusión de Lean a cualquier sistema.

Lubben (1988: 55) cita que dentro de los pioneros de esta filosofía se encuentran grandes gurús de la calidad como son:

- Hiroyuji Hirano con la inclusión de las 5 S's.
- Seiichi Nakajima mediante el desarrollo de Mantenimiento productivo total (TPM).
- Kenichi Sekine y su aportación con el flujo continuo de los procesos.
- Shingeo Shingo y el desarrollo del Single-minute Exchange of dies (SMED) y el termino Jidoka.

Todos ellos conforman el conjunto de herramientas, metodologías y/o filosofías que dan por resultado el éxito de Toyota Motor Corporation y de muchas otras empresas que han seguido sus pasos en una infinidad de ramas en la industria.

3.2 Mudas

A. Bird (2007, 131) existen al menos 3 tipos de actividades en las cuales se pueden englobar todos los procesos de cualquier producción de artículos o servicios. Estas actividades son las siguientes:

- Actividades con valor añadido: Estas actividades crean un valor al producto o servicio mediante la modificación de la materia prima a productos o servicios por los cuales el cliente está dispuesto a pagar.
- Actividades sin valor añadido: Son actividades necesarias para el proceso, pero no generan un valor al cliente, estas se generan por las características del proceso, la tecnología o los medios disponibles por lo cual se hacen imprescindibles.
- Desperdicios: Son actividades, procesos, espacio, tiempo o materiales que no aumentan el valor del producto, y son ocasionados por la mala administración y/o incorrecta realización del proceso.

En la cultura japonesa se maneja la palabra “muda” para representar, el desperdicio ocasionado por cierto proceso.

La empresa Toyota los agrupo en 7 tipos los cuales engloban los desperdicios existentes a un sistema productivo. Cabe señalar que sistema productivo se refiere no solamente a un proceso que genere un artículo o pieza, sino a toda serie de pasos establecidos que generan alguna actividad o articulo deseado por otra persona.

Estos conceptos se pueden poner en práctica tanto para manufactura como para servicios y elaboración de cadenas de comunicación o papeleos.

3.2.1 Sobreproducción

Este es uno de los pilares para la reducción de costos dentro del sistema lean manufacturing. La sobreproducción como su nombre lo dice es generar productos que no son solicitados por el mercado.

Eliminar este tipo de desperdicio va en contra de la mentalidad generada por el sistema de producción en masa, el cual busca abaratar los costos de producción mediante la elaboración de grandes cantidades de productos.

Generar un nivel de productividad alto tanto para las maquinas como para los operarios sin la necesidad del cliente, genera muchos gastos innecesarios para alcanzar las tasas de productividad.

Para mantener la producción en masa se necesita almacenar grandes cantidades de materia prima para alimentar los procesos, el inventario en proceso incrementa de manera desproporcional esto a su vez impacta en la generación de piezas que no son requeridas por el mercado, las cuales necesitaran un almacenaje, lo que requerirá de espacio y control administrativo para su funcionamiento.

La sobreproducción incurre en muchos gastos innecesarios, los cuales pueden ser evitados, siempre que se busque la eliminación de esta muda. Taiichi Ohno creador del sistema de producción justo a tiempo y director de Toyota Motors, mencionaba que siempre hay que trabajar inteligentemente, y no arduamente.

La elaboración de procesos capaces de no generar trabajos innecesarios en cualquier aspecto debe ser la primicia de cualquier sistema.

Algunos ejemplos comunes de este tipo de desperdicio son los siguientes:

- Generar productos, ya que se encuentran disponibles los recursos materiales y humanos.
- Producción de materiales que no serán usados inmediatamente y muy al contrario tendrán que ser almacenados generando otro tipo de muda.

3.2.2 Sobre procesamiento o proceso inadecuado

La sobre procesamiento es generado por la realización de actividades, con procesos mal elaborados, y/o actividades que están duplicadas. Son todas aquellas actividades por las cuales los clientes no perciben valor debido al exceso de actividades para el desarrollo de una misma actividad, por lo cual no genera ningún valor extra al producto.

Esta muda es una de las más difícil de identificar y erradicar, ya que muchas veces los procesos se hacen de forma prediseñada sin buscar realmente cual es el fin del proceso realizado, y cuál es el beneficio obtenido para el cliente.

Siempre que se tenga un exceso de procesamiento, también existirá un exceso de materia prima y esfuerzo humano usado para la realización del excedente de proceso innecesario. Así como la utilización de maquinaria y equipo, sin agregar valor al producto realizado.

El sobre procesamiento o uso de procesos no adecuados, no solamente se encuentra en la manufactura de artículos físicos, también se puede observar en el movimiento de información a través de documentos, y servicios prestados con la sobre elaboración de actividades.

Algunos ejemplos en cuanto a sobre procesamiento serían los siguientes:

- Múltiples firmas de autorización para algún documento.
- Inspecciones ubicadas en puntos no estratégicos para la calidad.
- Acabados innecesarios.

3.2.3 Exceso de inventarios

Es el mantener niveles altos de piezas que no se utilizarán, sean estas elaboradas por un proceso antecedente o comprado como materia prima. El exceso de inventarios podría ser visto como una consecuencia de la falta de administración de los materiales y procesos realizados.

La forma tradicional de dirigir el control de inventarios es mantener un nivel de inventarios que permita contrarrestar cualquier eventualidad, como puede ser una carencia de material, o algún problema técnico con máquinas y/o personal. El sistema Lean, mantiene una mentalidad completamente distinta a esta.

Véase la **Figura 3.3** para ejemplificar la importancia del control de inventario

Los niveles de inventarios están ejemplificados en la **Figura 3.3** como la cantidad de agua necesaria para que el barco (material en proceso) llegue al punto final de la trayectoria. Este nivel de agua tiene que ir aumentando para sobre llevar los problemas encontrados durante el proceso de producción.

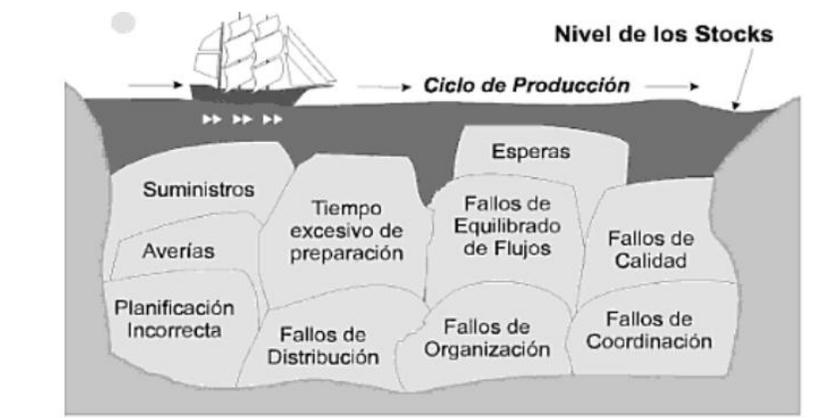


Figura 3.3 Ejemplificación niveles de Stock
(Fuente: Guía para aplicación de lean manufacturing)

El nivel de inventarios, genera un enmascaramiento de problemas como espera de suministros, averías de maquinaria, fallos de calidad, mala distribución de la planta, falta de coordinación, incorrecta planificación, entre otros.

Todos estos problemas son enmascarados, ya que existe un inventario de “emergencia” que permite que el proceso siga “fluyendo” con naturalidad. Lo que se desea alcanzar con la disminución de inventarios, no solamente es la disminución de dinero sin movimiento ocasionada por el exceso de inventarios.

Se desea encontrar las causas raíces que exigen que los inventarios aumenten para mantener en funcionamiento todo el proceso. Esto genera gastos ocultos para la administración común, algunos de los gastos en los que se incurren por el exceso de inventario son:

- Espacio para almacenamiento
- Control del almacenamiento
- Gastos almacenaje
- Tiempo adicional
- Transporte
- Pérdidas por daño del material
- Inventario de productos en desuso
- Entre otros

El incurrir en estos gastos puede eliminarse mediante la gestión de cero inventarios, el cual es la meta final del justo a tiempo, y debe ser entendida por todos los involucrados en los procesos como son, operarios, directivos y proveedores.

3.2.4 Transporte innecesario

El transporte de materiales que no sea necesario su movimiento, genera éste tipo de desperdicio en la utilización recursos humanos o materiales para su movimiento los cuales son mal aprovechados. El transporte innecesario por pequeño que éste sea genera retrasos en procesos, exceso de personal auxiliar y movimientos innecesarios.

Estos gastos se van acumulando y ocasionan disminuciones de capital, falta de liquidez y complicaciones económicas.

Por lo tanto se debe buscar no ubicar piezas o artículos en lugares provisionales para su uso. El transporte innecesario muestra problemas como la falta de coordinación de procesos, así como la planificación de producción y el bajo diseño de distribución en planta.

Algunos ejemplos de esta muda son:

- Colocar artículos en áreas de almacenamiento antes de ser usadas.
- Recepción de mercancías en almacén y colocación preliminar en área de descarga.

3.2.5 Exceso de movimientos

Cada vez que el operario dentro de la estación de trabajo se estira, inclina, gira o camina para alcanzar algún objeto genera movimientos innecesarios, estos movimientos propician la pérdida de tiempo en búsqueda y recolección de herramientas u información necesaria para el cumplimiento de las actividades.

Toda labor que implique el exceso en movimientos, sirve de máscara para aparentar problemas como la falta de estandarización en las actividades, así como la carente planeación y diseño de las áreas de trabajo.

Ejemplos de exceso de movimientos

- Levantarse en busca de cierto material u herramienta
- Estirarse para alcanzar alguna herramienta

J. K. Liker (2006: 182) puntualiza que para evitar desperdicios en movimientos se deben evitar el trabajo incidental. Éste trabajo incidental se refiere a todas aquellas actividades sin importancia o que no generen valor al producto así como la planeación correcta y estandarización de las actividades a realizar en cada proceso.

3.2.6 Retrabajo o falta de calidad

Se engloban en éste tipo de desperdicio todas aquellas actividades generadas por la falta de calidad de los productos, esto implica diversos gastos como pueden ser:

- Inspecciones excesivas
- Retrabajo de materiales defectuosos
- Cobro de pólizas de garantía
- Pérdida de materia prima irre recuperable

Para eliminar éste tipo de desperdicio, se busca no permitir que productos defectuosos avancen a través de la línea de producción, así mientras más rápida es su detección, menor será la cantidad de tiempo, esfuerzo y dinero invertido en él.

Asimismo, no solamente se incurre en la pérdida parcial o total las materias primas, cuando algún producto logra pasar los filtros de detección de errores y llega a manos del cliente, en él se genera una insatisfacción del producto lo cual puede desembocar en una pérdida de clientes y mala fama para la empresa. Lo que involucra mayor cantidad de dinero perdido por parte de una pieza en mal estado.

Los siguientes son ejemplos de lo antes mencionado:

- Reelaboración de alguna orden de trabajo
- Retrabajo de cierto artículo
- Encontrar algún producto defectuoso en la inspección final

Cabe resaltar que todos los desperdicios van ligados íntimamente así que muchos de ellos desencadenan la creación de otros desperdicios, por lo cual se

recomienda contrarrestar todos de manera conjunta para así, alcanzar la mejora paulatina de todos los procesos.

3.2.7 Tiempo de espera

Éste desperdicio es de las más evidente y fáciles de identificar, pero es una pieza clave en la búsqueda de resultados exitosos en el momento de su eliminación. Consiste en todo aquel tiempo que cualquier persona o máquina, detiene su trabajo por esperar que actividades anteriores finalicen.

Todo paro por falta de materia prima o atraso en cuanto a tiempos de entrega, genera éste tipo de desperdicios, lo cual genera distintos tipos de desperdicios como son la sobreproducción para “contrarrestar” estas situaciones mediante el uso de un stock de cierto material para no interrumpir el proceso.

Los tiempos de espera no solamente se originan por la espera de material requerido sino, que todo tiempo que el operario se encuentre frente a la maquina “cuidando” que funcione adecuadamente, es tiempo que no genera un beneficio al cliente, por lo cual debe ser eliminado a menos que el proceso lo amerite.

Así también éste tipo de desperdicio permite la identificación de los cuellos de botella que generan atrasos en todo el proceso productivo, por lo cual se debe tener especial cuidado en dichos procesos.

Algunos ejemplos de tiempo de espera son:

- Operario observando como la maquina desarrolla su tiempo de ciclo
- Esperas de materiales para ser transformados
- Colas para el uso de herramientas y/o maquinaria

- Esperas por firmas de documentos y sellos.

3.3 5 S's

La filosofía de las 5 S's está fundamentada en 5 pilares principalmente, la palabra pilar es usada debido a que son elementos que juntos mantienen estructurado a un sistema.

Los 5 pilares están definidos como Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, estos términos en japonés engloban la filosofía de las 5 S's ya que cada una de ellas empieza con la letra "S".

Hiroyuji Hirano fue la persona que involucró a las 5 S's en Lean Manufacturing como solución para la disminución de diversas mudas.

5 S's basa su éxito en el mejoramiento continuo del orden y limpieza necesarios para evitar pérdidas de tiempo, esfuerzo y dinero por parte de todos los procesos del sistema.

Los procesos efectuados bajo la primicia de las 5 S's alcanzan un mejoramiento significativo en todas las áreas, más nunca llega a su fin último ya que el círculo de mejora es infinito, manteniendo su carácter de filosofía, metodología y no herramienta.

La **Figura 3.4** Círculo de las 5 S's muestra una visión particular de cada una de las partes que componen esta filosofía presentado por C. Marchwinski, J. Shook, & A. Schoreder (2008: 155)

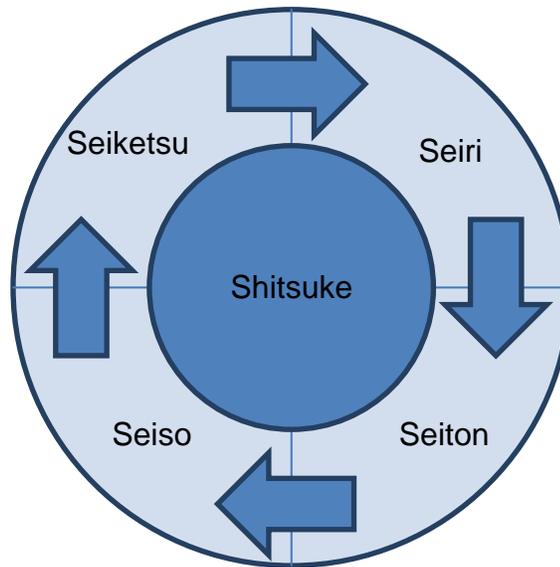


Figura 3.4 Círculo de las 5 S's

(Fuente: Encyclopedia of Japanese Business and Management 2007)

3.3.1 Seiri

La traducción al español del término Seiri sería "ordenar". Seiri es el acto de remover todos los elementos que sea no necesarios para el desarrollo de las actividades en el área de trabajo.

Solamente una pequeña cantidad de artículos o herramientas son las necesarias para el correcto desarrollo de las actividades dentro de un sistema.

Todos los elementos no necesarios deben ser retirados, ya que generan un desperdicio de espacio y de tiempo considerable al momento de realizar la búsqueda de éstos.

Las condiciones inseguras dentro del área de trabajo es otro factor ocasionado muchas de las veces por el acumulo de artículos no necesarios.

T. Jackson (2009: 101) menciona que uno de los principales vicios que genera el excesivo almacenamiento de artículos es la filosofía del “por si acaso”, esta forma de pensar hace cada vez más difícil distinguir que elemento es importante tenerlo en el área de trabajo y cuáles pueden ser desechados o simplemente reubicados.

Existe una regla del Seiri que dice que todo artículo que se duda que sea necesario en el área de trabajo, realmente no es necesario, por lo cual se debe de proceder a retirarlo.

Para llevar a cabo la tarea de determinar que elemento es indispensable y cuáles no, se utiliza una herramienta que lleva por nombre, etiquetas rojas, esta herramienta consiste en elaborar etiquetas con la información mostrada en la **Tabla 3.1** en la cual se especifican los datos del artículo identificado con etiqueta roja.

Tabla 3.1 Ejemplo de etiqueta roja
(Fuente: Elaboración propia)

Datos del artículo	
Nombre del artículo	
Cantidad de piezas	
Razones por las que no es necesario	
Área de ubicación	
Fecha	

Estas etiquetas rojas son colocadas en los elementos que no son necesarios, debe de identificarse cuál es el objetivo del área y los artículos que permiten el cumplimiento de éste objetivo.

Después de la colocación de etiquetas necesarias sobre los artículos, estos pasan a ser identificados si serán reubicados o serán desechados, con la finalidad de liberar espacio y dejar solamente los artículos necesarios.

3.3.2 Seiton

Poner en orden sería la traducción del término Seiton, éste pilar es diseñado con la finalidad de una vez depurado todo lo que no es necesario dentro del área de trabajo, las herramientas, máquinas o artículos son útiles por lo cual deben ser de fácil acceso e identificación.

El término Seiton se basa principalmente en la primicia de un proverbio antiguo que dice un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar; esto es para minimizar la pérdida de tiempo generada por el esfuerzo de buscar.

Mediante Seiton se tiene que saber cuál es la función de cada artículo dentro del área, con el propósito de generar un panorama de ubicación adecuada. Esta ubicación debe permitir las facilidades de utilización de las herramientas y la comodidad de trabajo.

Al organizar las herramientas y artículos necesarios dentro del área de trabajo, es importante tomar en cuenta tres preguntas sobre cada uno de los artículos encontrados. ¿Dónde es la ubicación adecuada para cada uno de ellos? ¿Qué artículo es el que se ubicará? y ¿Cuántos artículos son necesarios?

Otra de las herramientas usadas dentro de Seiton es la administración visual, permite que cualquier persona pueda encontrar lo necesario en cualquier momento, con la finalidad de permitir la admisión de personal sin adiestramiento especial para la identificación del equipo necesario.

La administración visual permite tener el conocimiento de cualquier situación que está fuera de lo normal, sin tener un conocimiento profundo del proceso.

Existen distintos tipos de apoyos visuales; que permiten el funcionamiento correcto de Seiton, los cuales otorgan información mediante medios visuales, como ejemplo se tienen los señalamientos del semáforo, que mediante colores indican la situación del sistema.

Las señales visuales, son aquellas que atraen la atención para marcar un evento importante, mientras que los controles visuales son los que marcan límites para determinar situaciones en parámetros de permisividad.

3.3.3 Seiso

Seiso se traduciría como la actividad de limpieza, esta es de alto valor en el área de trabajo, ya que permite tener un mejor desempeño en muchos aspectos;

La limpieza es de carácter natural para cada persona, en la filosofía 5 S's es estandarizada y controlable, para su identificación es necesario realizar ciertas preguntas que permitan determinar el proceso de limpieza de cualquier área de trabajo.

- ¿Qué es lo que se tiene que limpiar?
- ¿Cómo se tiene que limpiar?
- ¿Qué tan seguido es necesario limpiarlo?
- ¿Quién es el responsable de la limpieza?
- ¿Qué tan limpio es limpio?

El criterio a utilizar son todos los componentes del sistema en la mayoría de los casos coincide con, equipos, herramientas, áreas y personas.

Un elemento clave para el correcto funcionamiento de esta herramienta es el uso de check list o bitácoras que permitan conocer de manera clara que debe ser limpiado.

Las bitácoras mantendrán la información requerida para responder las preguntas expuestas; con la finalidad de obtener información documental que permita demostrar cuando fueron realizadas las actividades.

Seiso incluye la inspección, que debe ser efectuada regularmente para determinar y percibir cualquier cambio que pueda generar retrasos en los procesos productivos.

3.3.4 Seiketsu

Alcanzando estándares correctos en el área de trabajo en cuanto orden y limpieza se refiere, se procede con el 4º pilar de la filosofía de las 5 S's que es la estandarización, Seiketsu en su vocablo japonés. Como cita Dennis P.H (2007: 76) las cosas tienden a fallar, por lo cual se deben buscar soluciones capaces de permitir la mantención de los beneficios obtenidos por los pilares anteriores.

La estandarización permite, de manera instintiva, mantener estos beneficios obtenidos. Seiketsu consiste en las estandarizaciones realizadas, que pasan a ser patrones a través del tiempo deben ser claros, simples y visuales; tienen la finalidad de alcanzar el objetivo de cada uno de los pilares anteriores.

Seiketsu es complementado mediante hojas de verificación, patrones, identificaciones, etc.; convirtiéndose en un elemento fundamental para adoptar la metodología 5 S's como una filosofía de vida, ya que mientras más sencilla sea esta adaptación apoyada en los estándares, más probabilidades de éxito se obtendrán de la implementación.

Otro de los beneficios en la estandarización del trabajo es la realización de su propia medición. Los directivos y administradores pueden fácilmente evaluar a operadores con sus tareas, mediante patrones y datos cuantitativos.

Un proceso estandarizado se basa en la creación de los procesos estándares, y permite la dinámica a través de la mejora hasta encontrar procesos que permitan hacer más fácil y entendible basarse en los resultados de los pilares anteriores.

3.3.5 Shitsuke

Shitsuke, que su traducción al español sería sustentabilidad; permite que, el esfuerzo realizado a través de los pilares anteriores se mantenga y perdure en la organización.

Consiste en mantener la visión filosófica de que las mejoras perduren, atacando la causa raíz de las problemáticas en cuanto a orden y limpieza se trata; así mismo convertir en una forma de trabajo normal; el desarrollo y control de estas herramientas.

El éxito de la filosofía de las 5 S's en cualquier sistema, consiste en compartir e incluir a todo el personal y miembros del equipo en el conocimiento y aplicación de esta filosofía.

Existen distintas formas de obtener resultados mediante la inclusión del personal al conocimiento de esta filosofía algunas de ellas son las siguientes:

- La mejora del mes: Consiste en reconocer mensualmente el desempeño de excelencia en el trabajo de las 5 S's.

- Presentación de fotografías, antes y después; las cuales muestren el avance en orden y limpieza.
- Entrenamiento y capacitación de la filosofía; el personal directivo debe de tener el conocimiento y la capacidad para la implementación de esta filosofía.

3.4 Sistema Kanban

El Kanban se relaciona con un sistema de información que controla de forma sencilla y armoniosa los niveles de producción para generar la producción necesaria, en el momento preciso y la cantidad justa, para crear un complejo de manufactura controlado por el sistema jalar.

Éste sistema de Kanban fue un esfuerzo del sistema JIT para controlar de una manera más eficiente los procesos de manufactura.

El sistema tradicional utilizado hasta hace algunos años, se basaba en la elaboración de pronósticos por parte del área de ventas, los cuales eran programados para su elaboración dentro de la planta.

Así cada proceso recibía información del proceso anterior, a éste sistema de información lo llamamos sistema Push. El sistema Push empuja la información o los productos al proceso subsecuente. Por lo cual en caso de haber un problema en algún proceso, o alguna variación en el mercado, es difícil adaptar la producción a la demanda, ya que regularmente se complica el cambio de programación de la elaboración de los productos pronosticados.

Y. Monden (1997: 93-107) explica que la falta de adaptabilidad generada por parte de las industrias o empresas, crear reservas de inventarios muy grandes para

cada parte del proceso, tanto de materia prima como de artículos terminados, lo cual no permite un balance en la producción de cada proceso, capaz de detener grandes cantidades de dinero sin producir beneficios económicos inmediatos a causa de estos inventarios.

Se tiene como resultado un exceso de equipo y en caso de dejar de producir cierto producto o proceso, éste genera inventarios que no se podrán recuperar conocidos como inventarios muertos.

A diferencia del sistema Push, el sistema Pull (Jalar) genera una comunicación más efectiva entre los procesos, permite lograr la meta que se desea obtener, que es la generación de procesos o piezas en el momento exacto la cantidad adecuada y el lugar preciso.

El proceso final de cada uno de los productos a elaborar en cualquier tipo de empresa de manufactura, es el único que sabe la cantidad exacta de piezas antecedentes necesarias, por lo cual es el responsable de solicitar al proceso anterior solamente la cantidad a necesitar para cubrir los pedidos que se están generando.

Cada proceso antecesor, genera los productos para cubrir la demanda, permitiendo una adaptabilidad mayor, mientras se enfoca todas las energías generar productos que serán necesarios, esto quiere decir, que no se generan productos que al finalizar la línea, terminen almacenados.

Para la correcta implementación del sistema jalar, es necesaria la utilización de un sistema de información creado para agilizar la solicitud de información o piezas de un proceso antecedentes.

3.4.1 Kanban

El Kanban es una herramienta que permite la administración del sistema justo a tiempo. Consiste en una tarjeta que es regularmente guardada en un empaque de plástico. Éste Kanban contiene la información necesaria para obtener productos en cantidades requeridas.

En japonés la palabra Kanban tiene por traducción “etiqueta de instrucción”, por lo tanto se debe alcanzar su función mediante la especificación correcta de todos los datos que en ella se encuentran.

Existen una gran diversidad de kanbans, entre las más comunes encontramos básicamente dos tipos de estos, los de retiro o extracción, que son en los cuales se especifica la cantidad de productos que el proceso subsecuente debe retirar del proceso anterior. Y los de orden de producción, en estos se encuentra la cantidad de productos a elaborar por un proceso.

Los Kanban de orden de producción también reciben el nombre de Kanban en proceso.

Kanban de retiro

Esta tarjeta presenta la información de la cantidad de producto que se extraerá de un proceso anterior, contiene las especificaciones del producto como la cantidad y hacia qué proceso es el que debe enviarse.

Obsérvese el ejemplo dado en la **Figura 3.6** de un Kanban utilizado dentro de la industria automotriz por parte de la compañía Toyota.

En éste Kanban de retiro se especifica el número de ubicación la cual se especifica por medio de una clave alfanumérica, que representa el estante en el que se encontrarán las piezas

El número de artículo, es la clave que representa al artículo solicitado. Esta clave es asignada por la empresa.

Nombre del artículo, en éste apartado se coloca el nombre de la pieza para su mayor especificación se coloca el tipo de automóvil para el cual se usara la pieza solicitada.

Capacidad de caja, se especifica el número de artículos que debe contener cada caja, Tipo de caja, existen cajas de distintas capacidades por lo cual se debe de mencionar que tipo de caja es el que contiene el material deseado.

El número de envió, permite el conocimiento de la cantidad de pedidos a enviar durante el día, en éste caso se está solicitando el pedido número 4 de 8 pedidos diarios. El proceso anterior da a conocer de dónde viene la pieza a usar, mientras que el proceso posterior, es la actividad que se realizara con las piezas.

Cabe señalar que el sistema Kanban permite mejorar el flujo de los materiales, mediante la rápida identificación de estos, así mismo se espera adaptar la demanda de las distintas piezas mediante pedidos realizados durante cierto periodo de tiempo.

Actualmente la **Figura 3.5** es la imagen de un Kanban de retiro usado en la planta de producción de Toyota en Japón.

Otro tipo de Kanban de retiro, es el usado con los proveedores, éste tipo de Kanban contiene la información del material requerido por parte de contratista, en estas tarjetas se establecen las características de los productos y la cantidad de pedidos entre otras cosas

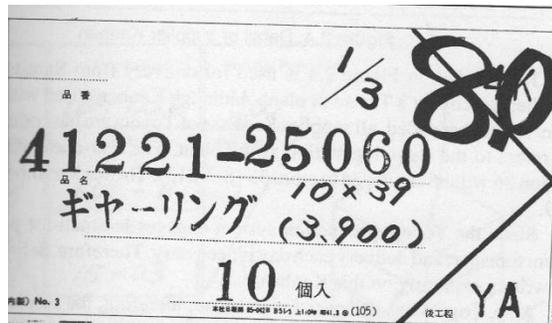


Figura 3.5 Kanban de retiro usado actualmente en la planta de Toyota
(Fuente: Toyota Production System an integrated approach to just in time)

Numero de ubicación	5-E215	Proceso anterior						
Numero de artículo	35670507	FORJADO B-2						
Nombre del artículo	Control de dirección							
Tipo de automóvil	SX50BC	Proceso posterior						
	<table border="1"> <tr> <td>Capacidad de caja</td> <td>Tipo de caja</td> <td>Numero de envío</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>B</td> <td>4 / .8</td> </tr> </table>	Capacidad de caja	Tipo de caja	Numero de envío	20	B	4 / .8	MAQUINADO M-6
Capacidad de caja	Tipo de caja	Numero de envío						
20	B	4 / .8						

Figura 3.6 Ejemplo de Kanban usado en Toyota

(Fuente: Monden oyota Production System an integrated approach to just in time)

La **Figura 3.7** siguiente es el Kanban de proveedores hacia la industria Sumitomo Denko por parte de la planta de Toyota Tsutsumi.

Cabe resaltar algunos aspectos importantes en los Kanban para proveedores. En estas tarjetas se usa un código de barras, para su mayor velocidad de recepción,

a diferencia de los usados dentro de la planta de Toyota, que no usan códigos de barras para su identificación.

El ciclo de envío es otro aspecto a resaltar, ya que éste permite lograr la meta que se busca con el uso del Kanban, en éste apartado, se establece la cantidad de pedidos a realizar durante el día, y la cantidad de pedidos que hacen falta surtir después del actual Kanban.

Se especifica las horas exactas de expedición, lo que permite saber en qué momento se recibirá material por parte de los distintos proveedores en qué parte del proceso se recibirán, todo esto es con la finalidad de incursionar en el ambiente del justo a tiempo.

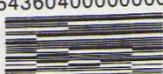
Time to deliver 8:00 24:00 11:00 4:00 15:00 21:00 643604000000007 	Store shelf to deliver 3S 8-3- (213) 038982154140110000000010011005 		Name of receiving plant Toyota's Tsutsumi Plant 100003603600001 
Name of supplier Gunitecma Denko	Item no. 82154-14011-00	$\frac{5}{20}$	Place to receive Assembly 36
Store of supplier 4	Item back no. 389	Item name Rear Door Wire Box type S	
Delivery cycle 1-6-2	Car type for use BJ-1	Box capacity 10	

Figura 3.7 Ejemplo de Kanban de proveedores
 (Fuente: Toyota Production System an integrated approach to just in time)

La **Figura 3.8** muestra el Kanban de proveedores actualmente usado para la entrega de insumos en la planta de Toyota en Japón. Como se observa se busca tener una herramienta de fácil llenado y con la información necesaria.

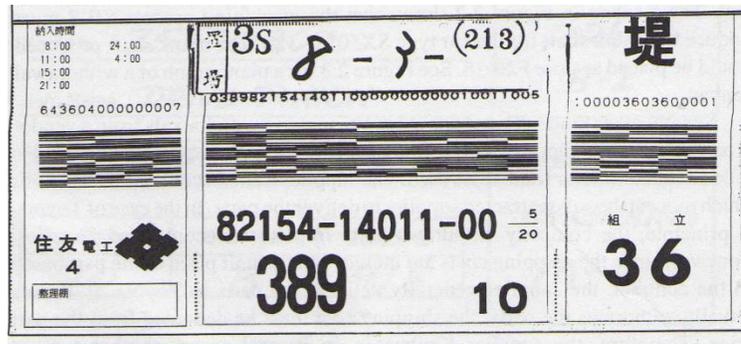


Figura 3.8 Kanban de proveedores usado actualmente en Toyota
Fuente: Toyota Production System an integrated approach to just in time.

3.4.2 Kanban de orden de producción

En esta tarjeta se expresa la cantidad a producir por parte de cualquier proceso, lo cual permite que el material necesario éste listo para su utilización en procesos subsecuentes.

Mediante la **Figura 3.9** se expresan las partes del Kanban de orden de producción.

Numero de ubicación	F26-18	Proceso
Numero de articulo	5690-321	MAQUINADO
Nombre del articulo	VALVULA TERMOSTATICA	
Tipo de automóvil	5X5DBC-150	
		SB-8

Figura 3.9 Kanban de orden de producción

(Fuente: Toyota Production System an integrated approach to just in time)

En éste se puede observar detalles parecidos a la información del Kanban de retiro, a diferencia del anterior, se especifica el proceso a realizar.

Existe otro Kanban llamado triangular o in-process, sirve para determinar de forma visual, la cantidad de material requerido y cuando es necesario resurtir cierto elemento.

La **Figura 3.10** representa un Kanban triangular, el cual determina la cantidad de productos a realizar, en cuanto se alcanza un nivel mínimo en el stock de productos, el Kanban triangular determina que producto y en qué cantidad debe ser reabastecido.

Se identifica el número de parte, el nombre del artículo que contienen los pallets y la cantidad de ellos, así como el lugar en el cual están almacenados.

Tamaño del lote	Nombre del articulo	Punto de re orden
500	Puerta derecha	200
Numero de Pallets	Numero de parte	Numero de Pallets
5	505-11	2
	Almacén	
	15 - .03	

Figura 3.10 Kanban triangular

(Fuente: Toyota Production System an integrated approach to just in time)

En la **Figura 3.11** se muestra como son actualmente los Kanbans triangulares en Toyota, en su planta de Japón.

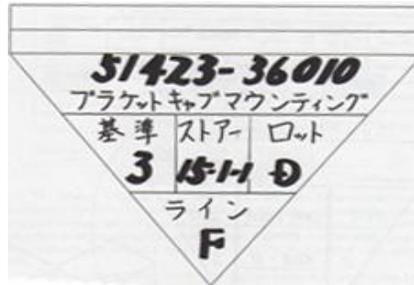


Figura 3.11 Kanban triangular actualmente usado en Toyota
(Fuente: Toyota Production System an integrated approach to just in time)

Existe un segundo tipo de Kanban in process también llamado Kanban de requerimiento de materiales (**Figura 3.12**), éste junto con el triangular están ubicados dentro de los contenedores de cada material que se encuentre en la planta.

El Kanban de requerimiento de materiales determina las especificaciones del producto que contiene cada pallet, mediante el nombre del producto, el tamaño físico de éste, así como el proceso antecedente y subsecuente del material.

Proceso anterior	Almacén 25	Proceso posterior	Prensado #40
Código ID	MA36	Nombre del articulo	Tablero de acero
Tamaño del articulo	40 X 3' X 5'	Capacidad del contenedor	100
Tamaño del lote	500	Número de contenedores	5

Figura 3.12 Kanban de requerimiento de materiales
(Fuente: Toyota Production System an integrated approach to just in time)

Se agregan datos como el número de contenedores a expedir y el tamaño del lote. Con estos datos se puede determinar que material va a ser requerido y en qué cantidad es solicitado por el proceso posterior.

3.4.3 Reglas del Kanban

G. Watson (2007: 133-144) indica que el uso de Kanban como herramienta permite el mejor flujo de los materiales, ofrece mejores beneficios, siempre y cuando se realice de forma correcta; es necesario seguir ciertas normas o reglas sencillas que permiten su mejor desarrollo.

Regla 1 El proceso subsecuente, debe retirar el producto necesario del proceso anterior, en la cantidad necesaria, en el tiempo correcto”

Esta regla es la primordial, y la de mayor trabajo de implementar, necesita el apoyo por parte de la dirección, como de las personas que están elaborando los procesos.

Cumplir con esta regla, es ir en contra de los procesos que generalmente se llevan a cabo dentro de una empresa, por lo cual la resistencia al cambio es un factor importante al momento de la implementación.

También se encuentran sub-reglas que deben ser acatadas para el cumplimiento de la misma.

- Todo retiro de material sin Kanban está prohibido
- No se puede retirar mayor cantidad de material que la estipulada en el Kanban
- Todo Kanban debe de estar adherido al material físico

Se entiende que Kanban puede ser una herramienta muy útil para cerciorarse, que la fabricación genera productos que son necesarios para los procesos subsecuentes, pero existen ciertos pre-requisitos necesarios para su correcta implementación, que permite lograr la estandarización de los trabajos, la nivelación de la producción diaria y el diseño de los procesos; como requisitos indispensables en este proceso; si no se considera el Kanban puede ser un arma potencial para el retraso de pedidos o la falta de material por parte de los proveedores.

Cabe resaltar que los proveedores deberán introducirse al sistema de producción, para completar la cadena de suministro y mediante Kanban para cubrir la demanda cambiante del contratista.

Las empresas que deciden entrar a éste sistema de producción, también deben generar una red de información capaz de mantener en comunicación constante entre los proveedores.

Regla 2 El proceso precedente deberá producir solamente la cantidad de productos que será retirada por el proceso precedente.

Mediante la implementación de la regla 1 y 2, los procesos se mantienen como una línea de producción constante, debe ser debidamente balanceada y controlada, para evitar cualquier contratiempo, pues busca generar una cadena de procesos que trabajen como uno solo, evitando si alguna parte del proceso se retrasa, todos los demás procesos deben detenerse para no generar un exceso de inventario.

Así mismo esta regla contiene otra sub-regla que debe ser cumplida.

- Cuando varios artículos deben ser realizados por un mismo proceso, la secuencia de elaboración será la misma que la secuencia de llegada; aplicando el principio FIFO (First In, First Out: primeras entradas, primeras salidas PEPS).

Regla 3 Nunca se debe enviar al siguiente proceso, productos defectuosos

La 3era regla del uso de Kanban, tiene un gran impacto dentro de los procesos, pues si cumple con las características necesarias es enviada al proceso subsecuente, la cantidad de productos conformes será menor o igual que la cantidad solicitada, generando paros continuos para mantener el balance de la producción.

Regla 4 La cantidad de Kanbans debe ser lo menor posible

La cantidad de Kanbans expresa el inventario necesario, permitiendo mantener la más baja posible.

Esta regla tiene una mayor adaptabilidad a la demanda, debido a que es menor a la prevista, obligando a elevar el tiempo de preparación de los artículos, mediante estrategias como trabajadores multitareas, permitiendo la flexibilidad en los trabajos realizados.

Regla 5. Kanban debe ser usado para adaptar los cambios en la demanda

Éste es uno de los puntos que genera un gran beneficio en el uso de los Kanbanes; como la adaptabilidad en los cambios del mercado, generación de productos nuevos son requeridos por el cliente; a esto debe adaptarse la organización obedeciendo a la rápida velocidad de respuesta que contemple el sistema de cambios de producción.

3.4.4 Otros tipos de Kanban

Existen otros tipos de Kanban los cuales son usados con menos frecuencia o en situaciones imprevistas. Algunos ejemplos de Kanbans son:

- **Kanban Express:** Éste tipo de Kanban es usado cuando existe escases de algún material, y aunque existan kanbans de retiro o de producción para éste material, éste debe ser surtido de manera extraordinaria y con mayor prioridad que los anteriores. Así éste material se recibe directamente en el proceso emisor del Kanban sin demoras de ningún tipo.
- **Kanban de emergencia:** Éste Kanban es usado temporalmente para contrarrestar atrasos ocasionados por piezas en mal estado encontradas en algún proceso, o problemas con alguna maquinaria que genere un atraso en la producción.
- **Kanban de túnel:** Se utiliza cuando un conjunto de procesos están conectados muy cerca lo cual permite que sean vistos como un proceso único, esto permite que a través de ellos no se emitan Kanbans, sino que se emita un Kanban común el cual es usado por todos los procesos.

Existen otros tipos de Kanbans, estos se adaptan a las necesidades tanto de la empresa, como la peculiaridad de los procesos que en ella se desempeñan. Estos Kanbans son aceptados como tales, siempre y cuando cubran el objetivo de contener información necesaria para el conocimiento de requerimientos de material manteniendo el uso de las reglas anteriormente expuestas.

3.5 Value Stream Mapping

La cadena de valor son las acciones requeridas para producir un flujo esencial en todos los productos. Éste flujo va desde la obtención de los recursos hasta que el cliente recibe en sus manos el producto.

Obtener una perspectiva de cadena de valor es trabajar sobre una fotografía panorámica de los procesos, y no sobre un proceso en particular. Para así mejorar en forma conjunta y no de manera puntual.

Value stream mapping es una herramienta en papel que ayuda a ver y entender el flujo de materiales a través del flujo en la cadena de valor.

Algunas de las razones por las cuales VSM es una herramienta útil:

- Ayuda a visualizar más que solamente los procesos individuales, describe el flujo de estos y la información que fluye.
- Provee de un lenguaje común para hablar sobre los procesos de manufactura.
- Muestra la relación entre el flujo de información y el flujo de procesos.
- Es mucho más completo que las herramientas cuantitativas y los diagramas de flujo.
- VSM es una herramienta cualitativa que permite describir a detalle como un sistema puede funcionar con visión al flujo.

3.5.1 Pasos para crear VSM

Seleccionar a la familia de productos

El punto de inicio para entender claramente cómo funciona esta herramienta, es la necesidad de enfocarse en una sola familia de productos, esto es con la finalidad de evitar hacer el diagrama mucho más complejo de lo necesario. Mucho del éxito de un proyecto de VSM depende de la simplicidad en la que se plasman los

flujos y al evaluar una familia a la vez simplifica la cantidad de información a procesar.

La clave para crear un VSM capaz de representar el sistema es caminar y dibujar los procesos paso a paso siguiendo el flujo normal de estos y de la información, de inicio a fin del sistema.

Designar a la persona adecuada para dirigir el proyecto

Mucha gente está envuelta en la implementación de un proyecto de lean manufacturing, y todos necesitan entender la importancia del VSM, tener la habilidad para entender el lenguaje usado. Para que la herramienta sea útil alguien debe de dirigir los esfuerzos del equipo.

Esta persona debe de responder por las siguientes actividades:

- Reportar a la dirección superior los progresos en la implementación de las herramientas de lean manufacturing.
- Tener la capacidad de realizar los cambios necesarios para que las mejoras sucedan a través de todos los departamentos funcionales.
- Monitorear todos los aspectos de la implementación.
- Revisar y analizar el flujo de valor periódicamente.
- Hacer la implementación la principal prioridad.
- Mantener actualizado periódicamente el plan de implementaciones.
- Participar activamente en la obtención de resultados.

M. Rother & J. Shook (1999: 46) comentan que existen dos tipos de Kaizen: El Kaizen de flujo (Mejoramiento de la cadena de valor) y Kaizen de procesos

(eliminación de desperdicios en la parte operativa); ambos Kaizen son necesarios en cualquier sistema, al aplicar mejoras en uno tendrá impacto positivo en el otro.

En la **Figura 3.13** se muestra la relación entre Kaizen de flujo y de proceso, donde los ejes son el enfoque y la persona encargada de realizar las mejoras.

3.5.2 Simbología

El mapeo comienza con los requerimientos del cliente, en el mapeo se representa al cliente mediante la imagen de una fábrica (

Figura 3.14) esta imagen es ubicada en la parte superior derecha del mapa, aunado a esta imagen se escriben los datos de los requerimientos del cliente.

El ícono de fábrica, involucra a todas las empresas externas al proceso, por lo cual los proveedores, son simbolizados con el mismo ícono.

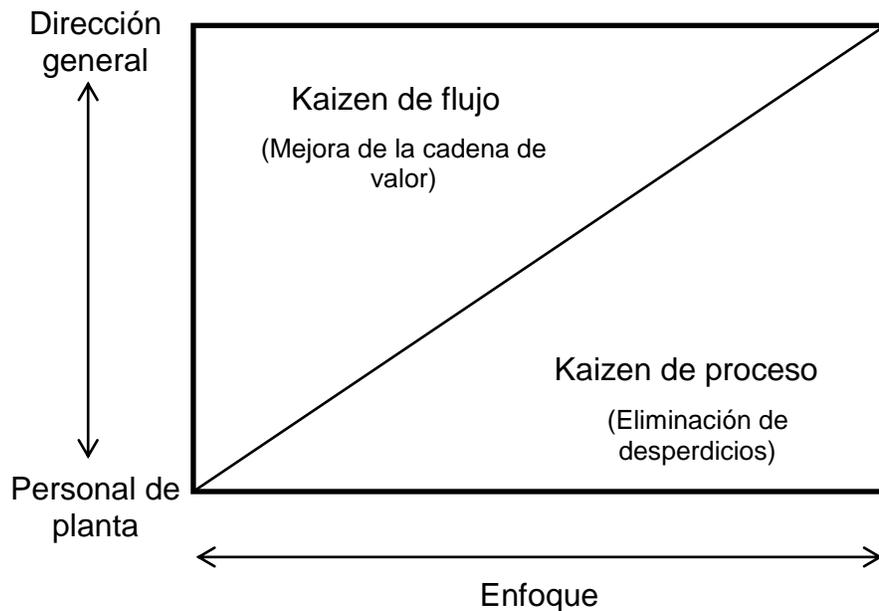


Figura 3.13 Relación Kaizen de flujo y de proceso

(Fuente Learning to See Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda)

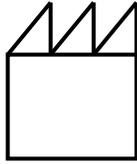


Figura 3.14 Ícono de empresa externa
(Fuente: Elaboración propia)

El siguiente paso para la realización del VSM es dibujar el ícono para los procesos de producción básicos, para realizar esta representación, se utiliza la **Figura 3.15**.

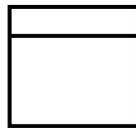


Figura 3.15 Ícono de proceso básico
(Fuente: Elaboración propia)

La regla principal para el uso de esta imagen es que se utiliza para indicar el área en la cual los materiales fluyen, el icono de proceso termina en el momento en que el flujo es interrumpido o detenido.

Durante el proceso de mapeo, existen puntos los cuales son muy importantes representar, estos puntos son todos aquellos en los cuales el flujo se detiene. Para representar esto se utiliza el icono mostrado en la **Figura 3.16**, éste icono es acompañado de la localización en la cual se detiene el flujo y la cantidad de artículos en inventario.

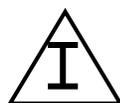


Figura 3.16 Ícono de inventario
(Fuente: Elaboración propia)

El siguiente proceso a representar es el movimiento de productos terminados, estos movimientos, son realizados tanto para los productos finales del proceso como para los insumos usados que son proporcionados por los proveedores. El icono usado es la imagen de un camión con una flecha ancha, éste icono se muestra en **Figura 3.17**.

Value stream mapping es una herramienta muy útil para la observación, la cual no solamente muestra la interacción de procesos y el flujo de ellos, también expresa simbólicamente el flujo de información el cual es de vital importancia para el desarrollo del sistema.

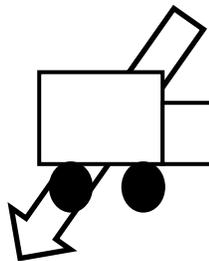


Figura 3.17 Ícono de transporte de producto terminado
(Fuente: Elaboración propia)

Para la descripción del flujo de información se utiliza, el icono de flecha, éste icono puede tener dos variantes la flecha lineal, la cual se muestra en la **Figura 3.18**; que representa el flujo de información de manera material dentro del sistema, esto es mediante un reporte, pedido o memorándum el cual se entrega de forma física.



Figura 3.18 Ícono flujo de información escrita
(Fuente: Elaboración propia)

En la actualidad mucha de la información que se mueve, no solamente es físicamente escrita, también se utilizan medios electrónicos para realizar éste flujo de

información, por lo cual se recomienda usar el ícono de, la **Figura 3.19**, un rayo representando éste tipo de información.



Figura 3.19 Ícono flujo de información electrónica
(Fuente: Elaboración propia)

En la producción en masa, es muy común encontrar en la industria tradicional, la tendencia de realizar piezas que el proceso subsecuente no necesita, por lo cual todas las partes que se producen sin la necesidad del requerimiento del proceso siguiente, empuja las piezas producidas al almacenaje intermedio generando un inventario de proceso.

En el VSM la relación entre procesos se determina mediante una flecha ancha la cual representa el movimiento de piezas terminadas por un proceso anterior, cuando éste proceso se genera mediante el empujar las piezas al proceso siguiente, la flecha se torna a rayas como se muestra en la **Figura 3.20**.



Figura 3.20 Ícono de movimiento de empuje
(Fuente: Elaboración propia)

Una de las ventajas del VSM es que conjunta una herramienta cualitativa como, los mapas, con una herramienta cuantitativa, los datos involucrados, los cuales permiten tener una visión más clara de la situación real del sistema.

Un dato cuantitativo a utilizar para la medición de los procesos, es el manejo de los tiempos de operación y los tiempos de espera, cada triángulo ubicado dentro del VSM, genera un tiempo de espera, el cual contribuye a las demoras en todo el sistema.

Éste tiempo de proceso y tiempos de espera, se contabilizan en la parte inferior de cada proceso y demora mediante la línea de tiempo ejemplificada en la **Figura 3.21** en la cual en la parte superior de la línea se colocan los tiempos de espera y por la parte inferior de la línea los tiempos que generan valor al producto.



Figura 3.21 Icono de línea de tiempo

(Fuente: Elaboración propia)

Capítulo 4
Metodología

4.1 Metodología a implementar

En la **Figura 4.1.** se muestra gráficamente la metodología a implementar para el desarrollo del presente proyecto integrado por 5 etapas.

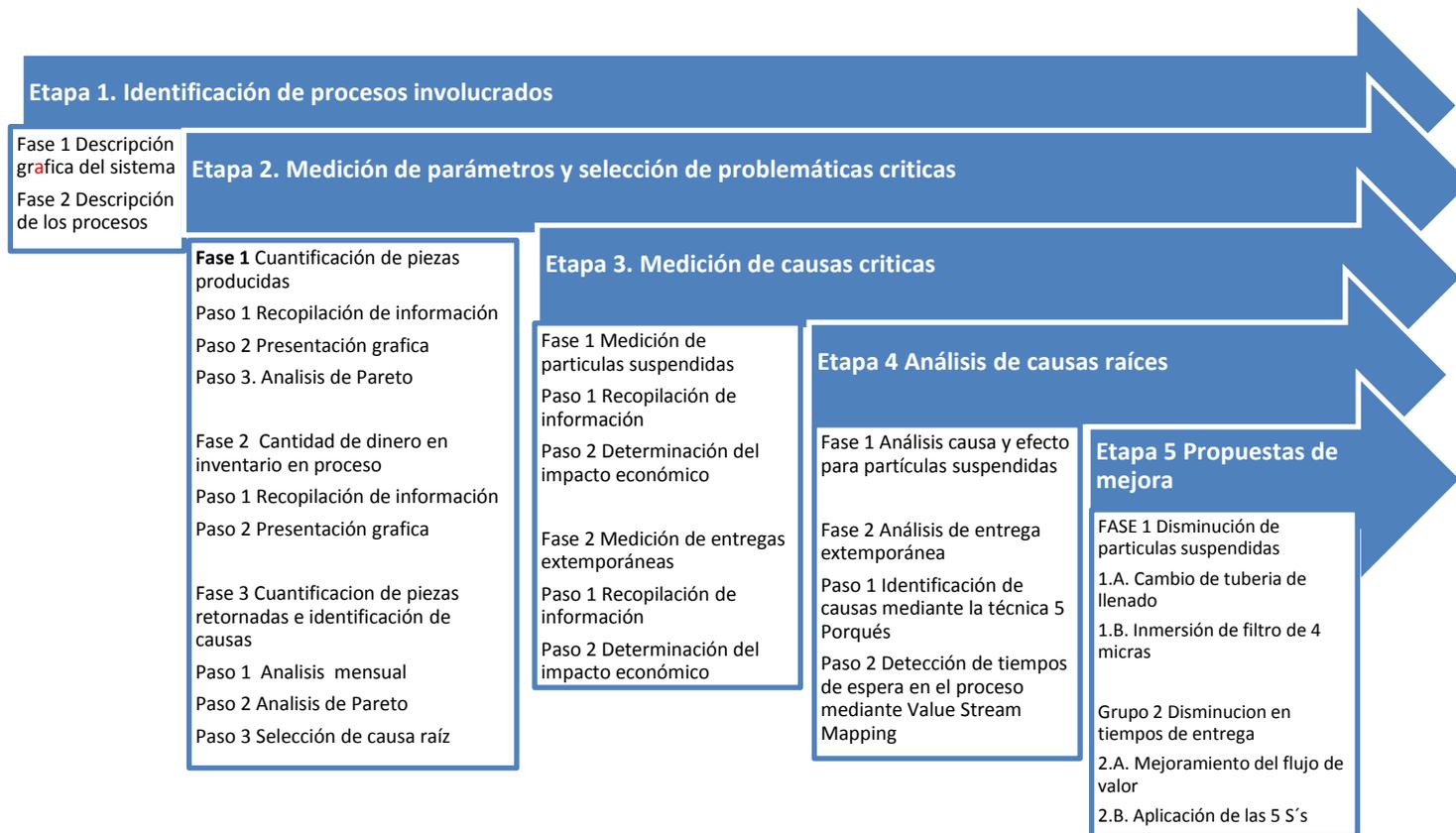


Figura 4.1 Metodología a implementar
(Fuente: Elaboración propia)

4.2 Etapas de la metodología

Esta metodología la integran 5 etapas, explicadas a continuación.

4.2.1 Identificación de procesos involucrados

Consiste, en realizar la observación de campo para determinar los procesos que integran al sistema productivo, con la finalidad de concentrar un conocimiento general de cada uno y describir las partes que lo conforman,

Fase 1 Descripción gráfica del sistema

Como primera fase se elabora el diagrama de flujo que consiste en expresar gráficamente las actividades que componen la línea de producción, la **Figura 4.2** representa el seguimiento de procesos.

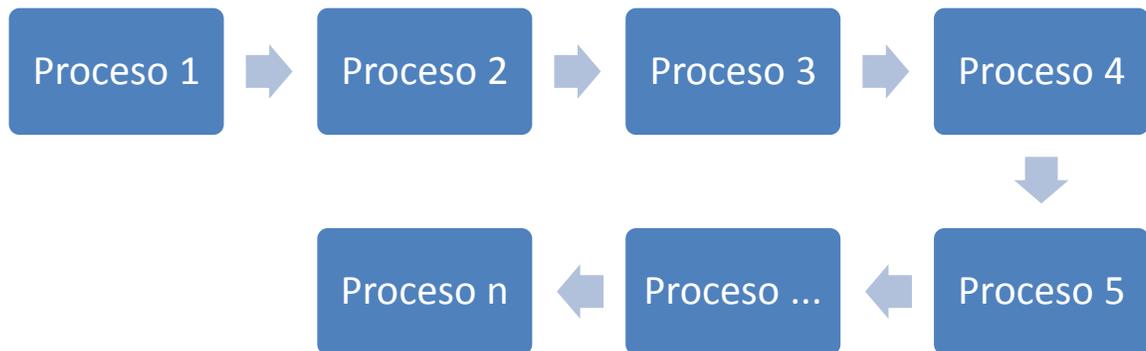


Figura 4.2 Diagrama de flujo procesos
(Fuente: Elaboración propia)

Fase 2 Descripción de los procesos

Explicación breve de cómo está compuesta la orden de producción y sus partes principales.

Descripción de los procesos que integran el pesado de materias primas, y manufactura se describirán de manera concienzuda.

El proceso de prefiltración se documentará los subprocesos y uso de las distintas membranas para este proceso mediante la recopilación en la **Tabla 4.1**

Tabla 4.1 Membranas usadas para la prefiltración
(Fuente: Elaboración propia)

Membrana	Micras	Material
Nombre de la membrana #1	Tamaño en micras	Material del que está hecho
Nombre de la membrana # 2		
...		
N		

Los procesos de filtración, envasado, engargolado, revisión óptica y codificado serán descritos mediante los subprocesos principales.

El etiquetado será documentado mediante la descripción de los tipos de etiquetas usadas y sus porcentajes de utilización; la información del proceso será recabado mediante la **Tabla 4.2**

Tabla 4.2 Tipos de etiquetas y método de aplicación
(Fuente: Elaboración propia)

Tipo de etiqueta	Aplicación	Porcentaje de utilización
Tipo de etiqueta #1	Forma de aplicación	% del total de etiquetas usadas
Tipo de etiqueta #2		
...		
Tipo de etiqueta n		

Etapa 1. Medición de parámetros y selección de problemáticas críticas

Consiste en el análisis del desempeño del sistema actual. Mediante el histórico de datos se pretende evaluar cuál ha sido el desempeño en diversos ámbitos de la línea de producción; permitiendo tener un panorama de los indicadores generales que involucran a la interacción entre los procesos que conforman el sistema.

Fase 1 Cuantificación de piezas producidas

Paso 1 Recopilación de información

El primer parámetro a evaluar serán las piezas producidas semanalmente recabadas mediante la **Tabla 4.3**

Tabla 4.3 Historial de producción
(Fuente elaboración propia)

Numero de semana	Piezas producidas
Semana 1	Cantidad de piezas producidas
Semana 2	
Semana ...	
Semana n	

Paso 2 Presentación grafica

Efectuada la recopilación de información del año 2011 se realizará el histograma que representa gráficamente la **Tabla 4.3** donde el eje vertical representa el número de piezas y el eje horizontal el consecutivo de semanas o meses dependiendo el análisis.

Paso 3 Análisis de Pareto

Se analizarán los productos que representan la mayor cantidad de piezas mediante la obtención de la información expresada en la **Tabla 4.4**

Tabla 4.4 Piezas por producto
(Fuente: Elaboración propia)

PRODUCTO	CANTIDAD	PORCENTAJE
Nombre del producto	# de piezas	Porcentaje del total de piezas

La **Tabla 4.4** permitirá la elaboración del diagrama de Pareto para determinar los productos con mayor cantidad de piezas producidas.

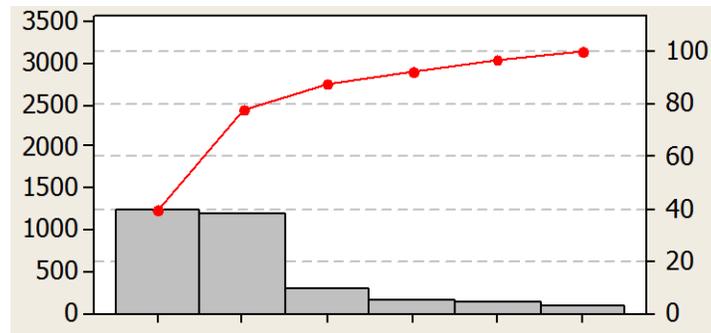


Figura 4.3 Ejemplo diagrama de Pareto
(Fuente: Elaboración propia)

Las columnas indican la importancia del grupo de factores que influyen en el estudio, el eje vertical derecho representa el porcentaje, el eje vertical izquierdo representa la cantidad en unidades de medición, la línea roja representa el acumulado porcentual de los factores estudiados.

Fase 2 Cantidad de dinero en inventario en proceso

Paso 1 Recopilación de información

El siguiente parametro de evaluación será el de inventario en proceso; el cual medirá la cantidad de dinero que se almacena en la linea de produccion con motivo de productos en proceso; se recabará la informacion mediante la **Tabla 4.5** que presentará los meses del año 2011 y el monto mensual por inventario en proceso en pesos.

Tabla 4.5 Valor de inventarios en proceso mensual
(Fuente: Elaboración propia)

Mes	Inventario En Proceso (\$)
ENERO	
FEBRERO	
...	
JULIO	
AGOSTO	

Paso 2 Presentación grafica

Recabada la información se procede a la representacion grafica mediante histograma para su mejor comprension y analisis

Fase 3 Cuantificación de piezas retornadas e identificación de causas

Paso 1 Análisis mensual

El tercer parametro de referencia sera la recoleccion de datos de productos retornados por parte de los clientes y sus razones,

Tabla 4.6 Recopilación de productos retornados
(Fuente: Elaboración propia)

Mes	Motivos de devolución	Cantidad	Piezas totales	Tipo de producto
Enero	Motivo 1			
	Motivo 2			
...				
Diciembre				

Paso 2 Análisis de Pareto

Los datos se presentarán mediante el diagrama de Pareto similar a la **Figura 4.3** donde el eje derecho vertical representa el porcentaje, el izquierdo vertical el número de piezas devueltas y cada columna las razones de la devolución.

Paso 3 Selección de causa raíz

Se seleccionará la causa raíz mediante la interpretación del diagrama de Pareto; esto permitirá enfocar las mejoras en la eliminación o disminución de las causas raíces.

Etapa 2. Medición de causas críticas

Las problemáticas críticas que se pretende disminuir son las partículas suspendidas en productos y las demoras de flujo de valor.

Fase 1 Medición de partículas suspendidas

Paso 1 Recopilación de información

Se concentrará la información de las partículas suspendidas mediante la **Tabla 4.7**

Tabla 4.7 Histórico de eficacia de carencia de partículas
(Fuente: Elaboración propia)

Producto	Cantidad de piezas totales	Piezas sin partículas	Porcentaje de eficacia	Piezas con partículas reprocesadas	Piezas destruidas por presencia de partículas
Nombre del producto	# de piezas fabricadas	# de piezas conformes	# de piezas conformes / # de piezas totales	# de piezas reprocesadas	# de piezas destruidas

Paso 2 Determinación del impacto económico

La **Tabla 4.8** presenta la información necesaria para saber el impacto económico producido por la problemática de las partículas suspendidas en los productos.

Tabla 4.8 Pérdida por reprocesos y desperdicios
(Fuente: Elaboración propia)

Producto	Piezas con partículas reprocesadas	Costo perdido (sello, tapón, frasco)	Piezas con partículas destruidas	Costo perdido (sello, tapón, frasco y mezcla)

Fase 2 Medición de entregas extemporáneas

Se efectuará la medición en días de atraso con respecto a la fecha de entrega, esto será recabado mediante la **Tabla 4.9** con la información del pedido, el cliente al

va dirigido, el producto elaborado, el número de piezas y el exceso en tiempo de entrega.

Tabla 4.9 Recopilación de exceso en el tiempo de entrega
(Fuente: Elaboración propia)

Numero de pedido	Cliente	Producto	Número de piezas	Exceso en el tiempo de entrega (días)

Etapa 3. Análisis de causas raíces

Fase 1 Análisis causa y efecto para partículas suspendidas

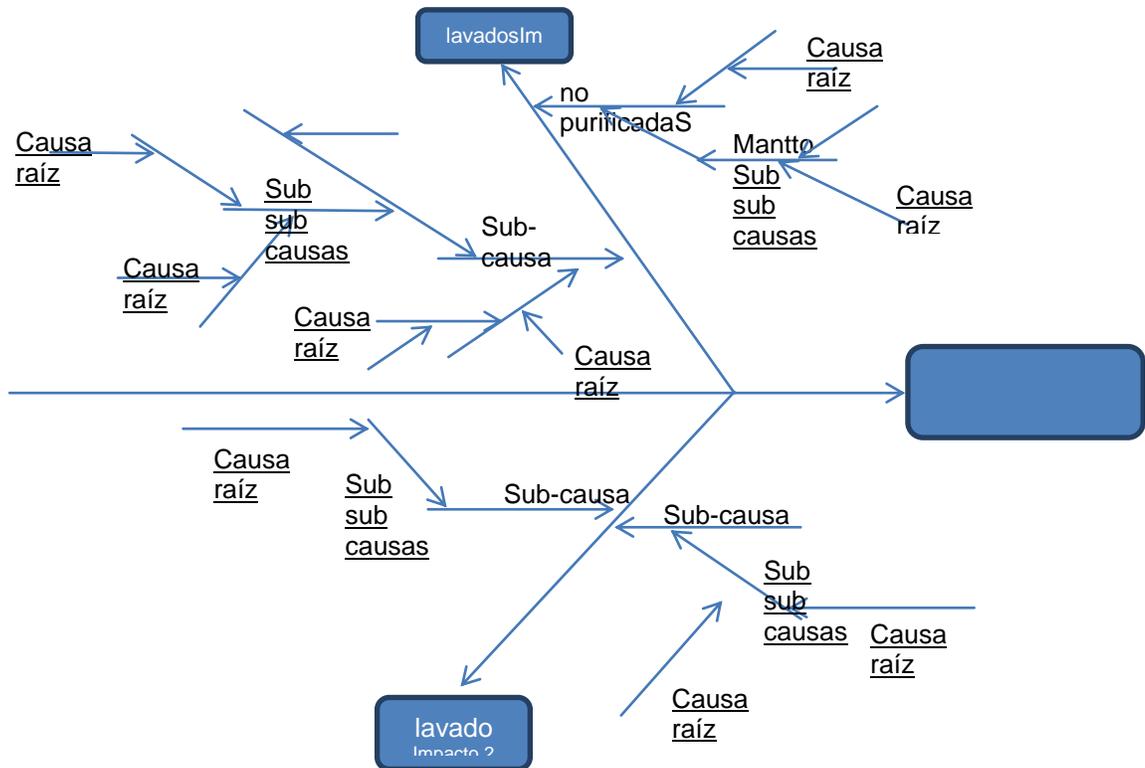


Figura 4.4 Ejemplo causa-raíz
(Fuente: elaboración propia)

Al realizar la selección de la causa raíz del impacto clave, se procede al análisis de las razones por las cuales esa problemática se presenta, estudiando concienzudamente y los impactos que tiene en el proceso para identificar la causa raíz. Esto mediante la aplicación del diagrama causa y efecto como se muestra en la **figura 4.3**

La causa raíz es la razón por la cual sucede la problemática, esta causa raíz permitirá eliminar o disminuir el impacto clave desde la razón que lo origina con la finalidad que la problemática que tiene mayor impacto no se vuelva a repetir en un futuro.

Fase 2 Análisis de entrega extemporánea

Paso 1 Identificación de causas mediante la técnica los 5 porqués

Para determinar la causa raíz de las demoras en el flujo de valor se aplicara la herramienta de los 5 porqués la cual consiste en responder la pregunta porque hasta el momento de encontrar causas raíz, la **Figura 4.5** representa visualmente la técnica.

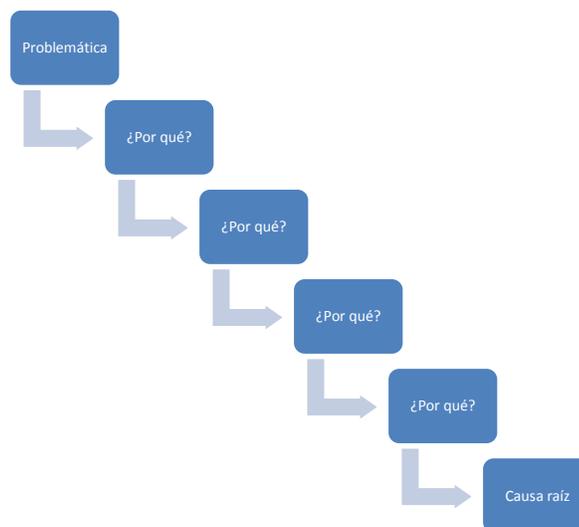


Figura 4.5 Herramienta de los 5 porqués
(Fuente elaboración propia)

Paso 2 Detección de tiempos de espera en el proceso mediante Value Stream Mapping

Como última fase de esta etapa se efectuará el value Stream Mapping que determina los puntos en los cuales el flujo de valor es detenido, mediante el seguimiento de materiales e información.

Etapas 4. Propuesta de mejora

Al tener una visión clara de cuál es la causa raíz de la problemática y su impacto dentro del proceso, se estructuran mejoras basadas en el pensamiento esbelto con la finalidad de obtener un mejor desempeño para la erradicación de la causa raíz de la problemática.

Existen diversas herramientas, técnicas o filosofías englobadas en lean manufacturing que permiten la mejora continua de estas causas raíces, así como su erradicación.

Se procede a generar la propuesta de mejora en la cual se describirá la metodología para la implementación de estas herramientas, técnicas o filosofías; que aseguren un beneficio en la disminución de la problemática con mayor impacto en el proceso.

El conjunto de mejoras se conjuntan en dos grupos de propuestas.

EL primer grupo contrarresta la problemática de partículas suspendidas en los productos, estas consistirán en las siguientes dos propuestas:

1. El cambio de la tubería de llenado: Consistirá en la modificación del sistema actual de llenado y el material del que está hecho.
2. Inmersión de filtro de 4 micras:

El segundo grupo de mejoras contrarrestan las demoras en los tiempos de entrega, incluyendo dos propuestas:

1. El mejoramiento del flujo de valor: Mediante eliminación de mudas e inventarios en el proceso productivo.
2. Aplicación de las 5 S's: como propuesta para el mejoramiento del área de trabajo.

Capítulo 5

Desarrollo

5.1 Identificación de procesos involucrados

5.1.1 Diagrama de flujo del sistema

La **Figura 5.1** representa gráficamente el flujo de los procesos que se efectúan en la línea de producción de productos inyectables.

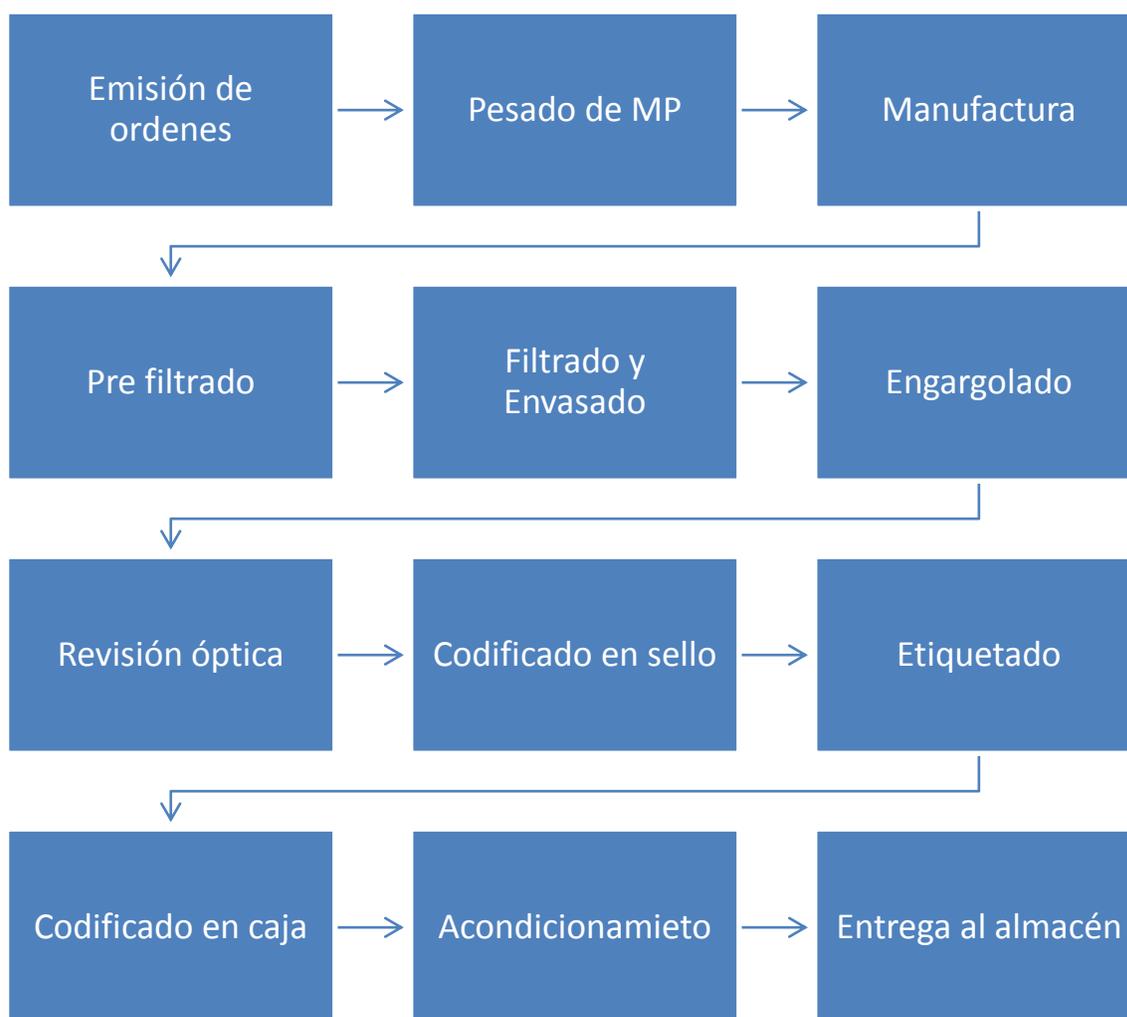


Figura 5.1 Diagrama de flujo del sistema
(Fuente: Elaboración propia)

5.1.2 Emisión de órdenes

En éste proceso se emiten las órdenes de producción, estas son realizadas por el área de planeación con el fin de informar que producto es el que se procede a realizar.

La orden de producción consiste en un sobre al cual se anexan los siguientes documentos:

Técnica de manufactura indica los pasos a seguir para la elaboración del producto y la cantidad de litros a elaborar

Orden de gráneles: Requiere la cantidad de sellos, tapones y frascos necesarios para cubrir la orden de producción.

Orden de acondicionamiento, Se indica las piezas de etiquetas, cajas e implementos necesarios para realizar el acondicionamiento de granel a producto terminado, esta información varía dependiendo de las características tomadas en común acuerdo con el cliente.

Orden de manufactura: En la cual se especifica el nombre del producto, lote, y el listado de materias primas a pesar, con las cantidades correspondientes de cada una de ellas.

Una vez impreso el conjunto de documentos que conforman una orden de producción, el área de planeación entrega al departamento de control de calidad la orden de producción en el cual control de calidad realiza la revisión de las ordenes que la componen y dentro de la orden de manufactura evalúan el listado de materias primas buscando los principios activos.

Los principios activos deben ser ajustados sobre certificado ya que esta materia prima presenta variaciones en potencia dependiendo el lote del proveedor.

Esta actividad debe ser realizada por el departamento de control de calidad ya que el ajuste implica cálculos químicos que pueden poner en riesgo la calidad del producto.

Con principio activo ajustado, se procede a la firma de las órdenes por parte del responsable de control de calidad, producción y planeación. Con lo cual queda finalizado el proceso de emisión de órdenes de producción.

El siguiente paso es entregar las ordenes de manufactura, gráneles y acondicionamiento; al área de producción la cual separa las ordenes y entrega la orden de manufactura al almacén de materias primas y las ordenes de gráneles y acondicionado al almacén de materiales.

5.1.3 Pesado de materias primas

El encargado del área de materias primas hace la recepción de la orden de manufactura. Corrobora que todas las materias primas estén aprobadas por control de calidad, y realiza el pesado de materias primas para la preparación del producto.

Una vez realizado el pesado, es confirmado por el departamento de control de calidad para certificar que el pesado se haya realizado correctamente. Siendo éste correcto, se procede a entregar las materias primas al departamento de producción, el cual lo coloca en el área correspondiente a la recepción de materias primas. Esta espera se ejecuta hasta el momento de la manufactura donde se hace uso del material pesado.

5.1.4 Manufactura

El proceso de manufactura se refiere a la elaboración de los productos farmacéuticos, para la realización de ésta, el preparador, obtiene la técnica de

manufactura de la orden de producción y sigue paso a paso las indicaciones para la elaboración de los productos.

Durante el proceso de elaboración el preparador firma en cada uno de los pasos anotando hora de inicio y hora de término. Esto es con el fin de asegurar que las materias primas y los procedimientos plasmados en la técnica de manufactura sean llevados a cabo en el orden y tiempo adecuado.

5.1.5 Pre filtración

Elaborado el producto, se procede a realizar el pre filtrado. El fin de éste proceso es eliminar las distintas impurezas que presenta la materia prima, estas generan una contaminación muy alta para el producto que va a ser suministrado vía intravenosa.

El proceso de pre filtración no es estándar para los productos, esta variación es debida a las características químicas de cada producto, así mismo depende de la calidad de la materia prima y la cantidad de producto a pre filtrar.

Existen 2 elementos imprescindibles que se utilizan para realizar el pre filtrado. El primero son las membranas, estas son círculos de 293 milímetros de diámetro que son colocadas sobre un plato de filtración fabricado en acero inoxidable AISI 316, Estas membranas manejan distintos micrajes como se puede observar en la **Tabla 5.1**.

El siguiente elemento son los cartuchos, estos cartuchos consisten en cilindros con cavidad hueca perforados en la superficie en el micraje estipulado, los cuales aumentan el área de filtrado en al menos 5 veces el área de una membrana.

Tabla 5.1 Membranas usadas para la pre filtración

(Fuente: Casal's Internacional S.A de C.V.)

f	Micras	Material
Ap15	1.5	Fibra de borocilicato de vidrio
Ap 20	2	Fibra de borocilicato de vidrio
Ap 25	2.5	Fibra de borocilicato de vidrio
MC 12	1.2	Ésteres mezclados con celulosa
MC 08	0.8	Ésteres mezclados con celulosa
MC 06	0.65	Ésteres mezclados con celulosa
MC 45	0.45	Ésteres mezclados con celulosa

Otra ventaja de los cartuchos sobre las membranas es que existe la posibilidad de limpiarlos, según la técnica de limpieza existente, y volver a utilizarlos, los cartuchos se manejan son los que se muestran a continuación en la **Tabla 5.2**.

Tabla 5.2 Listado de cartuchos y micrajes
(Fuente: Casal's Internacional S.A de C.V.)

Cartucho	Micras
Polygard CR3	3
Lifegard	2
Polygard CR1	1
Polygard CN 0.6	0.6
Sartopore 1	0.45
Polygard CN 0.3	0.3

Cabe resaltar, el proceso de pre filtración es importante ya que evita que partículas grandes resultado de suciedad en la materia prima pasen al siguiente proceso que es la filtración.

5.1.6 Filtración

La filtración es la antesala del envasado, éste proceso se lleva a cabo ya dentro del área estéril, esta área es controlada en la cual se tiene acceso mediante un conjunto de esclusas que no permiten el paso de contaminación de una habitación a otra.

Se tiene cuidado de evitar contaminaciones mediante la regulación el uso de vestimenta de acceso, temperatura, calidad del aire y presión.

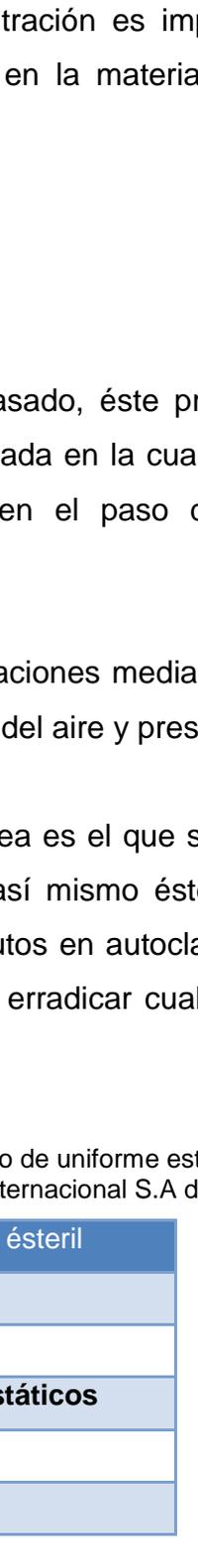
El uniforme a usar dentro de esta área es el que se muestra en la . No se encuentra el origen de la referencia., así mismo éste debe ser esterilizado de forma correcta, introduciéndolo por 15 minutos en autoclave a 250 °C; guardado en bolsas de esterilización con la finalidad de erradicar cualquier bacteria que pudiera contaminar el producto elaborado.

Tabla 5.3 Listado de uniforme estéril
(Fuente: Casal's Internacional S.A de C.V.)

Uniforme estéril
Overol
Escafandra
Zapatos antiestáticos
Sordinas
Guantes

Cubre bocas

La filtración consiste en hacer pasar el producto por una membrana o cartucho de 0.22 micras con la finalidad de esterilizarlo, esto es bajo el principio que no existe bacteria más pequeña que 0.5 micras por lo cual al hacer pasar el producto por esta membrana este queda libre de toda bacteria, y al estar dentro de un área controlada se evitan las contaminaciones posteriores.

Una vez filtrado el producto pasa a un garrafón de 20 litros previamente estéril mediante una manguera de silicón, la cual se conecta con el siguiente proceso que es el envasado.

5.1.7 Envasado

El producto filtrado que se encuentra en el garrafón, es trasladado por medio de una bomba de acero inoxidable a la dosificadora, esta máquina inyecta mediante una jeringa la dosificación previamente calibrada.

El envasado se hace bajo flujo laminar, el cual permite la inyección de aire con una eficiencia del 99.99997 libre de partículas. En la mesa de trabajo que se encuentra justamente debajo del flujo laminar, se coloca una charola de acero inoxidable con los frascos que se envasaran.

La jeringa dosificadora se introduce en el frasco y se deja ahí hasta que la dosificación haya concluido. Una vez que esto sucede, se procede al taponado que consiste en colocar un tapón de seguridad de 20 mm para presentaciones menores a 250 ml, a partir de esta cantidad se utilizan tapones de 30 mm; en la boquilla del frasco, esto es con la intención de evitar contaminaciones después de haber realizado el envasado. Éste proceso se repite hasta concluir la charola.

5.1.8 Engargolado

El proceso de engargolado consiste en colocar un casquillo de aluminio sobre el tapón de hule en la boquilla del frasco, éste casquillo tiene la función de proteger el producto contra cualquier daño que pueda tener en su manejo.

El engargolado debe ser efectuado dentro del área estéril. Esto es con la finalidad de proteger la esterilidad del producto, por lo cual una vez que cada charola ha sido envasada y taponada correctamente se recorre sobre la misma mesa y otro operario procede a realizar el engargolado haciendo la colocación de los sellos y apretando estos mediante una pinza especial para esta labor.

5.1.9 Revisión óptica

El producto al salir por medio de la esclusa del área estéril, pasa al área de revisión óptica en la cual se hace una inspección al 100 % de los frascos.

Esta inspección se efectúa con el fin de detectar cualquier partícula mayor a 5 micras que es el tamaño visible a ojo humano, el proceso se efectúa dentro de una caja de observación con una lámpara iluminando directamente sobre un fondo blanco, con el cual se busca encontrar partículas negras, y posteriormente sobre un fondo negro con la finalidad de encontrar partículas blancas.

Efectuada la observación, en caso de llegar a encontrar partículas dentro del producto, se procede a desecharlos si la cantidad de productos no conformes es menor al 3% del tamaño del lote, en caso de tener un número mayor de piezas, se almacena para su reproceso.

5.1.10 Codificado

El proceso de codificado consiste en imprimir sobre el sello, la etiqueta o la caja el número de lote y fecha de caducidad del producto,

El número de lote está conformado por los dos dígitos del mes, los siguientes tres dígitos son el consecutivo de fabricación de cada producto, y los últimos dos dígitos son el año de fabricación, dando un total de siete dígitos para conformar el lote.

Y la fecha de caducidad está dada por la estabilidad de los productos la caducidad mínima según normativa de SAGARPA es de 2 años, pero existen productos con alta estabilidad en formulación que permiten la caducidad de hasta 4 años.

5.1.11 Etiquetado

Existen diversos procesos de etiquetado dependiendo, el producto, la presentación y el cliente. Los distintos tipos de etiquetado son los que se muestran en la  Error! No se encuentra el origen de la referencia..

Tabla 5.4 Tipos de etiquetas y método de aplicación
(Fuente: Casal's Internacional S.A de C.V.)

Tipo de etiqueta	Aplicación
Celulosa	Etiquetadora de goma caliente
Termoencogible	Túnel de encogimiento
Auto adheribles en rollo	Etiquetadora automática
Auto adheribles en planilla	A mano

Las etiquetas de celulosa no tienen adhesivo en ellas, por lo cual es necesario realizar el etiquetado por medio de una etiquetadora de goma caliente, la cual es de uso manual. El 60% de las etiquetas usadas en producción son de éste material.

Las etiquetas termoencogibles, como su nombre lo dice, se encogen mediante calor, éste proceso se efectúa mediante un túnel de encogimiento, el cual obtiene vapor húmedo de la caldera, lo convierte a calor seco mediante una trampa de vapor y lo inyecta a través del túnel, éste túnel de vapor es semiautomático ya que hay que hacer la colocación de la etiqueta manualmente así como la colocación y el retiro sobre la banda transportadora. Aproximadamente el 25% de las etiquetas es mediante éste método.

El etiquetado de auto adheribles en rollo, se efectúa mediante etiquetadora automática de frascos, éste tipo de etiquetas abarcan el 18% de la producción.

Ciertos clientes de maquila de productos inyectables, envían sus etiquetas auto adheribles en planillas, las cuales tienen que ser retiradas las etiquetas una a una y colocadas manualmente en los frascos. Éste tipo de etiquetas representa cerca del 2% de la producción.

5.1.12 Acondicionado

Se determina como acondicionamiento al proceso de colocar en cajas de embarque, identificar las cajas con el contenido, el número de piezas y el lote. Así mismo se colocan panales de separación en todas las cajas que contengan frascos de vidrio mayores a 100 ml, con la finalidad de evitar que se rayen los productos.

Una vez acondicionado el producto se procede a hacer la entrega a almacén, y éste producto pasa a ser parte del almacén de producto terminado.

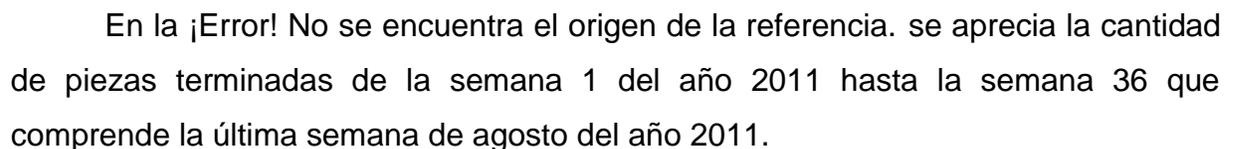
5.2 Medición de parámetros y selección de problemáticas críticas

Casal's internacional cuenta con una línea de producción de soluciones farmacéuticas inyectables, esta línea genera aproximadamente el 85% de la producción total de la empresa. Y otra de soluciones orales que representa el 25% restante.

A lo largo del tiempo la empresa ha generado un renombre en el ámbito farmacéutico generando un número de ventas mayores a la capacidad producida mensualmente

5.2.1 Piezas producidas

El parámetro usado para medir el desempeño de la línea de productos inyectables, es la cantidad de piezas terminadas semanalmente. Llámese piezas terminadas a todo producto que ya fue entregado al almacén y está disponible para su venta.

En la  se aprecia la cantidad de piezas terminadas de la semana 1 del año 2011 hasta la semana 36 que comprende la última semana de agosto del año 2011.

Cabe resaltar que la primer semana del año 2011 mantiene una cantidad de 0 piezas debido a que no se laboró durante esa semana a raíz de las vacaciones otorgadas por la empresa.

En la **Figura 5.2** se observa gráficamente la representación del número de piezas terminadas y el número de semana a la cual corresponden.

Tabla 5.5 Histórico de piezas entregadas semanalmente (año 2011)
(Fuente: Casal's Internacional S.A de C.V.)

Piezas terminadas		Piezas terminadas	
Semana 1	0	Semana 19	4857
Semana 2	2087	Semana 20	5922
Semana 3	9865	Semana 21	12694
Semana 4	4730	Semana 22	18343
Semana 5	9495	Semana 23	6487
Semana 6	6147	Semana 24	6568
Semana 7	9342	Semana 25	13212
Semana 8	8904	Semana 26	17926
Semana 9	7717	Semana 27	6280
Semana 10	6323	Semana 28	6213
Semana 11	3999	Semana 29	3770
Semana 12	7634	Semana 30	9698
Semana 13	11603	Semana 31	6179
Semana 14	7232	Semana 32	4282
Semana 15	7321	Semana 33	10267
Semana 16	8342	Semana 34	6820
Semana 17	9494	Semana 35	3600
Semana 18	12519	Semana 36	4521

Como puede observarse en la **Figura 5.2** la cantidad de piezas terminadas es muy variante entre las diversas semanas del año, teniendo su punto más alto con 18,343 piezas en la semana 22; y su valor más bajo en la 2da semana con 2,870 piezas. El promedio semanal de producción es de 8,011.22 con una desviación estándar de 3,712.28 piezas.

Con los estadísticos anteriores se puede decir que la variación entre las distintas semanas es muy variada, generando fluctuaciones excesivas, esto es

resultado de distintas problemáticas, las cuales ocasionan que los productos no sean entregados en tiempo y forma al cliente.

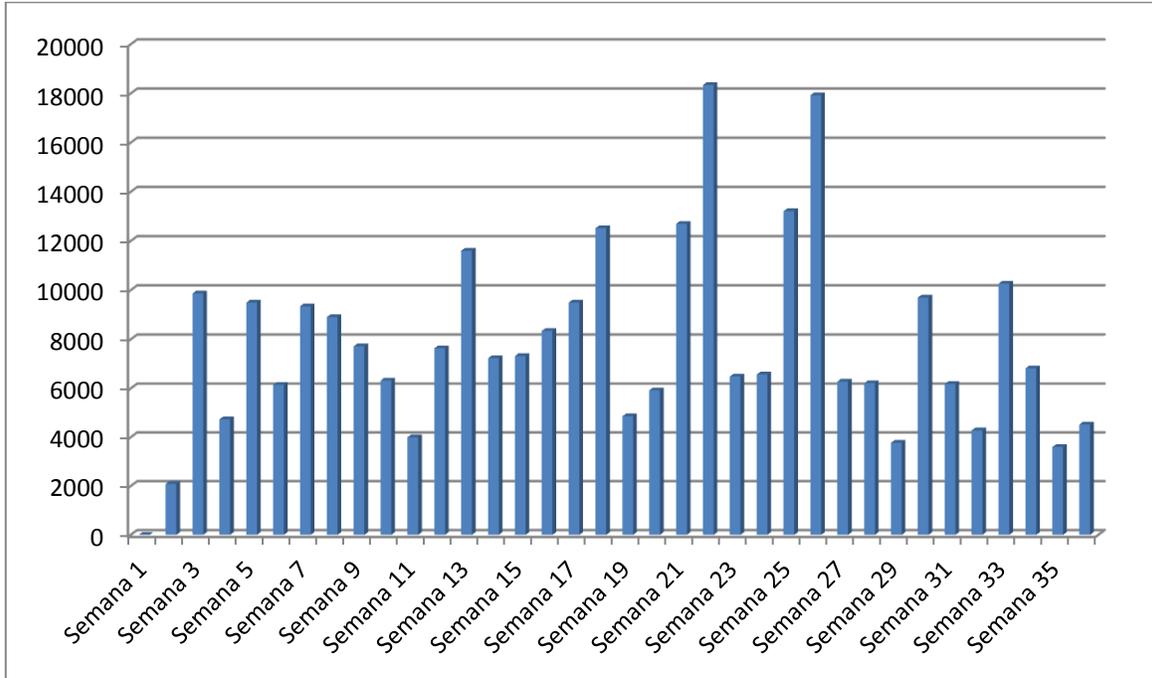


Figura 5.2 Grafica del historial de piezas terminadas
(Fuente: Elaboración propia)

En la **Figura 5.3** se representa el número de piezas terminadas mensualmente, dando una idea de la variación entre los distintos meses del año. Esta figura muestra su punto más bajo en el mes de enero cubriendo la cantidad de 16,682 piezas y su pico más alto en el mes de junio con 62,536 piezas,

Estos estadísticos generan una desviación estándar de la cantidad de piezas entregadas mensualmente de 13,929 piezas. Observando que los cambios entre cada uno de los meses generan picos muy variados manteniendo un promedio mensual de 34,484 piezas.

Dentro de éste número de piezas es importante tener el conocimiento de los productos con mayor demanda por el mercado y por lo cual involucran un mayor número de piezas elaboradas en lo que va del año 2011.

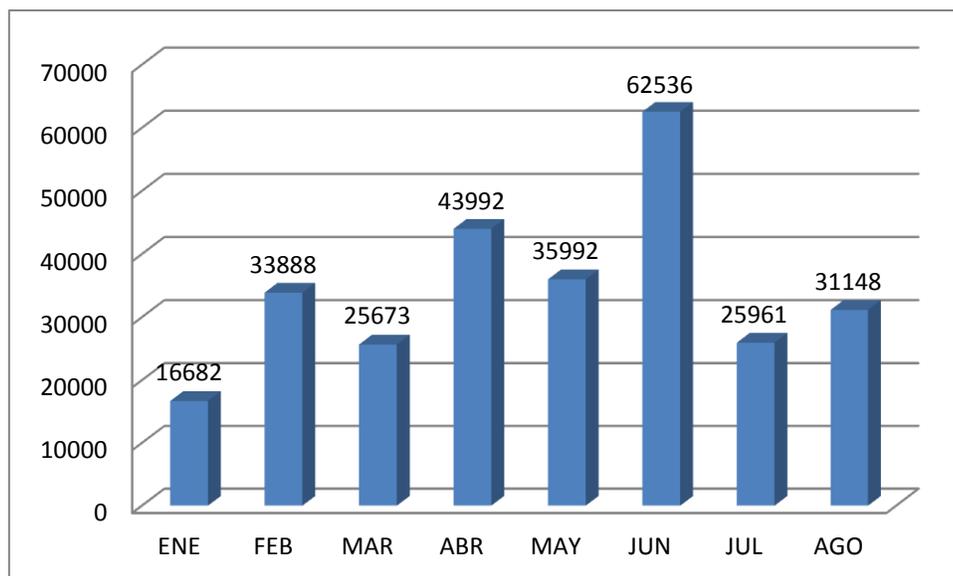


Figura 5.3 Histórico piezas promedio mensual (2011)
(Fuente: Elaboración propia)

A continuación se muestra la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** los distintos productos elaborados por la línea de producción en Casal's Internacional, en dicha tabla se anexa la cantidad de piezas entregadas a la última semana de agosto, así mismo el porcentaje que representa del total de piezas de enero a la última semana del mes de agosto.

El siguiente análisis de Pareto permite tener un panorama claro sobre los productos más solicitados y su impacto en la cantidad de piezas totales elaboradas por Casal's Internacional.

Éste análisis sirve de referencia para observar que productos son los que representan el principal producto elaborado por la línea.

Mediante el análisis de Pareto se puede observar que los productos Parto 20 reforzado, Adeplus y Avymine destacan de manera importante en la cantidad de piezas producidas, significando más del 52 por ciento del total de producción.

Tabla 5.6 Histórico de cantidad de piezas por producto.
(Fuente: Casal's Internacional S.A de C.V.)

PRODUCTO	CANTIDAD	PORCENTAJE
ADEPLUS	44140	16.0%
AVYMINE	35600	12.9%
CALCITON	12745	4.6%
CATOLAV	828	0.3%
CEFTIOLAV	4063	1.5%
COMPLEJO B FORTE	11311	4.1%
DIPEN F 4 MUI	8828	3.2%
DP-500	2400	0.9%
FLOXIMICINA INY 10%	4414	1.6%
FLOXIMICINA INY 5%	1379	0.5%
GANAVET	3586	1.3%
GENTA 100	8476	3.1%
IVO MAS ADE	11862	4.3%
IVO MAS B12	6345	2.3%
IVO MAS F	13242	4.8%
IVOMAS 3.5% L.A.	8276	3.0%
IVOMAS EQUINOS	276	0.1%
NEUMOFLOX	2814	1.0%
OXIMAS 200 L.A.	2897	1.1%
OXIMAS 50	1655	0.6%
PARTO 20 REFORZADO	64830	23.5%
PORFER 200	7366	2.7%
PORFER PLUS	1810	0.7%
SELAVET	1645	0.6%
VERMIFUGO 12%	1931	0.7%
VERMIFUGO 12% VIT.	8076	2.9%
VERMIFUGO ADE 12%	5076	1.8%
TOTAL	275872	100.0%

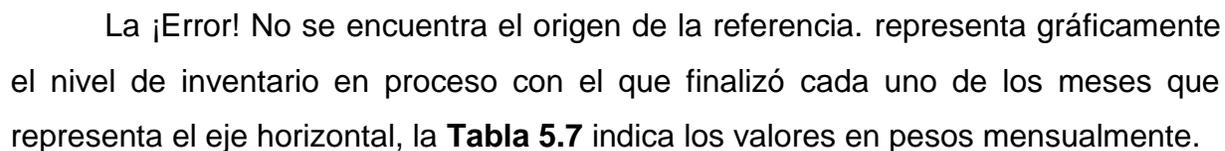
Ivomas F, Calciton, Ivomas ADE, Complejo B forte, Dipen 4 mui, Genta 100 y Ivomas 3.5% L.A. representan el complemento para alcanzar el 80% del nivel de la producción, manteniendo que el 33% de los productos producen el 80% del total de la producción anual de esta línea de producción.

5.2.2 Inventario en proceso

Uno de los parámetros a que sirve como evaluador de todo sistema es el nivel de inventarios. Éste determina cuales son los puntos en los que se encuentra almacenado el dinero de la empresa.

Casal's Internacional maneja un monitoreo mensual del inventario en proceso mediante el sistema informático PROD, éste inventario engloba los siguientes conceptos.

- Inventario de mezclas en proceso
- Producto en proceso
- Materiales de envasado
- Materiales de acondicionamiento

La  representa gráficamente el nivel de inventario en proceso con el que finalizó cada uno de los meses que representa el eje horizontal, la **Tabla 5.7** indica los valores en pesos mensualmente.

Como se puede observar los meses en los cuales se ha incurrido en un mayor inventario en proceso son los meses de agosto y marzo, alcanzando la cantidad de \$ 820,656.33 y \$ 765,429.76 respectivamente, y teniendo su punto más bajo en \$ 522,038.88 con un inventario promedio mensual de \$ 716,564.42

La tendencia marcada es la del aumento mensual de los montos de inventario en procesos.

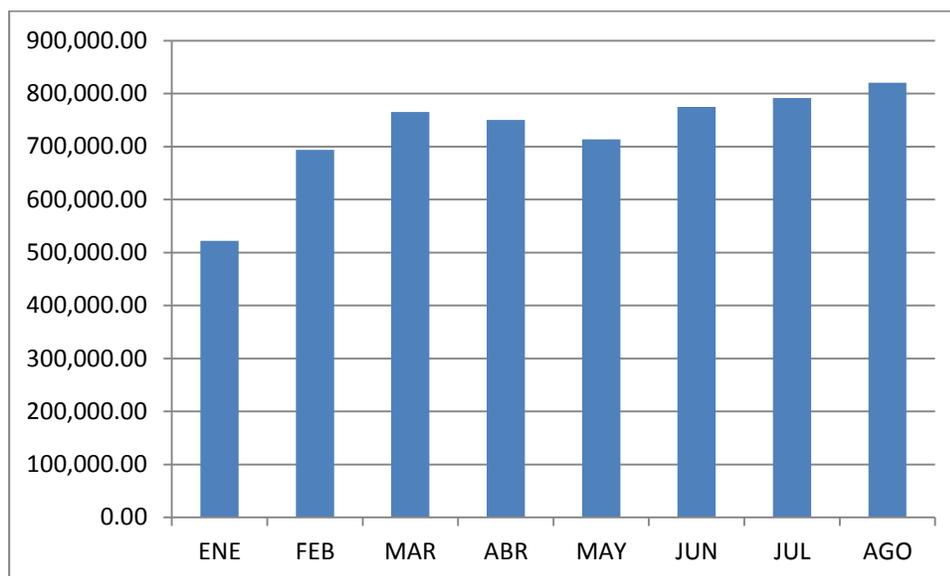


Figura 5.4 Niveles de inventario en proceso
Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.7 Valor de inventario en proceso mensual
(Fuente: Casal's Internacional S.A de C.V.)

Mes	Inventario En Proceso
ENERO	\$ 522,038.88
FEBRERO	\$ 693,814.91
MARZO	\$ 765,429.76
ABRIL	\$ 750,064.89
MAYO	\$ 713,763.43
JUNIO	\$ 675,012.02
JULIO	\$ 791,735.16
AGOSTO	\$ 820,656.33

5.2.3 Devoluciones de producto

Otro factor importante a evaluar es el histórico en devoluciones por parte de los clientes a la empresa, éste es un punto que impacta fuertemente en la productividad de la línea de producción, éste parámetro va ligado de manera significativa a la calidad de los productos elaborados dentro de la línea de producción.

El histórico de devoluciones de productos inyectables se presenta en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, los cuales representan cerca del 1.2% del total de ventas de la empresa.

Tabla 5.8 Histórico de devoluciones de productos inyectables
(Fuente: Casal's Internacional S.A de C.V.)

Mes	Devoluciones de pieza
ENE	0
FEB	692
MAR	1000
ABR	600
MAY	324
JUN	0
JUL	160
AGO	360

La **Figura 5.5** representa gráficamente el historial en devoluciones de piezas por parte de clientes. Observando que los picos más altos se encuentran en los meses de febrero y marzo, y teniendo una disminución a partir del mes de abril, manteniendo esta tendencia hasta julio, en el cual vuelve a aumentar de manera considerable.

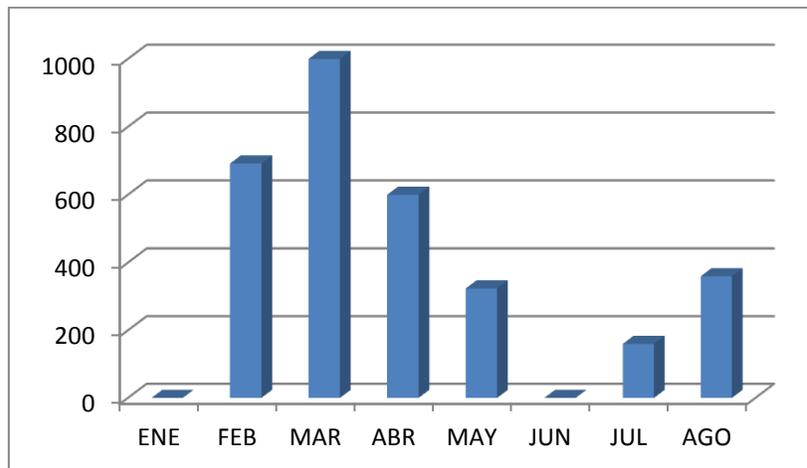


Figura 5.5 Historico en devoluciones de piezas por parte de clientes
(Fuente: Elaboración propia)

Los clientes que maneja Casal's Internacional comprenden a algunos de los laboratorios más grandes y prestigiados en el ámbito veterinario a nivel nacional e internacional. Y parte del éxito obtenido para introducir los productos de la empresa a distintas maquilas y en el mercado nacional es el prestigio que imprime el trabajar para grandes empresas como Cheminova de México y Chinoín.

Para estas grandes empresas la calidad en los productos es un factor que exigen a los laboratorios que ofrecen sus productos y sus servicios. Y no escatiman en tiempo y dinero para evaluar cada lote de producto que reciben, y si no cumplen los más altos estándares rechazan lotes y ofrecen la maquila de esos productos a otras empresas que crean más competitivas.

Cerca del 95% de las devoluciones de la empresa son por parte de las 2 empresas mencionadas anteriormente El siguiente diagrama de Pareto (**Figura 5.6**) muestra las causas por la cual se han efectuado devoluciones por parte de estas empresas.

Como se observa en la **Figura 5.6** el problema principal, por el cual se realizan las devoluciones de producto son las entregas extemporáneas, éste motivo es debido a que se ofrece 32 días naturales para la entrega de los productos,

después de esos días se extiende un tiempo de tolerancia por parte del cliente de 10 días, y una vez que ese tiempo concluyo el cliente está en disposición de no aceptar el producto si así lo desea y/o recibir una bonificación en el siguiente pedido por el tiempo que se consumió.

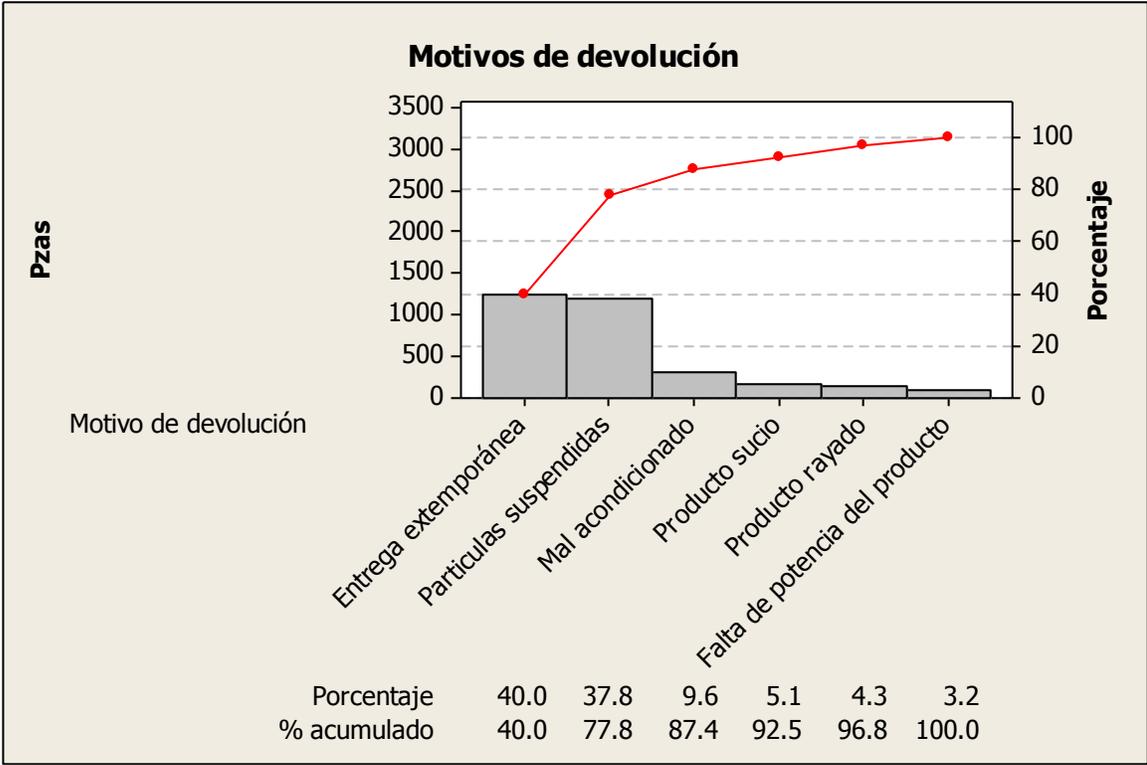


Figura 5.6 Diagrama de Pareto, motivos de devoluciones (Fuente: Elaboración propia)

El siguiente motivo por el cual se procede a la devolución son las partículas visibles suspendidas en el producto, éste representa el 37.8% de las devoluciones de éste año, estas partículas son contaminación por mala limpieza de instrumentos y aparatos de envasado, así como la suciedad procedente de los materiales y materia prima usada para la elaboración de los medicamentos.

El mal acondicionamiento es otro parámetro cuidado mucho por los clientes, se denomina mal acondicionamiento cuando la etiqueta del producto está mal colocada, o el lote y fecha de caducidad no son correctamente legibles.

Con un porcentaje del 5.1% y 4.3% se encuentran las devoluciones por frascos sucios y rayados respectivamente, estos se pueden agrupar en daños físicos al producto por el mal manejo de éste durante el proceso productivo. Éste proceso involucra cualquier paso desde que se hace el pedido hasta que el cliente recibe en su planta.

En última instancia se encuentran las devoluciones debidas a la falta de potencia y/o estabilidad química del producto, la cual representa un 3.2% de las devoluciones totales de los productos inyectables.

Estas devoluciones como muestra la **Figura 5.7** representan una pérdida hasta el mes de agosto del año 2011 por \$ 93, 567.85, esta cifra es sobre las ventas no cubiertas, el producto que no cumple las expectativas del cliente regresa a la empresa para realizar el reproceso correspondiente que permita sacar el producto al mercado en algún otro pedido. Mediante éste reproceso se efectúan gastos y pérdidas que impactan directamente en la liquidez y capital de la empresa.

La mayor pérdida que se tiene no es la económica por la devolución de los productos, ya que estos pueden ser reprocesados y vendidos a otros clientes, con la finalidad de rescatar los costos de producción; sino el impacto negativo que tiene en el prestigio y mala recomendación de estos clientes clave de los cuales se desprenden muchas otras oportunidades de negocio con las que cuenta la empresa.

5.3 Medición de causas críticas

5.3.1 Partículas suspendidas

Las partículas suspendidas en los productos es una problemática clave a eliminar mediante las técnicas de Lean Manufacturing. Éste problema se considera

clave ya que impacta fuertemente en la calidad de los productos inyectables elaborados por Casal's Internacional, estos productos contaminados, al ser detectados por los clientes, generan un mayor problema en la reputación de la empresa.

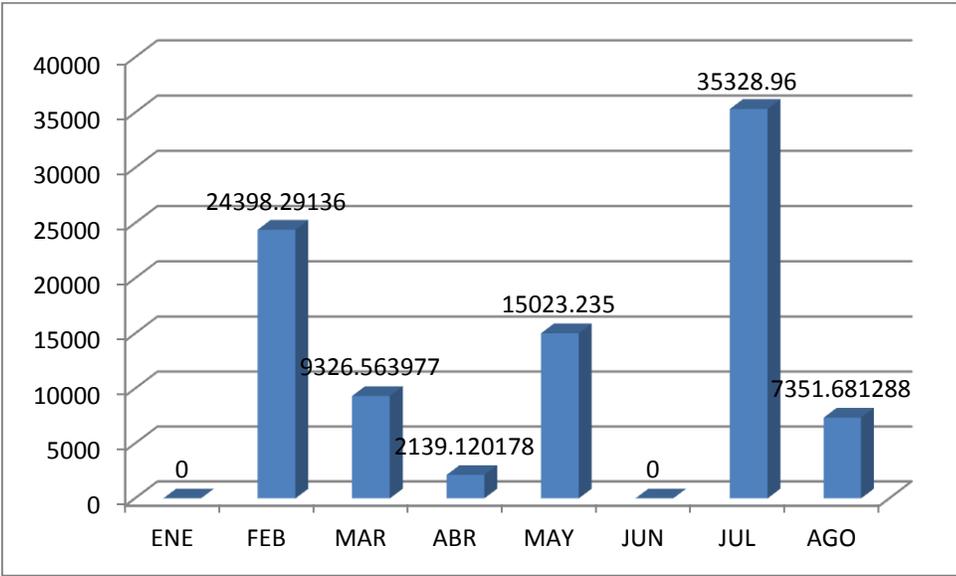


Figura 5.7 Cantidad de devoluciones en pesos
Fuente: Elaboración propia

Así mismo, generan un impacto económico negativo en la empresa debido a las devoluciones del producto y descuentos posteriores que se tienen que efectuar para contrarrestar de cierta forma la mala imagen generada por permitir que los productos lleguen al mercado estando contaminado por partículas.

Éste tema tiene un mayor impacto en el carácter ético, ya que es compromiso de la empresa cumplir todos los lineamientos de limpieza para evitar éste tipo de contaminaciones, debido a que en el mercado pueden ocasionar la muerte de los animales en los que se haga uso del medicamento.

Estas razones conllevan a valorar la problemática de las partículas suspendidas como un factor crítico para el desarrollo de la empresa, y la aceptación de los productos elaborados dentro de la línea de inyectables.

La tabla siguiente muestra la cantidad de piezas elaboradas hasta el mes de agosto, estas estadísticas son tomadas de las bitácoras de control, llevadas por el personal de control de calidad de la empresa.

Tabla 5.9 Histórico de eficacia de carencia de partículas
Fuente: Casal's Internacional S.A de C.V.

Producto	Cantidad de piezas totales	Piezas sin partículas	Porcentaje de eficacia	Piezas con partículas reprocesadas	Piezas destruidas por presencia de partículas
PARTO 20 REFORZADO	64830	64662	99.74%	48	120
ADEPLUS	44140	42064	95.30%	1937	139
AVYMINA	35600	29209	82.05%	2492	3899
IVO MAS F	13242	13072	98.72%	23	147
CALCITON	12745	11838	92.88%	558	349
IVO MAS ADE	11862	11166	94.13%	348	349
COMPLEJO B FORTE	11311	9378	82.91%	1303	630
DIPEN F 4 MUI	8828	8550	96.85%	86	192
GENTA 100	8476	7730	91.20%	102	644
IVOMAS 3.5% L.A.	8276	7746	93.59%	228	303
VERMIFUGO 12% VIT.	8076	7349	91.00%	485	242
PORFER 200	7366	7244	98.35%	43	78
IVO MAS B12	6345	5837	91.99%	178	331
VERMIFUGO ADE 12%	5076	4963	97.77%	70	43
FLOXIMICINA INY 10%	4414	4229	95.81%	90	95
CEFTIOLAV	4063	3943	97.04%	26	94
GANAVET	3586	3145	87.70%	211	230

Tabla 5.9 Histórico de eficacia de carencia de partículas (Continuación)
Fuente: Casal's Internacional S.A de C.V.

Producto	Cantidad de piezas totales	Piezas sin partículas	Porcentaje de eficiencia	Piezas con partículas reprocesadas	Piezas destruidas por presencia de partículas
CEFTIOLAV	4063	3943	97.04%	26	94
GANAVET	3586	3145	87.70%	211	230
OXIMAS 200 L.A.	2897	2744	94.70%	154	0
NEUMOFLOX	2814	2405	85.47%	238	171
DP-500	2400	2206	91.90%	125	70
VERMIFUGO 12%	1931	1519	78.65%	364	48
PORFER PLUS	1810	1795	99.18%	14	0
OXIMAS 50	1655	1626	98.26%	29	0
SELAVET	1645	1584	96.21%	61	0
FLOXIMICINA INY 5%	1379	1130	81.98%	145	104
CATOLAV	828	774	93.52%	54	0
IVOMAS EQUINOS	276	268	97.20%	0	8

Como se puede observar la eficiencia promedio de los productos al pasar por revisión óptica, es de 92.75%, el cual el 7.25% restante son piezas de producto que han sido envasadas, y en el proceso de revisión óptica se detectan no cumplen con los estándares necesarios, éste porcentaje equivale a 35,392 piezas detectadas hasta el mes de agosto, las cuales tienen 2 posibles alternativas para los productos que presentan esta característica.

La primera es el reproceso, éste consiste en retirar el sello y el tapón del frasco y verter el contenido del producto dentro del tanque en el cual está almacenado el producto para la filtración y el envasado. Éste reproceso se efectúa para no perder el valor del producto afectado por las partículas contaminantes, así éste producto al pasar nuevamente a filtración se retienen las partículas causantes de la contaminación.

El único requisito necesario para realizar esta actividad es que el producto al ser analizado ópticamente y rechazado por partículas suspendidas, se incorpore al mismo lote de producto, esto sucede a que la revisión óptica sucede antes de que termine el envasado del producto, lo cual permite el reproceso. Éste reproceso ayuda a disminuir las pérdidas mediante la recuperación de la mezcla; sin embargo el sello, tapón y frasco son desechados y pasan a ser pérdidas para la empresa.

Estas pérdidas, como muestra la tabla, equivalen aproximadamente a \$ 33,405 pesos, debido al costo del sello, tapón y frasco que tienen que ser destruidos. Para evitar contaminaciones del producto y comprometer la calidad.

Aquellos productos que pasan a revisión óptica tiempo después de haber concluido la filtración y el envasado, pasan a ser desechados directamente ya que no se podrá reprocesar fácilmente ese producto, esto tiene un costo mayor ya que de perder los costos de materiales desechados, se incurre en desperdiciar el producto para convertirlo en desecho, estos productos tienen en promedio un costo de \$ 12.78 la pieza incluyendo los costos de la mezcla promedio y materiales de envasado.

Como se puede apreciar en la **Tabla 5.10** se incurre en un gasto de aproximadamente \$ 105, 899.00 por los desperdicios generados por las partículas suspendidas de los productos no recuperables.

Tabla 5.10 Pérdidas por reproceso y desperdicios
(Fuente: Elaboración propia)

Producto	Piezas con partículas reprocesadas	Costo perdido (sello, tapón, frasco)	Piezas con partículas destruidas	Costo perdido (sello, tapón, frasco y mezcla)
PARTO 20 REFORZADO	48	\$169.17	120	\$1,539.50
ADEPLUS	1937	\$6,874.96	139	\$1,780.81
AVYMINE	2492	\$8,845.54	3899	\$8, 845.50
IVO MAS F	23	\$82.24	147	\$1,877.34
CALCITON	558	\$1,980.38	349	\$4,466.32
IVO MAS ADE	348	\$1,234.23	349	\$4,457.99
COMPLEJO B FORTE	1303	\$4,624.45	630	\$8,053.40
DIPEN F 4 MUI	86	\$305.94	192	\$2,448.84
GENTA 100	102	\$363.53	644	\$8,225.26
IVOMAS 3.5% L.A.	228	\$808.19	303	\$3,868.72
VERMIFUGO 12% VIT.	485	\$1,720.90	242	\$3,091.57
PORFER 200	43	\$153.89	78	\$999.40
IVO MAS B12	178	\$630.72	331	\$4,226.64
VERMIFUGO ADE 12%	70	\$249.77	43	\$549.69
FLOXIMICINA INY 10%	90	\$318.70	95	\$1,217.56
CEFTIOLAV	26	\$91.94	94	\$1,206.92
GANAVET	211	\$750.07	230	\$2,938.68
OXIMAS 200 L.A.	154	\$546.70	0	\$ -
NEUMOFLOX	238	\$844.11	171	\$2,185.04
DP-500	125	\$442.30	70	\$892.66
VERMIFUGO 12%	364	\$1,293.10	48	\$612.94
PORFER PLUS	14	\$49.70	0	\$ -
OXIMAS 50	29	\$102.95	0	\$ -
SELAVET	61	\$216.55	0	\$ -
FLOXIMICINA INY 5%	145	\$513.11	104	\$1,328.98
CATOLAV	54	\$191.70	0	\$ -
IVOMAS EQUINOS	0	\$ -	8	\$102.24
TOTAL	9410	\$33,405.00	8286	\$105,898.99

El total de gasto ocasionado por las partículas suspendidas en los productos asciende a aproximadamente \$ 139, 303.00, hasta el mes de agosto, estas son las piezas son encontradas y rechazadas durante el proceso normal, pero el control de calidad efectuado mediante la revisión óptica no es el adecuado ya que permite el error de dejar pasar productos que contengan partículas, las cuales llegan a los clientes y generan un perdida mucho mayor en reputación y en facturación para la empresa.

5.3.2 Demoras del flujo de valor

El ramo en el que se desenvuelve la empresa mayoritariamente son los productos con patentes libres, esto permite producir medicamentos que no necesitan grandes inversiones en trámites burocráticos para su aceptación en el mercado nacional o extranjero.

Esto trae consigo algunas limitantes y ventajas, la principal ventaja es la mencionada anteriormente con la eliminación de trámites burocráticos y de registro para la venta de productos, ya que por ser fármacos, las regulaciones son altas y meticulosas en su aplicación.

La principal desventaja de éste ramo es la cantidad de empresas ofertantes de estos productos, lo cual ha generado una competencia en tiempos de entrega y costos de producción.

Esto ha impactado fuertemente en el desarrollo de la empresa, como se observa anteriormente, las devoluciones por las entregas tardías se vuelven un problema a tratar debido a su incidencia y la cantidad de productos que son devueltos por esta razón.

Estos productos, no son pérdidas directas para la empresa ya que se realiza el reacondicionamiento o simplemente se almacena para venderlo a otro cliente que se encuentre en espera de ese producto.

Esto ha ocasionado distintas pérdidas, que generan mala imagen para las empresas a las cuales se les realiza la maquila; se pierden mensualmente miles de pesos en pedidos que no pudieron ser surtidos en el mes deseado. Ya que se realizaron productos que por la demora de entrega pasan a ser inventarios de producto terminado en lugar de convertirse en ventas que generen un mayor flujo de efectivo.

Casal's Internacional ha invertido en investigación y desarrollo de tecnología lo cual ha generado una mayor apertura en un mercado poco explorado en la industria farmacéutica veterinaria y gracias a eso la capacidad de venta ha superado la capacidad de producción.

Se pierden ventas directas por las entregas fuera de tiempo, existen pedidos que no pueden ser surtidos debido a que no se cuenta con el tiempo suficiente para su producción, esto genera un impacto muy negativo en los clientes los cuales aunque deseen aumentar las compras, limitan a cantidades relativamente pequeñas debido a la falta de respuesta operativa.

A partir de lo observado anteriormente, se determina que una limitante del sistema es la capacidad de producción del mismo, esto se deriva de la cantidad de piezas elaboradas mensualmente, la cual oscila aproximadamente en 35,000, la cual es superada ampliamente por la demanda de los productos.

Estas conclusiones conllevan a determinar que el tiempo de producción es atrasado debido a las distintas mudas que se encuentran inmersas en el proceso lo cual propicia esto como uno de los puntos clave a evaluar para su mejoramiento a través de las diversas técnicas de Lean Manufacturing.

5.4 Análisis de causas raíces

5.4.1 Partículas suspendidas

El problema de las partículas tiene algunas vertientes que permiten llevar a cabo el estudio de causas raíz, esto es debido que al sistema de envasado que es donde provienen los productos contaminados con partículas, se encuentra en un área controlada, esto descarta al ambiente como posible responsable de la contaminación de los productos.

La alimentación del sistema de envasado solamente tiene dos vertientes, la primera son todos los materias que se utilizan para el envasado del producto y el segundo es el producto que viene directamente desde el tanque en el cual se pre-filtro pasando por el filtro de esterilidad que teóricamente no permite el paso de ningún tipo de partícula visible al ojo humano ya que el tamaño del poro es de 0.22 micras la cual asegura que el producto queda estéril.

La **Figura 5.8** muestra el diagrama de causa y efecto para la determinación de la causa raíz del problema de partículas suspendidas en los productos. En éste diagrama se analizan las 2 entradas de contaminación potencial, la primera de ellas es la contaminación de los frascos por un mal lavado.

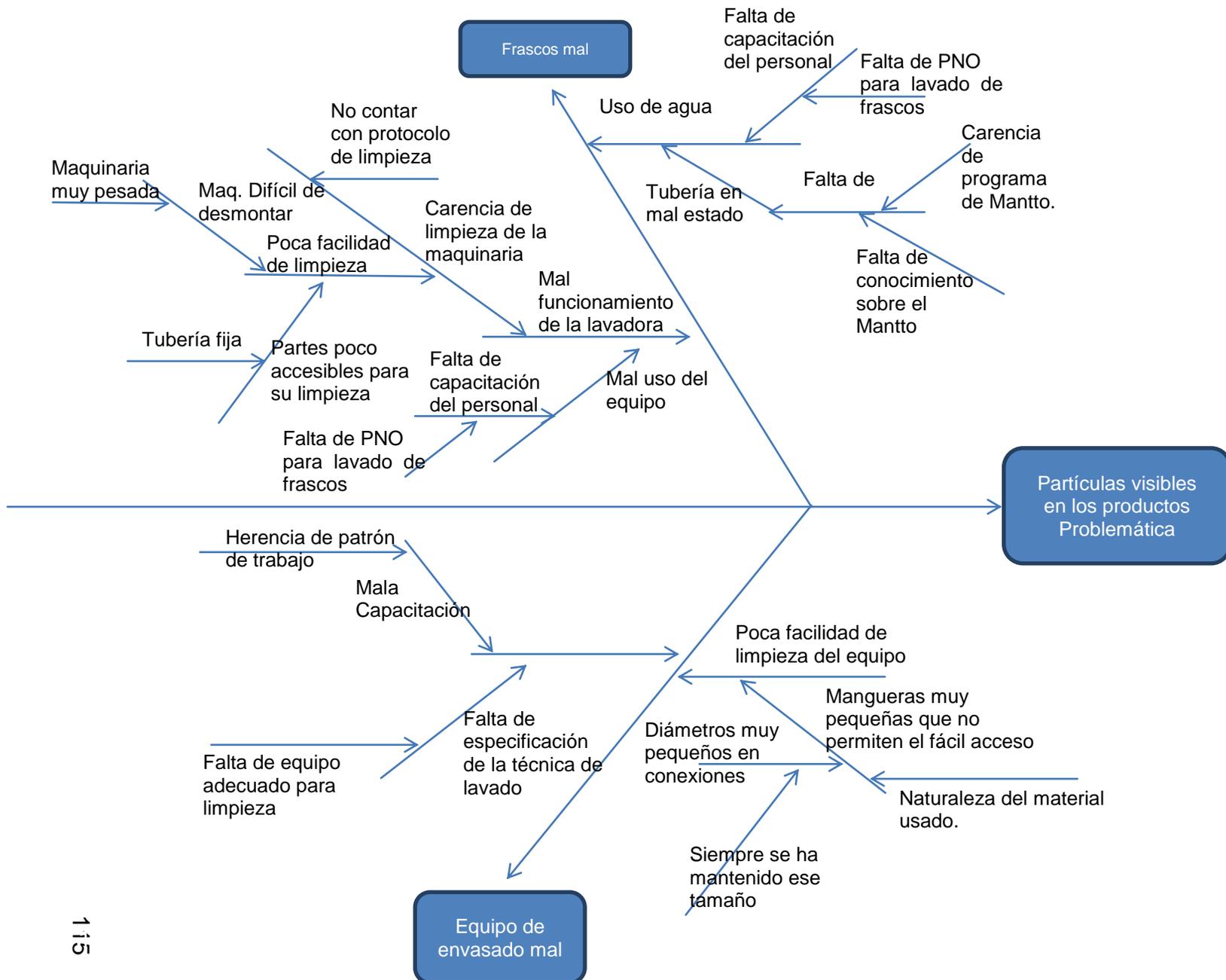


Figura 5.8 Diagrama Causa y efecto para partículas visibles en los productos (Fuente: Elaboración propia)

Actualmente los frascos de vidrio que serán usados en la línea de producción, son lavados previamente con agua mediante el equipo de lavado que se tiene, éste equipo cuenta con un carrusel de 8 brazos, y en cada brazo permite la colocación de 4 frascos dando un total de 32 frascos lavados simultáneamente.

Esta lavadora de frascos trabaja mediante agua purificada la cual inyecta al interior de los frascos a presión para eliminar cualquier partícula que pueda contener el frasco. La lavadora tiene una capacidad de 40 litros de agua osmopurificada.

La primera razón por la cual los frascos son mal lavados se refiere al uso de agua no purificada para el funcionamiento de la lavadora, la razón del agua osmopurificada es que contiene menor cantidad de sales y minerales como el calcio. Al tener una mayor concentración de estas sales pueden quedar residuos que al contacto con cierto producto se solidifican fácilmente, generando las partículas que se ven una vez envasado el producto.

En las labores diarias el personal ha llegado a usar agua de la red de alimentación municipal para la limpieza de los frascos lo cual ocasiona un mayor número de piezas contaminadas por partículas, la razón de esta acción es que el personal no es consciente de que el uso de agua no osmopurificada pueda generar una problemática mayor. Esta falta de capacitación el personal operativo se debe a que existe ningún proceso normalizado de operación en el cual se indique como se debe de realizar la actividad, que tipo de agua hay que usar y/o las consecuencias de no realizar las actividades de manera estandarizada.

La siguiente ramificación para el uso de agua no purificada es la de tubería en mal estado. Esta tubería es la alimentación entre el equipo de osmosis inversa a la maquina lavadora de frascos, esta tubería proporciona el agua osmopurificada necesaria para el lavado de frascos, pero con el tiempo la tubería llega a ensuciarse y el agua que estaba osmopurificada, al momento de ser depositada en la lavadora

se encuentra contaminada por partículas que se encontraban en la tubería de alimentación.

A esta tubería jamás se le ha hecho mantenimiento ni limpieza, debido a que no existe la conciencia o el conocimiento sobre el mantenimiento de la limpieza de esa tubería para asegurar la calidad del producto. Por ende no existe ningún programa de mantenimiento que asegure que la tubería es la adecuada para permitir el paso de agua osmopurificada.

La siguiente razón por la cual se generan los frascos mal lavados, se origina por el mal funcionamiento de la lavadora, la cual al no cumplir con la labor por la que fue diseñada pone en riesgo la calidad del producto elaborado.

Éste mal funcionamiento puede ser ocasionado por el mal uso del equipo por parte del personal que lo utiliza, un ejemplo claro es el uso del carrusel de lavado, la lavadora cuenta con un motor que tiene un tiempo entre cada movimiento, asegurando que con el tiempo establecido los frascos quedan limpios mediante el chorro de agua, si el personal determina que el tiempo es excesivamente largo, realiza el movimiento del carrusel manualmente, disminuyendo considerablemente el tiempo de inyección de agua.

Esto es debido a que la maquinaria permite las adaptaciones del personal, apagando el motor del giro del carrusel y permitiendo que se realice con la mano el movimiento de éste. Otra razón se puede atribuir a la falta de capacitación del personal, ya que no cuentan con el conocimiento del uso adecuado del equipo ni la importancia del proceso. Esto es debido a que no se cuenta con proceso normalizado de operación en el cual se indiquen todos los pormenores del uso e importancia, ya que todas las actividades solamente han sido heredadas de persona en persona, adaptando el proceso a las necesidades del personal.

La siguiente ramificación del mal funcionamiento de la lavadora es debido a la carencia de limpieza en la maquinaria, el personal al no contar con un protocolo de limpieza supone que el agua que se utiliza para limpiar los frascos también limpiara la maquinaria.

Los motivos por los cuales no se realiza la limpieza de la maquinaria empiezan por la poca facilidad de limpieza ocasionada por la dificultad que conlleva desmontar el equipo de su posición actual, para realizar la limpieza. Éste desmontaje es difícil de realizar por lo pesada que es la maquinaria y no se puede realizar el movimiento de esta por una sola persona lo cual dificulta la maniobrabilidad del proceso de limpieza.

Teniendo en cuenta que la poca facilidad de limpieza es algo ocasionada por el movimiento de la maquinaria para su limpieza, al desmontar la maquinaria se encuentra que las partes desmontables a la maquina son muy pocas, lo cual hace poco accesible los útiles de limpieza como escobillones o jergas, esto es debido a que la tubería con la que cuenta la maquinaria es de pvc opaco, lo cual no permite su fácil limpieza, ni la visualización de la limpieza de la tubería. Por lo que la razón es que la tubería se excesivamente fija, lo que impide removerla fácil y rápidamente.

La siguiente ramificación para la determinación de las causas de las partículas en los productos, es la siguiente vertiente que tiene contacto con el envasado, la limpieza del equipo de envasado, esto ocasiona que el equipo de envasado éste mal lavado y genere contaminantes al momento de realizar el envasado.

La primera ramificación para la resolución de esta problemática es la mala técnica de lavado de equipo de envasado, actualmente se cuentan con mangueras de silicón que conectan todos los equipos de filtración y envasado. Estas mangueras y equipos son limpiados con alcohol isopropílico.

Otra ramificación para la mala técnica de lavado es la falta de especificaciones técnicas que permitan determinar si algo está limpio o no, esto es debido a que se deje a consideración del personal el hecho de decidir si es suficientemente limpio o se necesita seguir limpiando. Así mismo no se sigue una correcta sanitización debido a la falta de equipo y material para realizar una limpieza profunda del equipo.

La siguiente ramificación se desprende de la poca facilidad de limpieza del equipo esto es debido a que se utilizan mangueras de (1/2") para conectar los equipos de envasado, esto dificulta su limpieza debido al diámetro que se utiliza no permite introducir ningún tipo de instrumento de limpieza. El uso de esta manguera es debido a que el precio del silicón en diámetros mayores ya no es tan comercial y es prohibitiva la inversión del cambio del diámetro.

5.4.2 Demoras en tiempos de entrega

Existen muchas razones por las cuales los tiempos de entrega varíen y ocasionen atrasos para los clientes los cuales generan pérdidas económicas e impactos negativos en las relaciones con los clientes.

Lean manufacturing basa principalmente su metodología en la búsqueda de reducción de las 7 mudas, las cuales mediante su disminución permiten el mejor flujo del sistema lo que permite disminución en tiempos y aumentos en la capacidad y rentabilidad del proceso.

Una técnica empleada para la búsqueda de mudas es el análisis del por qué. Esta herramienta permite indagar de manera clara y sencilla en las razones por las cuales se generan las problemáticas existentes.

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** representa la aplicación de la herramienta de los 5 porqués.

La pregunta principal es ¿Por qué se retrasan las entregas de producto?, a la cual la razón principal es debido a que existen retrasos en cada uno de los procesos, esto es que los pequeños retrasos ocasionan una acumulación de tiempo que al momento de la entrega genera quedar mal con el cliente, lo cual impacta fuertemente.

Esto tiene como respuesta varios aspectos entre los cuales se encuentra el hecho de que no exista equipo necesario para la realización de las actividades de manera más rápida. Existen procesos que se podrían acelerar mediante la inclusión de más equipo lo cual impactaría claramente en los tiempos de entrega.

La falta de equipo es ocasionada por la carencia de inversión en equipo que expanda la línea de producción, esta inversión puede llegar a ser alta debido a la especialidad de la maquinaria y a las características del material ya que todo el material y maquinaria por la sanidad del ambiente deben de ser elaboradas en acero inoxidable.

Otra razón por la cual no se realiza inversión en equipo, es la falta de liquidez, gran parte de éste problema se puede atribuir al exceso de inventarios con los que cuenta la empresa, lo cual ocasiona que el flujo de efectivo se vea reducido y no permita invertir el dinero redituablemente.

La siguiente razón por la cual existen retrasos en todos los procesos es debido a que cada proceso trabaja de manera individual en el sistema, no se vinculan los procesos por lo cual no puede existir un buen flujo entre ellos, esto es debido a la falta de coordinación entre procesos, esta coordinación es muy poco probable de efectuar debido a la falta de relación entre un proceso y otro.

Tabla 5.11 Aplicación de la herramienta 5 porqués
(Fuente: Elaboración propia)

	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Motivo por lo cual se atrasan las entregas de productos	Existen retrasos en cada uno de los procesos que conforman el sistema	No se cuenta con el equipo necesario	No se efectúa inversión en equipo	Alto costo de maquinaria	Maquinaria especializada en acero inoxidable
				Falta de liquidez	Exceso de inventarios
		Se trabaja individualmente en cada proceso	No existe coordinación entre procesos	Falta de relación entre procesos	Se elaboran productos distintos en cada proceso
		Interrupción del flujo de los procesos	No se cuenta con todos los materiales para el proceso	No se coordina la entrega de materiales	No existe persona encargada de la actividad.
					No existen procesos adecuados
				Escases de cierto material	No se solicita la reposición en tiempo
				Retraso de la inspección de control de calidad	Exceso de trabajo del departamento
		Falta de vinculación entre procesos	Se inicia un proceso hasta concluir todo el anterior	Mala práctica de la manufactura en lotes	

Los procesos no mantienen una relación directa entre ellos debido a que se elaboran distintos productos en la misma línea de producción pero en cada uno de los diferentes procesos, generando un caos y descontrol ocasionado por la diversidad de actividades realizadas.

La siguiente razón por la cual los pedidos no se entregan en tiempo es la falta de materiales lo cual implica una interrupción del flujo de procesos esta es ocasionada debido a que cada proceso no cuenta con los materiales necesarios para su correcta realización y el personal encargado del proceso tiene que detener su actividad para resurtir ciertos insumos.

Esto es debido a la falta de coordinación para la entrega de los materiales y del personal involucrado. Ya que no existe una persona asignada a recibir y controlar los insumos en los distintos procesos del sistema, Otro factor importante es la falta de procesos estandarizados y adecuados para el reabastecimiento del sistema.

Una causa similar es la escasez de materiales, esto es debido a la falta de aprovisionamiento ocasionada por no solicitar la reposición de inventarios en tiempo y forma. Lo cual ocasiona que ciertos insumos se conviertan en problemas que detengan la producción.

Otro elemento que ocasiona el corte del flujo del sistema es la evaluación por parte del departamento de control de calidad dentro del proceso, éste retraso es ocasionado por el exceso de trabajo y la falta de personal en éste departamento. Las evaluaciones por parte de control de calidad tienen una velocidad de respuesta muy baja debido a que existen muchos procesos distintos lo cual ocasiona estén evaluando revisiones distintas en cada uno de los procesos. Esto atrasa al proceso ya que las actividades no pueden llevarse a cabo sin la autorización del departamento de control de calidad.

La falta de vinculación entre procesos estropea el flujo del sistema, interrumpiendo la unión de procesos subsecuentes, esto es debido a que para darle seguimiento a un producto a través de la línea, se tienen que terminar todas las piezas de un lote para iniciar el proceso subsecuente esto ocasiona retrasos e inventarios excesivos en todo el proceso. Estas malas prácticas de manufactura por lotes son efectuadas por herencia de los procesos que se han realizado por mucho tiempo y el temor al cambio que ocasiona seguir realizando las actividades tal y como se efectúan actualmente.

Para el análisis del flujo en cualquier sistema, Lean manufacturing utiliza una herramienta sistemática llamada Value Stream Mapping (mapeo de la cadena de valor), esta técnica simplifica el análisis del flujo mediante la implementación de técnicas gráficas y cuantitativas.

VSM es una herramienta visual que permite tener un mejor panorama de que es lo que sucede con el flujo del sistema, éste flujo es importante ya que los procesos son un conjunto de actividades concatenadas mediante el flujo. Si éste se pierde, los productos no pueden atravesar el sistema de manera fluida lo que ocasiona que se generen demoras innecesarias.

Éste flujo puede ser obstruido de distintas formas, la idea principal para es que el flujo no se detenga, que los productos empiecen de principio a fin del proceso sin interrupciones, esa sería la meta final de cualquier sistema.

El sistema de producción en la línea de productos inyectables en Casal's Internacional, está representado en la **Figura 2.2**, en ella se observa el VSM generado en base al sistema.

El cliente se encuentra en la parte superior derecha de la hoja, éste emite la orden de compra al departamento de logística y maquila de la empresa. Estipulan

precios, condiciones del producto, tiempo de entrega y todas las condiciones comerciales del contrato.

Al tener ya un contrato estipulado en el cual se establezcan todas las condiciones y firmado por ambas partes, se comunica al departamento de planeación, el cual explosiona los productos para observar que materias primas y/o materiales son los necesarios para realizar la producción. Esta planeación se efectúa semanalmente y sigue un proceso de primeras entradas/primeras salidas (PEPS). El proceso de planeación genera la producción semanal, mediante el control de los procesos de pesado de materias primas, manufactura y envasado.

Si se cuentan con todas las materias primas el producto pasa a ser planificado para el pesado y la manufactura del producto en la semana en curso, es aquí en donde empiezan a existir complicaciones, al tener las materias primas para la manufactura del producto aunque no cuenten con materiales de envasado, por lo cual el producto se tiene que detener como inventario de mezcla.

En caso de no contar con alguna materia prima se manda la orden de compra, a los distintos proveedores y se espera a que los productos sean surtidos y entregados en el almacén de Casal's Internacional para empezar su fabricación.

Lo mismo ocurre cuando hacen falta materiales de acondicionamiento, como son cajas o etiquetas, el producto pasa a planificación y a producción mediante pesada, manufactura y envasado. Pero queda como granel ya que no se cuentan con materiales para convertirlo en producto terminado.

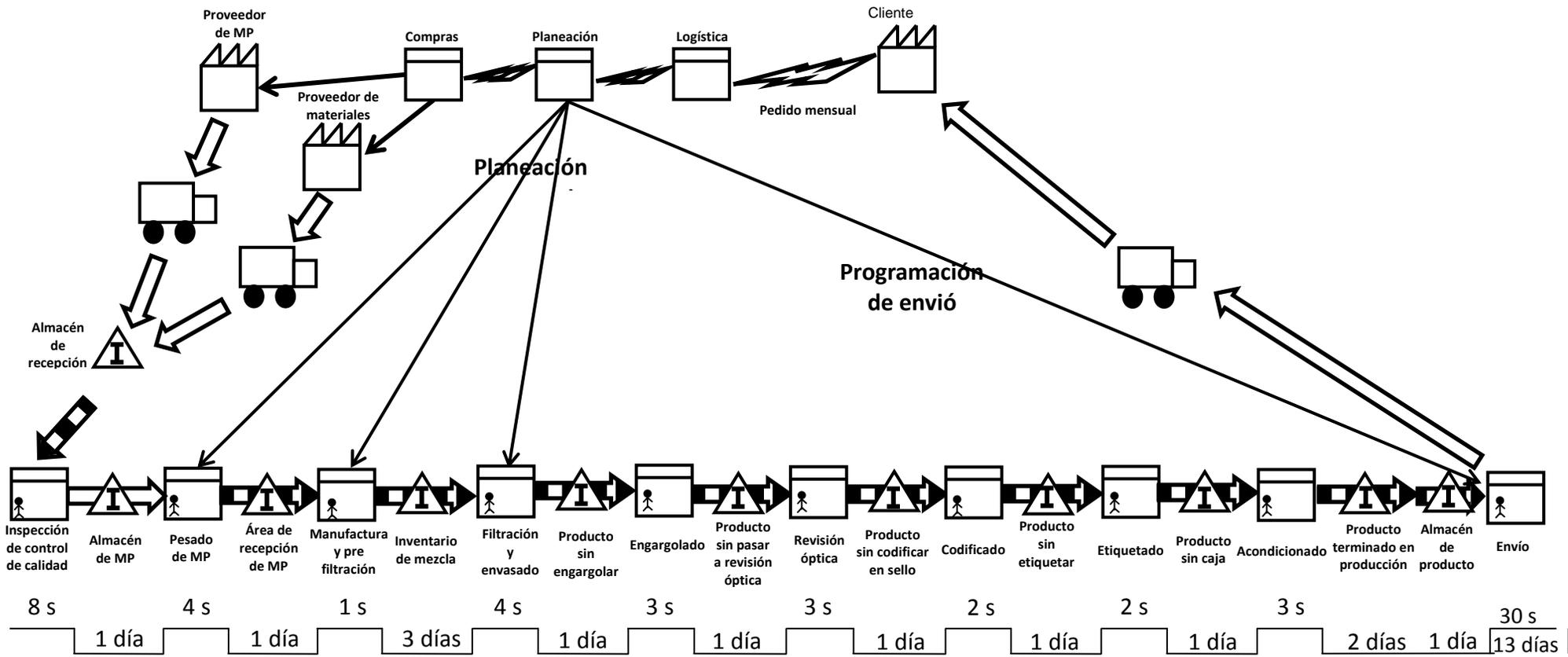


Figura 5.9 Value Stram Mapping para la línea de producción de Casal's Internacional
(Fuente: Elaboración propia)

Una vez que los materiales y materia prima para la realización del producto son entregados en la planta de producción, pasan al almacén de recepción en donde los supervisores de control de calidad les colocan una etiqueta de cuarentena en cuanto toman una muestra de retención con la cual evaluarán si las materias primas y materiales son aptos para su uso.

En el almacén de recepción quedará detenida la materia prima hasta que haya sido aprobado por el departamento de control de calidad mediante una etiqueta verde de aprobación. Una vez que esta etiqueta fue colocada pasa a formar parte del almacén de materias primas o materiales dependiendo el caso. Éste proceso varía de un producto a otro ya que existen distintos análisis fisicoquímicos que deben ser realizados, teniendo como tiempo promedio 8 segundos por pieza.

Éste tiempo es relativo ya que las materias primas son pesadas para lotes de productos no para piezas individuales. Pero en promedio mantiene un tiempo por pieza.

Todas las materias primas que se encuentran en el almacén de materias primas y cuentan con una etiqueta verde son aptas para ser usadas, y pasan al área de pesado para tomar las cantidades necesarias y pasarlas al área de producción, El pesado de materias primas depende mucho de la cantidad de piezas a preparar y sobre todo del tipo de producto a elaborar, esto es debido a que existen productos con una alta cantidad de insumos, y/o poca maniobrabilidad de ellos lo cual ocasiona que el tiempo se extienda.

Hasta éste momento del proceso los almacenes son necesarios ya que en el caso del almacén de recepción la normativa oficial indica que ninguna materia prima o material será utilizada sin contar con una muestra de retención para ser evaluada y aprobada por personal capacitado para esta tarea.

Una vez pesadas las materias primas pasan a área de producción se genera un almacén en el área de recepción de materias primas, pasan a formar parte de éste almacén todos los productos ya pesados que se pasaron del almacén de materias primas pero están en espera de pasar a manufactura.

Estos productos pesados quedan almacenados y regularmente detenidos en éste almacén por distintas causas, las principales son que mientras existe un grupo de productos a elaborar en espera se pasa al siguiente proceso el producto recién pesado ya que es de mayor importancia o se ha atrasado en los tiempos de entrega de materias primas y por lo cual ha generado una urgencia.

Esto ocasiona que los productos se vayan rezagando almacenando hasta 5 productos listos para manufacturar, los cuales no son manufacturados debido a que no existen tanques disponibles para su elaboración ya que se encuentran ocupados por productos ya elaborados. En éste almacén los productos pueden durar desde horas hasta semanas, para carácter de estudio se le asigna el tiempo de 1 día en promedio.

El proceso subsecuente es el de la manufactura y pre-filtrado, estos dos procesos se efectúan secuencialmente el segundo al concluir el primero, y tienen un promedio de elaboración de 1 segundo por pieza, dependiendo fuertemente del tipo de producto y la cantidad de litros manufacturados.

Al concluir el proceso de manufactura se presenta un almacén más en proceso, éste es el de mezclas, éste almacén es ocasionado en cuando se crea un producto que no pasará a envasado ya que existen otros productos en espera antes que el elaborado,

Estos productos que quedan almacenados ocasionan atrasos ya que se tiene una cantidad reducida de tanques adecuados para la elaboración de productos los

cuales están ocupados por productos que no serán envasados próximamente debido a la demanda de otros productos.

Éste es un punto crítico en el mejoramiento de la calidad del producto ya que en promedio los productos quedan almacenados aproximadamente 3 días en espera de ser envasados, lo cual aumenta potencialmente la probabilidad de contaminación del producto y la creación de pirógenos en el mismo.

El proceso siguiente es la filtración y el envasado, estos procesos se realizan simultáneamente y son efectuados bajo área estéril. En éste proceso se genera el mayor cuello de botella ya que solamente se cuenta con una área estéril para la realización de los productos, por lo cual se envasa un producto a la vez, por ser área controlada se debe evitar las maniobras excesivas y los contactos con el exterior para evitar contaminar el área. Esto hace que los productos no fluyan debido a la naturaleza del sistema.

Una vez envasado el producto, se le denomina granel, estos gráneles quedan en espera del engargolado en otro almacén en proceso, éste es otro punto importante a atacar referente a la calidad del producto ya que debido al mal manejo de estos el producto como no se encuentra con el casquillo de seguridad es fácilmente contaminable por partículas no deseadas y puede perder la esterilidad al desprenderse el tapón colocado anteriormente en el envasado. Éste producto puede permanecer en promedio 1 día lo cual genera éste alto riesgo.

El engargolado es una tarea sencilla pero de vital importancia para la colocación del sello y el paso por la maquinaria o el uso de la pinza de engargolado lleva en promedio 3 segundos por pieza, las cuales esperan ser concluido todo el lote para pasar al área de revisión óptica. Esta espera se extiende cuando en revisión óptica existe algún otro producto y se genera una línea de espera para pasar a esta actividad. La espera puede llegar a ser desde horas hasta días por lo cual en promedio se espera 1 día en almacén para éste proceso.

La revisión óptica tiene un tiempo por pieza de 3 segundos en los cuales se observa la carencia de partículas visibles al ojo humano en el producto. Una vez que el producto ha sido aprobado se coloca fuera del área y se espera que pase al área de codificado para la colocación de lote y fecha de caducidad esta espera se puede extender hasta por 1 día por distintas razones. Pero una de las mayores demoras en cada uno de los procesos es no relacionar una actividad con otra, y trabajar independientemente los productos.

El proceso de codificado en sello se realiza en maquinaria semiautomática y mantiene un promedio de 2 segundos por producto, éste tiempo se utiliza para colocar en la posición correcta y dejar que avance en la banda transportadora, al concluir el codificado los productos pasan a la línea de espera del etiquetado en el cual se genera un almacén más en proceso, en éste almacén mantiene en promedio 1 día más para pasar al proceso de etiquetado.

Dentro del etiquetado se mantiene un promedio de 2 segundos por pieza, éste proceso se efectúa, manteniendo el orden estipulado por los supervisores de producción, lo cual ocasiona descontrol por parte de los operarios al no tener la información adecuada. Una vez concluido el etiquetado de todas las piezas del lote pasan a la espera del acondicionamiento.

En esta espera puede pasar aproximadamente 1 día más para realizar el acondicionamiento, éste, es llevado a cabo en la misma área que el codificado ya que se realiza con la misma maquinaria el codificado de la caja individual del producto y la colocación en caja de embarque.

Una vez realizado el acondicionamiento del producto pasa a almacenarse al almacén de producto terminado en producción en el cual se colocan las cajas ya terminadas listas para entregar al almacén de la empresa, en espera de cerrar las órdenes de manufactura para hacer entrega del producto. En éste paso del proceso

puede tardar el producto en promedio dos días en espera de consumir el producto en sistema y entregarlo a almacén.

La entrega se realiza y el producto se almacena en el almacén de producto terminado de la empresa en el cual espera a ser surtido o recogido por el cliente, depende de las condiciones comerciales con las que se realizó el convenio.

Una vez realizado él envió el producto llega al cliente cerrando el ciclo.

El flujo del sistema es muy accidentado generando más demoras por esperas que actividades a realizar, todo el producto que se encuentra en proceso, son productos que el cliente está esperando para su venta. Esta espera genera en el cliente disgustos, por lo cual no se cumple la razón de ser de la empresa.

Como se puede apreciar el análisis de VSM, es una herramienta útil para determinar ciertas mudas que interrumpen el flujo del sistema, la línea de producción de Casal's Internacional muestra claramente un exceso de demoras e inventarios que ocasionan que los tiempos excedan lo recomendado es por lo cual que se establecerán mejoras que apoyen a la disminución de estas mudas.

5.5 Propuesta de mejora bajo herramientas de lean manufacturing

5.5.1 Tubería del sistema de llenado

La eliminación de productos con partículas suspendidas es una tarea de mejora continua que impulsará a la disminución tanto de costo, mediante la eliminación de desperdicios en materiales y producto de envasado, como del

aumento de la calidad de los productos inyectables desarrollados en Casal's Internacional.

La mejor forma de resolver los problemas es la eliminación de causas raíz de los problemas encontrados, esto permite disminuir desde la fuente de los problemas las consecuencias ocasionadas por el mal manejo de los sistemas de limpieza y equipos que tienen contacto con las posibles contaminaciones del producto.

La primera propuesta de mejora consiste en la adaptación del sistema de envasado, por uno de mayor limpieza y maniobrabilidad. La **Figura 5.10** muestra la ejemplificación del sistema de envasado actual. En éste sistema de envasado el tanque de pre-filtración cuenta con una válvula de esfera en la parte inferior, la cual mediante clamps y férulas, se conecta a la manguera de alimentación de la bomba de acero inoxidable que es la que impulsa el producto para hacerlo llegar mediante otra manguera de silicón al plato de filtración en el cual tiene que atravesar la membrana de 0.22 micras de poro.

Una vez que el producto ha pasado por la filtración se realiza la recepción en el garrafón y a su vez es succionado por la dosificadora para envasarlo en los frascos mediante la aguja de dosificación.

Todas las conexiones desde el tanque de pre-filtración hasta la dosificadora son mediante mangueras de ½ pulgada de silicón, las cuales por la longitud y diámetro son de muy difícil limpieza.

El cambio de mangueras por una de mayor diámetro se vuelve prohibitivo ya que actualmente se tienen 10 grupos de productos los cuales engloban a todos los productos envasados por la afinidad de sus compuestos, y se tiene un juego de mangueras para cada grupo para evitar contaminaciones que pueden ser potencialmente peligrosas.

Éste juego de mangueras tiene un costo aproximado de \$ 5,000.00 por juego debido a la calidad del material. La manguera de silicón de mayor diámetro no es comercial por lo cual está valuada aproximadamente entre \$ 7,000.00 y \$ 8,000.00 el conjunto de mangueras..

La problemática principal en el tema de las mangueras usadas es que no existe forma de asegurar que la limpieza se hace correctamente en las paredes de las mangueras pueden quedar residuos de productos anteriores, debido a que el lavado es deficiente.

La propuesta consiste en el cambio del uso de las mangueras de silicón únicamente para la conexión del garrafón a la dosificadora y de la dosificadora a la jeringa de envasado. Esto es con la finalidad de cambiar las mangueras usadas actualmente por tramos de 45 cm x 2" de diámetro de tubería de acero inoxidable AISI 316.

Ventajas de la tubería:

- No desprende ningún tipo de partículas
- No se corroe, ni deteriora por el uso
- Uso sanitario
- Se puede usar cualquier tipo de solvente para su limpieza

El uso de la tubería sería en todas las conexiones desde el tanque de pre-filtración hasta el garrafón de recepción, éste conjunto de tuberías se conectan mediante opresores clamp, y férulas, lo cual asegura que las conexiones no permiten el paso de ninguna partícula al interior de la tubería.

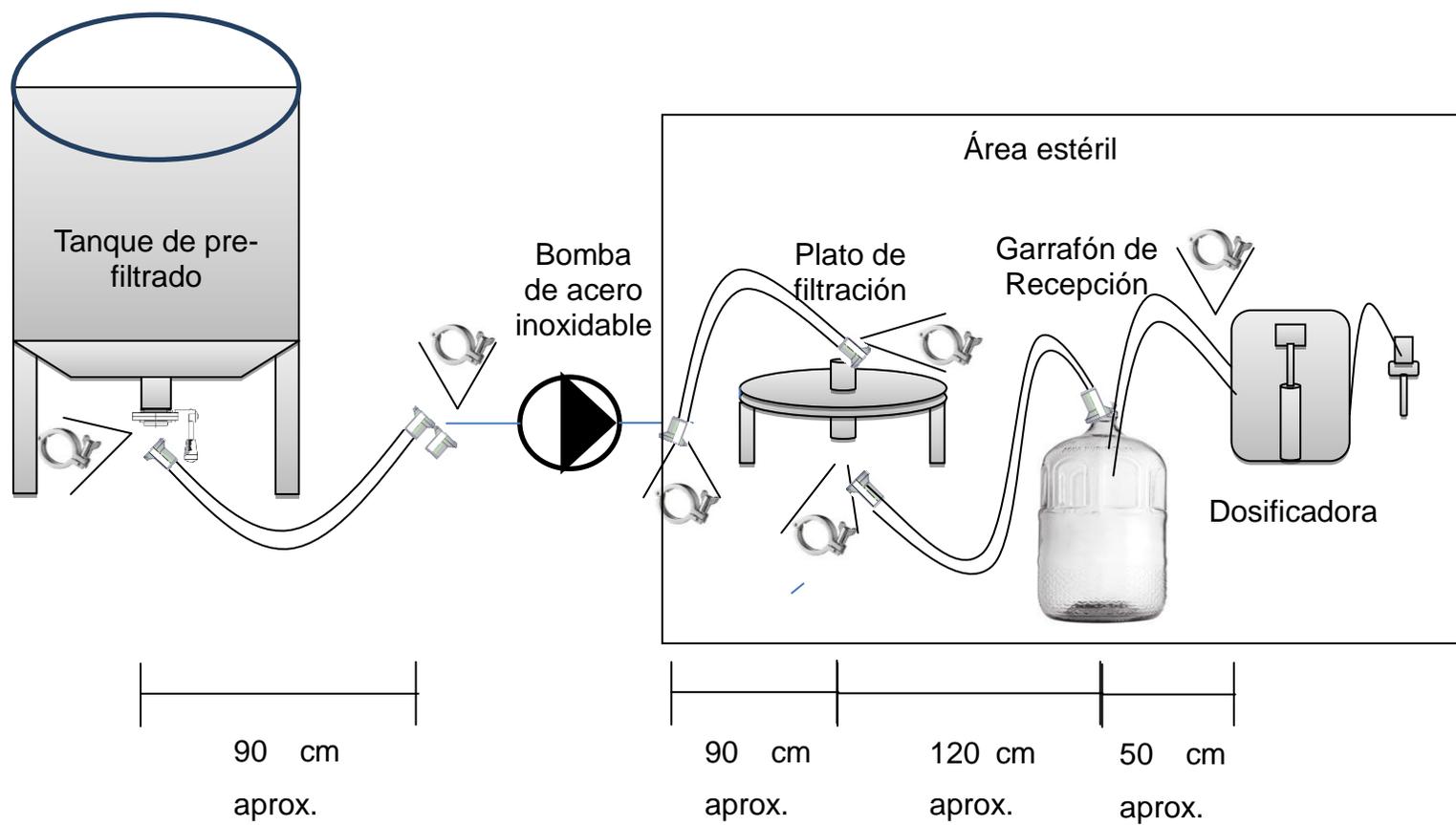


Figura 5.10 Sistema de llenado actual
(Fuente: Elaboración propia)

Así mismo la ventaja de tener tubería corta es que se puede usar un escobillón para retirar cualquier partícula que quede incrustada en las paredes de la tubería. Esto permite una mayor asepsia y control de la limpieza de la tubería que se dirige al sistema de envasado, al hacer uso del escobillón se puede prevenir que las partículas queden incrustadas en la tubería, siempre y cuando se haga buen uso de ellas.

Esta mejora pretende disminuir en cierta medida la cantidad de productos contaminados por partículas mediante el aseguramiento de la limpieza de la tubería, pero para tener esa certeza se considera importante la elaboración del proceso normalizado de operación para la limpieza e instalación de la tubería desarrollada con la finalidad.

Esta tubería no puede ser implementada en el equipo de dosificación ya que trabaja mediante succión y al tener una tubería fija, puede generar variaciones en el volumen de los productos ocasionando un problema al disminuir las partículas suspendidas. Es por esta razón que las mangueras de la dosificadora persisten en el sistema tratando de mantener su limpieza lo más correcta posible.

5.5.2 Filtro de 4 micras

La mejora de la tubería en acero inoxidable, puede generar un beneficio en la disminución de partículas encontradas en productos envasados, ya que se ataca una causa raíz de la retención de partículas en el proceso.

Aun mediante la instalación de la propuesta anterior existe la posibilidad que las mangueras o equipos no sean lavados correctamente, lo cual generará que persista el problema de las partículas en los productos en cierta medida.

Esto conlleva a buscar alguna medida más que permita tener mayor seguridad en que los productos que se envasan saldrán del proceso de envasado libre de partículas suspendidas.

Como se mencionó anteriormente el sistema de dosificación trabaja bajo succión lo cual cualquier variación en la capacidad de succión u obstrucción en el sistema de dosificación puede generar una variación de volumen considerable. Es por eso que las medidas a tomar en cuanto a la dosificación no deben de obstruir el funcionamiento natural de la máquina.

Para disminuir la cantidad de productos envasados con partículas, se propone la inclusión de una membrana circular de $\frac{1}{2}$ pulgada de diámetro de acero inoxidable antes de pasar a la jeringa de dosificación.

Esto consisten en el corte de la manguera que va de la dosificadora a la jeringa de dosificación, para colocar una férula en cada lado del corte, para conectar mediante clamps a un pre-filtro con membrana circular de acero inoxidable AISI 316 de 4 micras, esto asegura que todas las partículas mayores a 4 micras que pasen por el sistema de envasado sean retenidas en último momento por éste filtro.

El tamaño de 4 micras es seleccionado ya que la partícula más pequeña visible al ojo humano es de 5 micras, y como el producto ha pasado previamente por el filtro de .22 micras el caudal de paso por la membrana no afectará el volumen de dosificación del producto.

La membrana filtrante un costo de \$950.00 más las adaptaciones para generar la caja de filtración para la colocación de la membrana y así ser conectada mediante abrazaderas clamps al sistema de envasado tiene un costo aproximado de \$ 2,200.00. Mediante esta inversión se consigue generar una mejora sustentable en la disminución de las partículas suspendidas en los productos.

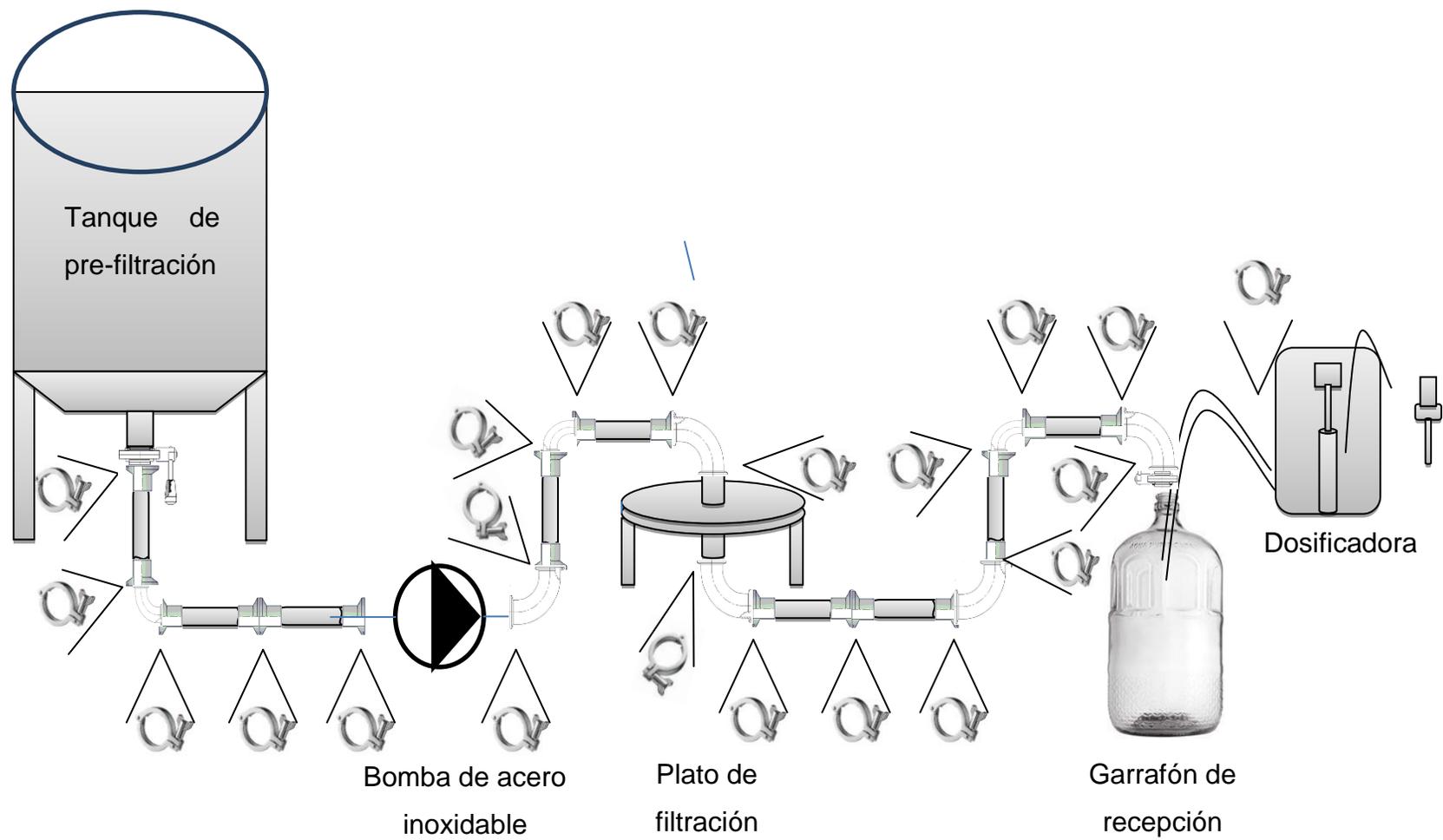


Figura 5.11 Sistema de llenado propuesto
(Fuente: Elaboración propia)

5.5.3 Mejoramiento del flujo de valor

Para el cumplimiento de los objetivos planteados en la caracterización del proyecto es importante el análisis del flujo de los procesos efectuados en la línea de producción de productos inyectables en Casal's Internacional.

Cada proceso puede agregar valor o disminuir el valor que generan otros procesos, éste punto es de vital importancia en todas las industrias pero en la industria farmacéutica es primordial no exceder la manipulación del producto para evitar contaminaciones y riesgos.

Dentro de la evaluación efectuada anteriormente se hace notar que las entregas tardías de productos es un problema importante a resolver, que comprometen la imagen de la empresa ante los clientes; influyen en el desarrollo económico de la empresa.

Esta tardanza en la entrega de los productos, es ocasionada por distintas razones, las principales a tratar dentro de éste proyecto es el flujo dentro del sistema. Dentro del tiempo de análisis, se observa que los tiempos de entrega varían desde 2 días hasta 40 días.

Esto es debido a que se siguen los procesos de manufactura convencionales, en los cuales la producción se efectúa de manera tradicional sin tener en cuenta la importancia que tiene que un producto atraviese de principio a fin el sistema sin interrupciones.

Para lograr esto se tienen que buscar estrategias que permitan la disminución de los inventarios de producto en proceso, estos inventarios son muy claros al observar el VSM, en el cual se denota que cada actividad trabaja de manera

particular como una isla en el sistema productivo. La coordinación de las actividades es de vital importancia para alcanzar la meta en piezas y calidad que se desea.

Actualmente en cada proceso se efectúa una actividad distinta, aislada y sin continuidad, siendo estas islas individuales en las cuales los procesos quedan varados, y muchas de las ocasiones los productos quedan estancados, y al momento de cumplirse los tiempos de entrega a clientes los productos se realizan con mucha prisa, la cual ocasiona que los productos no se entreguen conformes y se atente contra los controles de calidad establecidos.

El flujo de proceso actual se describe en la **Figura 5.12 donde** la línea roja: Flujo de materiales de acondicionamiento

Esta línea ejemplifica el movimiento dentro del sistema de los materiales de acondicionamiento para la producción, estos materiales son etiquetas, cajas individuales y/o empaque de unicel y caja de embarque.

Estos materiales son almacenados en primera instancia en el almacén de materiales para ser surtidos y entregados al área de producción, la supervisora de producción recibe, y realiza el conteo de piezas para corroborar. Una vez que la cantidad de piezas es conforme, se almacena provisionalmente en el área de recepción de materiales ubicada en el área de producción.

De esta área permanecen hasta el momento en ser utilizados en el área de producción, en el cual pasan al área de gráneles para etiquetar (actividad 5) y guardar en cajas individuales los productos.

Línea verde: flujo de materiales de envasado

Estos materiales incluyen todos los elementos necesarios para generar los productos; los cuales son:

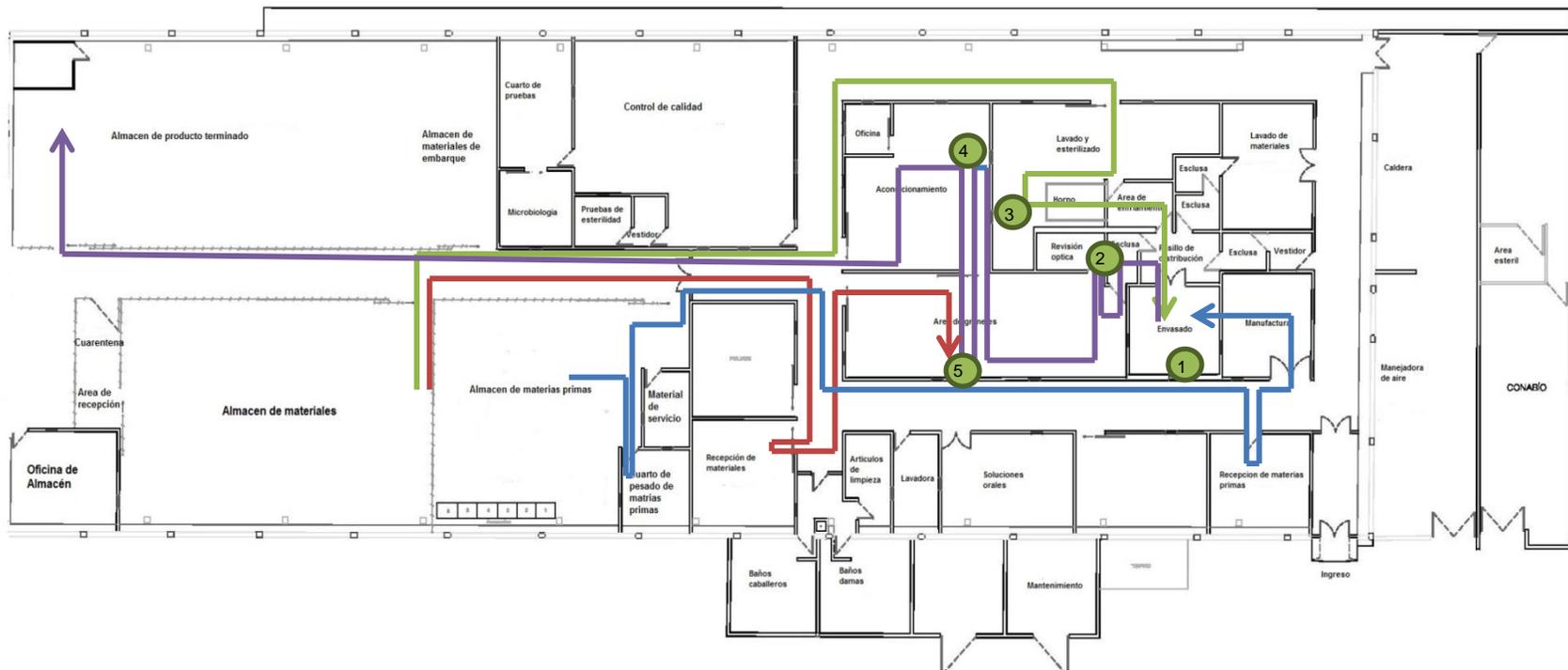


Figura 5.12 Diagrama de flujo de la línea de producción actual
(Fuente: Elaboración propia)

Simbología	Proceso
	Flujo de materiales de envasado
	Flujo de materiales de acondicionado
	Flujo de materia prima
	Gránulos
	Actividad

- Frascos
- Tapones
- Casquillos

Estos materiales de envase están ubicados en el almacén de materiales, los cuales son surtidos en cuanto llegue la orden de gráneles, al tener la orden completa se realiza la entrega al supervisor de producción el cual lleva al área de lavado y esterilizado para proceder al lavado de frascos, tapones y casquillos (actividad 3).

Los frascos son colocados en charolas de acero inoxidable e introducidos al horno, en el cual tendrán que permanecer por 5 horas para su esterilización. Esto se efectúa en el horno que tiene comunicación con el área de enfriamiento para después pasar al área de envasado.

Línea azul: Flujo de materias primas

Las materias primas están almacenadas en el almacén de materias primas, estas materias primas son todos los productos químicos que permiten la realización de productos.

Del área de almacenamiento pasan a ser pesados dentro del área de pesada de materias primas, una vez que los pesos han sido corroborados por control de calidad, son entregados al departamento de producción, el cual corrobora que todo lo que se entrega éste completo.

Los productos recibidos son almacenados provisionalmente en el área de recepción de materias primas esperando ser utilizados para pasar al área de manufactura, para luego ser envasado dentro del área de estéril.

Línea morada Flujo de granel a producto terminado

Una vez que todos los elementos han sido conjuntados en el área de envasado se crea un granel, el cual sale del área estéril mediante la esclusa y pasa al cuarto de revisión óptica (actividad 2) en donde se efectúa la revisión al 100% de los productos.

Después los productos se mueven al área de acondicionamiento en donde se encuentra la codificadora (actividad 4), la cual codifica en éste primer paso en el casquillo, colocando lote y fecha de caducidad.

Al terminar de codificar el casquillo, se regresa el producto al área de gráneles en el cual se etiqueta (actividad 5) y se coloca en cajas individuales, al concluir la actividad, se envía al área de acondicionamiento para efectuar el codificado (actividad 4) de caja individual y proceder a el acondicionamiento en cajas de embarque, se almacena provisionalmente y se entregan los productos a almacén para pasar a formar parte del almacén de producto terminado.

Éste flujo de trabajo ha sido el que se ha heredado por prácticas de manufactura inadecuadas, estas prácticas tienen que ser remplazadas por un flujo más esbelto que permitan el paso de los productos a través del sistema.

La propuesta de flujo de sistema se muestra en la **Figura 5.13** representando la línea de producción de productos inyectables de Casal's Internacional.

En éste flujo grama, la línea roja representa el flujo de materiales de acondicionamiento los cuales pasan a directamente del almacén de materiales a la incorporación en la parte del proceso en la cual es necesario el uso de materiales de acondicionamiento. Los materiales que se utilizan en los distintos procesos son los siguientes.

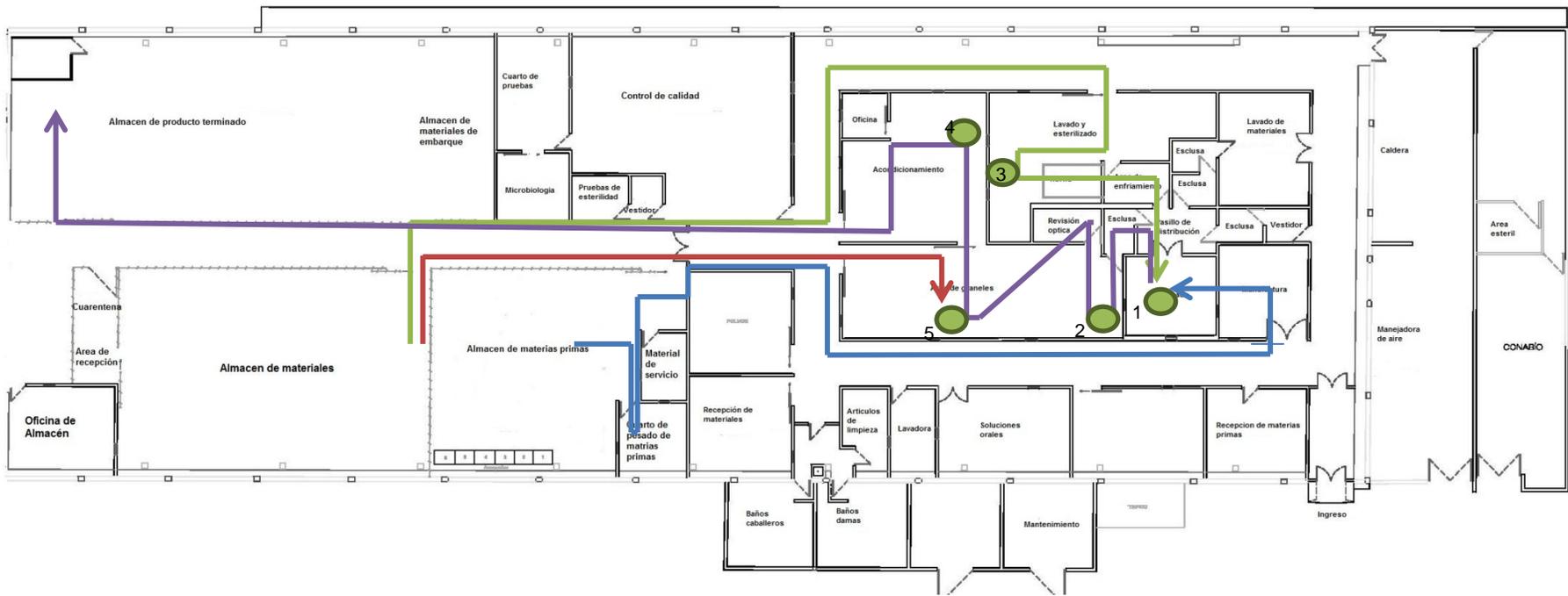


Figura 5.13 Diagrama de flujo propuesto de la línea de producción
(Fuente: Elaboración propia)

Simbología	Proceso
	Flujo de materiales de envasado
	Flujo de materiales de acondicionado
	Flujo de materia prima
	Gráneles
	Actividad

Esto evitará un paso intermedio que es la espera en el área de recepción de materiales, para lograr que éste movimiento innecesario sea eliminado debe de existir controles que permitan mantener el flujo introduciendo al sistema solamente la cantidad de piezas necesarias para no generar un sobre inventario en proceso.

Esto se alcanzará mediante la implementación del Kanban de retiro, éste Kanban permite retirar del almacén de materiales la cantidad necesaria para cubrir cierta parte de la necesidad de los materiales de acondicionamiento, esto es con la finalidad de evitar un exceso de materiales en proceso, lo cual genera desorden y disminución del espacio físico disponible.

El Kanban de retiro de materiales de acondicionamiento se encuentra en la **Figura 5.14**

 CASAL'S		Kanban de retiro Materiales de acondicionamiento							
Nombre del proceso _____ Nombre del material _____ Clave del material _____ Nombre del producto _____	Proceso anterior								
Proceso posterior									
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <th style="padding: 5px;">Piezas totales</th> <th style="padding: 5px;">Piezas por envió</th> <th style="padding: 5px;">Numero de envió</th> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Piezas totales	Piezas por envió	Numero de envió					
Piezas totales	Piezas por envió	Numero de envió							
Entrega	Recibe								

Figura 5.14 Kanban de retiro para materiales de acondicionamiento
(Fuente: Elaboración propia)

El Kanban de retiro de materiales de acondicionamiento cuenta con un área en la cual se colocará el nombre del proceso que solicita el material debajo se encuentra el nombre del material solicitado, así mismo la clave con la que cuenta en almacén.

En el nombre del producto, es el producto que se está elaborando por la línea de producción y en el que se utilizará el material solicitado, a un costado se encuentra el proceso anterior y el proceso posterior que tendrá el producto al que se hace referencia.

En la parte inferior se encuentran las piezas totales del material de acondicionamiento necesarias para el lote a producir, la intención del Kanban es la disminución del tamaño del lote tratando de alcanzar el flujo de una sola pieza, para éste caso se desea realizar entregas parciales que jalen al sistema de abastecimiento de materiales. Por lo cual se determina cual será la cantidad de piezas que tendrá el envío parcial, y por ultima la cantidad de envíos a realizar para cubrir el total de las piezas del lote. Por último se encuentran las firmas y/o nombres de la persona que entrega y recibe.

Para el correcto funcionamiento de éste Kanban en el proceso debe de existir Kanbans que indiquen el jalen el flujo de materiales del sistema, estos Kanbans son los triangulares en el área de abastecimiento de cada uno de los procesos.

Éste Kanban es exclusivo para indicar en qué momento se realizará el punto de reorden de los materiales de acondicionamiento, para evitar que los distintos procesos paren debido al des aprovisionamiento de estos materiales. **Figura 5.15** muestra el Kanban de materiales de acondicionamiento.

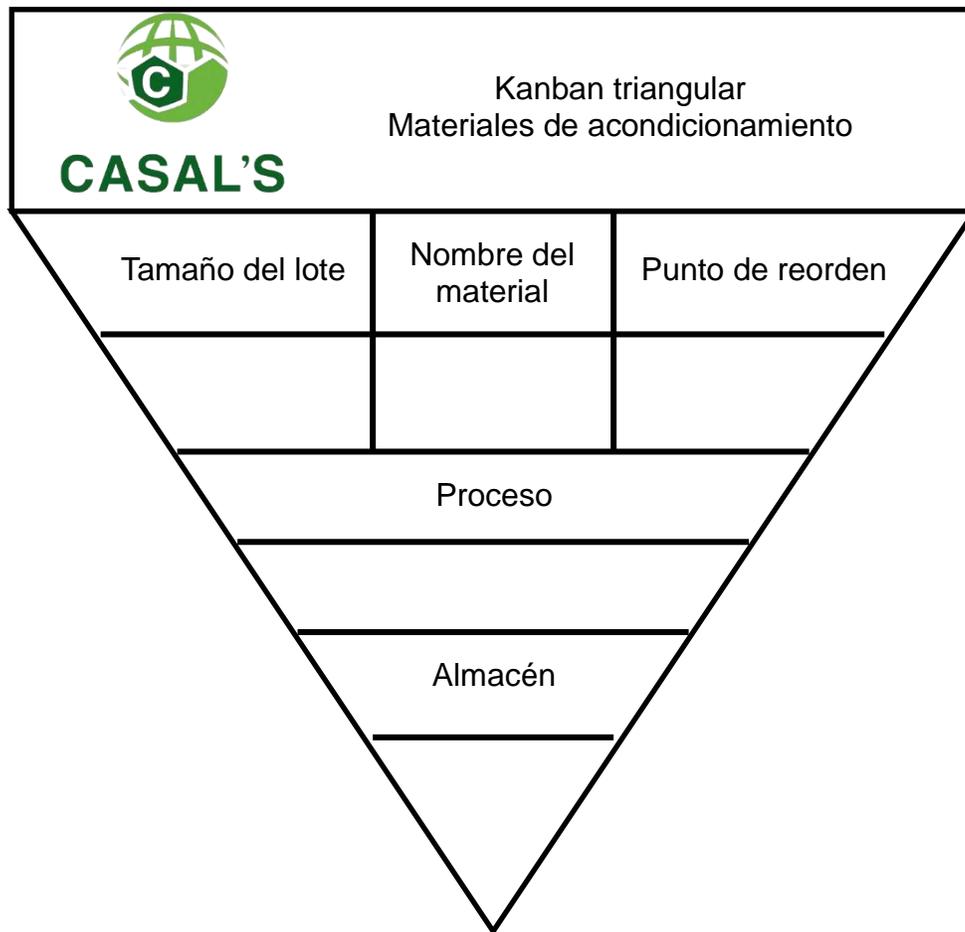


Figura 5.15 Kanban triangular para aprovisionamiento de materiales de acondicionamiento
(Fuente: Elaboración propia)

En la parte superior izquierda se coloca el tamaño del lote a producir, después el nombre del material que será controlado mediante el Kanban y el punto de reorden, éste es la cantidad mínima que debe de existir en el contenedor para realizar el pedido a almacén de la entrega de otra parcialidad mediante el Kanban de retiro.

En la siguiente línea se anota el proceso en el cual se utilizará el material; y por último el almacén del cual se surtirá el material deseado. Éste Kanban es importante ya que en conjunto con el de retiro, permitirán que la línea de producción no se detenga por falta de materiales que no fueron provisionados a tiempo.

Así mismo disminuye la cantidad de material en proceso lo cual evita confusiones y ahorro en espacio físico por la disminución en inventarios.

El siguiente flujo a mejorar es el de gráneles éste flujo presenta distintas interrupciones como se presenta en el capítulo anterior por la falta de insumos, la desvinculación entre procesos y la diversidad de productos efectuados simultáneamente.

La **Figura 5.16** muestra donde se ubican físicamente los inventarios en proceso.

Para generar la eliminación de los diversos puntos en los cuales se estanca el proceso la principal mejora son el flujo de una pieza a la vez lo cual vincularía a todos los procesos de los gráneles, engargolado, revisión óptica, codificado, etiquetado y acondicionamiento, y disminuiría la cantidad de productos que se procesarían simultáneamente.

5.5.4 Aplicación de las 5 S's

Así mismo la implementación de las 5S's tendrá un impacto importante ya que todo proceso de lean manufacturing empieza mediante la implementación de 5 S's, esta filosofía de manera general consiste en permitir que los procesos fluyan debido al orden y limpieza en las áreas de trabajo en donde se desempeñan los procesos.

Para la adaptación de esta útil filosofía se procede a realizar las siguientes actividades dentro de la planta productiva de Casal's Internacional.

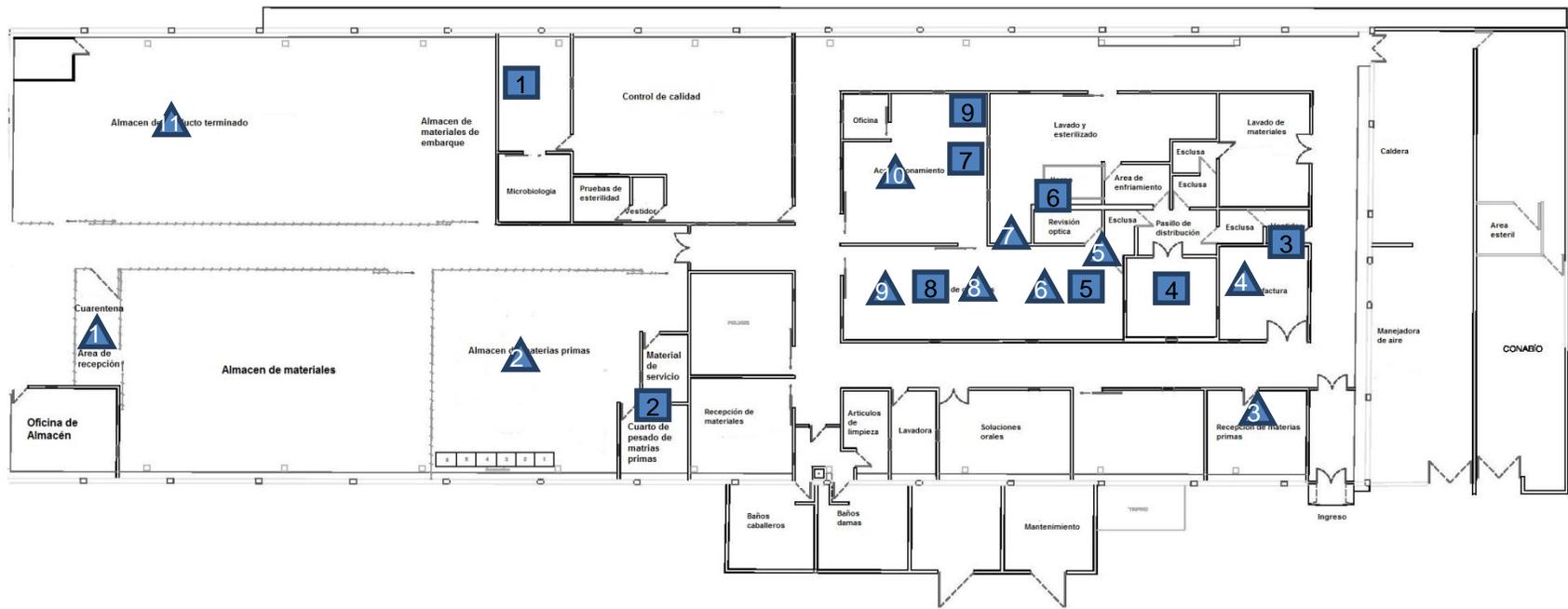


Figura 5.16 Ubicación física de almacenes en proceso
(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 5.12 Descripción de almacenajes y procesos de la Figura 5.16
(Fuente: Elaboración propia)

Almacenaje		Actividad	
			
1	Recepción y cuarentena	1	Pruebas analíticas de la materia prima
2	Almacén de materia prima	2	Pesado de materia prima
3	Recepción de materia prima (producción)	3	Manufactura
4	Mezclas en espera de envasado	4	Envasado
5	Gráneles en espera de engargolado	5	Engargolado
6	Gráneles en espera de revisión óptica	6	Revisión óptica
7	Gráneles en espera de codificado en sello	7	Codificado en sello
8	Gráneles en espera de etiquetado	8	Etiquetado
9	Gráneles en espera de acondicionamiento	9	Codificado en caja y acondicionamiento
10	Almacén de producto terminado (producción)		
11	Almacén de producto terminado		

5.5.4.1 Seiri

La primer actividad a efectuar es el red tag, mediante la colocación de tarjetas rojas en todos los objetos que no son necesarios dentro del área física en donde se desempeñan cada uno de los procesos.

Para la evaluación de las áreas se utilizará el formato de la **Figura 5.17**. Éste formato comprende el apartado de información general en el cual se colocarán los datos del artículo como son el nombre del artículo y su ubicación actual. Esto es con la finalidad de que no exista ninguna posibilidad de confundir el articulo innecesario con otro que sea útil.

Del lado derecho se encuentra un conjunto de recuadros para seleccionar la razón por la cual se efectúa el red tag, estos incluyen el ser un artículo no necesario, defectuoso, obsoleto u otro en el cual se tendrá que especificar en las líneas inferiores cual es la otra razón de su etiquetado.

El siguiente apartado es la acción a tomar, la cual es la razón de ser del red tag, en éste se determinan 3 posibles acciones que son las siguientes:

- Reubicar a: El objeto será colocado en otra área física ya que se obtiene mayor beneficio en el uso o la movilidad de éste en otro lugar.
- Desechar: El objeto será desechado debido a que ya no es útil en ningún área.
- Almacenar en: éste apartado especifica el área en la cual se almacenará el objeto que es funcional pero por los periodos de uso o la naturaleza del objeto no es necesario que se encuentre en el área de trabajo, pero si en algún lugar de almacenaje seguro.

		RED TAG 5 S's
CASAL'S <small>INTEGRADORES DE NEGOCIOS VETERINARIOS</small>		
Informacion general		Razón del red tag
Fecha: _____		<input type="checkbox"/> No necesario <input type="checkbox"/> Defectuoso <input type="checkbox"/> Obsoleto <input type="checkbox"/> Otro: _____
Nombre del articulo _____		
Ubicación _____		
Acción a tomar		
<input type="checkbox"/> Reubicar a: _____		
<input type="checkbox"/> Desechar _____		
<input type="checkbox"/> Almacenar en: _____		

Figura 5.17 Red Tag para aplicación de 5S's
 (Fuente: Elaboración propia)

Este red tag se efectuará en las siguientes áreas enlistadas en la [¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.](#)

5.5.4.2 Seiton

Una vez realizado el red tag por área se procede a ubicar solamente los materiales que son necesarios dentro del área. Y permiten el desarrollo de las actividades que persiguen el objetivo del área.

Al concluir el despeje de área, se elaborará un check list en el cual enlisten todos los materiales, herramientas y utensilios usados, el cual tendrá la finalidad de tener un control sobre todo el equipo usado.

Tabla 5.13 Áreas a realizar red tag
(Fuente: Elaboración propia)

Manufactura
Envasado
Lavado de materiales
Recepción de materias primas
Recepción de materiales
Revisión óptica
Área de gráneles
Área de producto terminado
Control de calidad
Lavado de materiales

El check list tendrá en el encabezado el membrete de la empresa, la fecha de elaboración, la fecha de reevaluación, firma de aprobado por el director técnico de la empresa y nombre del documento. El cuerpo del documento contendrá la lista de herramientas, materiales y utensilios a usar.

Éste check list será verificado por control de calidad antes realizar cualquier actividad dentro del área. Esto es con el fin que el operario cuente con todo lo necesario para realizar la actividad y no tenga la necesidad de detener el proceso y/o salir del área de trabajo, lo cual genera una mayor continuidad y flujo en las actividades a desarrollar.

Una vez enlistado todo en el check list se procede a analizar cuál es la ubicación adecuada para cada cosa dentro del área. Esto es con la finalidad de colocar todo lo requerido para las actividades en posiciones que permiten su ubicación fácil y lógicamente.

A todo artículo se le establece un espacio físico el cual se identificará con rótulos los cuales permitirán la fácil ubicación e identificación. Esto es con la finalidad de aminorar los tiempos perdidos en la búsqueda de instrumentos y/o herramientas. Otro factor importante es el hecho de generar sistemas que persistan en el tiempo sin importar la persona que se encuentre en la actividad.

Éste es un punto importante a desarrollar mediante la filosofía 5 S's ya que no se puede empezar desde el principio cada vez que existe un cambio de personal, se tienen que generar procesos capaces de permanecer siendo adoptados fácil y rápidamente por el personal que realice las actividades.

5.5.4.3 Seiso

Para la implementación del tercer pilar de esta filosofía (Seiso), es necesario trabajar fuertemente en la concientización del personal sobre la limpieza. Éste es un punto crítico sobre todo en el ramo farmacéutico.

La limpieza según normativa oficial, debe ser controlada, periódica y documentada. Debido a que en el ramo existe la contaminación cruzada causada por las malas prácticas de limpieza y que pueden comprometer severamente la calidad de los productos manufacturados dentro de la planta productiva.

Es por lo cual que éste tercer pilar es de vital importancia tanto para su implementación como para su culturización que permita llevar a la práctica la limpieza por parte del personal por sobre todas las cosas. Esto no es un trabajo que se desarrolle de la noche a la mañana, es una cultura que se tiene que implementar a través del tiempo y generar una forma de trabajo y de vida en el personal.

Para su implementación como primer paso se procede a generar un plan de limpieza general de áreas en el cual; apoyado del check list de área efectuado

anteriormente, se tenga la certeza que todos los instrumentos estén limpios y listos para su uso.

Una vez que la primera limpieza fue llevada a cabo se tiene que proceder a la estandarización del control de esta, para tener una evaluación constante en estos procesos de limpieza.

Una medida a implementar es el uso de tarjetas de inspección de limpieza en áreas, estas tarjetas son colocadas en una zona visible del área y sirven para anotar las actividades que deben de ser realizadas para mantener un área limpia.

Las tarjetas de inspección contienen los siguientes datos:

- Listado de actividades a realizar
- Nombre y/o firma del personal que realizará la actividad
- Hora en que se realizó la actividad
- Periodicidad de actividades
- Numero de semana
- Fecha

El formato de la tarjeta de inspección se observa en la **Figura 5.18** la cual muestra el ejemplo a usar para el área de control de calidad.

El funcionamiento de las tarjetas de inspección consiste en una vez enlistadas las actividades el personal en cuanto termina de realizar cualquier actividad de limpieza procede a firmar y colocar la hora en la que se culminó la actividad.

Esta hoja permitirá tener un control y documentación de las actividades de limpieza, para tener éxito en éste procedimiento, los supervisores de producción tendrán que realizar evaluaciones constantes y almacenar estas hojas.



Tarjeta de inspección

Control de calidad

OFICINA AV. MANUEL AVILA CAMACHO # 1888 COL. JARDINES DEL COUNTRY GUADALAJARA, JAL. C.P. 44210
 PLANTA CARRETERA GUADALAJARA - OCOTLÁN ENTRONQUE KM 12 # 2910 ATOTONILQUILLO, JAL. C.P. 45930
 TEL.: + 52 33 3001.4130 FAX : + 52 33 3001.4131 www.casals.com.mx 01800 062 0625

Semana 45		Lunes	07/11/2011	Martes	08/11/2011	Miércoles	09/11/2011	Jueves	10/11/2011	Viernes	11/11/2011
Periodicidad	Actividad	Persona que lo realizó	Hora de realización	Persona que lo realizó	Hora de realización	Persona que lo realizó	Hora de realización	Persona que lo realizó	Hora de realización	Persona que lo realizó	Hora de realización
Diario	Mopear										
Diario	Trapear										
Diario	Tirar basura mañana										
Diario	Sacudir polvo(Hornos, mesas de trabajo, archiveros)										
Diario	Tirar basura tarde										
2 veces a la semana	Lavar vidrios										
1 vez a la semana	Sacudir polvo por arriba de la campana										
1 vez a la semana	Lavar paredes										
1 vez a la semana	Limpia por debajo de los archiveros										

Figura 5.18 Tarjeta de inspección
 (Fuente: Elaboración propia)

5.5.4.4 Seiketsu

El cuarto pilar consiste en la estandarización, éste pilar es alcanzado mediante la implementación y control de las medidas anteriores, la estandarización permite obtener resultados sustentables. Esta estandarización se basa en el uso de la lógica para obtener resultados que sean fáciles de mantener.

Así mismo el quinto pilar consiste en generar la mentalidad de mantener estas mejoras. Éste es un paso importante en el desarrollo de las 5 S's, esto es debido a que la mejora continua no tiene una meta final y no es trabajo de una sola persona sino es el esfuerzo de un equipo de trabajo.

5.5.4.5 Shitsuke

Para llevar a cabo esta mejora continua es bueno generar una base de datos fotográfica de la condición en la que se encuentran las áreas de la línea de producción, esto es con la finalidad de ver un antes y un después en la aplicación y observar los resultados obtenidos en base a las mejoras de las 5 S's. Esta base fotográfica impulsará y renovará el entusiasmo por mejorar en la aplicación de las 5 S's.

Para llevar a cabo la implementación de 5 S's dentro de la línea de producción en Casal's Internacional se debe de generar una sensibilización primeramente capacitando al personal directivo, gerentes y supervisores de control de calidad y producción. Una vez que el personal directivo entienda la finalidad de la aplicación de esta filosofía se procede a capacitar al personal operativo de una manera general.

Para que el personal tenga una mejor adaptación a la filosofía, se debe de impulsar el conocimiento mediante la aplicación práctica teniendo como base el conocimiento previo de la filosofía. Esto puede llevarse a cabo mediante la constante

evaluación por parte de supervisores de control de calidad y producción a las distintas áreas de la empresa.

Estas evaluaciones periódicas permitirán observar los puntos críticos en los cuales el orden y la limpieza no se efectúan de la manera correcta, y se podrá evaluar posibles causas para la erradicación de estas conductas.

Capítulo 6

Análisis costo/beneficio

El objetivo del análisis costo beneficio es presentar la viabilidad de las mejoras propuestas en términos económicos, esto permite cuantificar que tan rentable puede llegar a ser y cuál será el tiempo de retorno de la inversión realizada.

6.1 Propuestas para la disminución de partículas suspendidas

Para la disminución de productos con partículas suspendidas se realizan dos propuestas la primera el cambio del material para el transporte del producto a través del sistema de llenado y la segunda, la cual, consiste en la inserción de la membrana filtrante de 4 micras.

Estas dos propuestas se evaluarán económicamente de manera conjunta debido a que impactan en la resolución de la misma problemática.

6.1.1 Costo del cambio del material para el transporte del producto a través del sistema de llenado

La **Tabla 6.1** indica los costos en que se incurren para llevar a cabo la aplicación de la propuesta de cambio de material para el transporte del producto a través del sistema de llenado.

Como lo muestra la **Tabla 6.1** el costo total para la aplicación es de \$ 26,295.20; siendo esta una inversión única la cual tendrá una vida útil muy prolongada ya que el acero inoxidable AISI 316 genera beneficios en inocuidad y su nula reacción con los productos químicos; presenta la característica de una vida útil larga por la poca cantidad de carbón para su elaboración teniendo los cuidados adecuados para su mantenimiento.

Tabla 6.1 Costos de la propuesta de cambio del material para el transporte del producto a través del sistema de llenado
(Fuente: Elaboración propia)

Concepto	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
Tubería en acero inoxidable AISI 316 calidad sanitaria de 2 pulgadas	3.5	Metros	\$ 1,547.20	\$ 5,415.20
Codo 90° en acero inoxidable AISI 316 calidad sanitaria de 2 pulgadas	8	Piezas	\$ 360.00	\$ 2,880.00
Abrazadera clamp de 2 pulgadas en acero inoxidable AISI 316	21	Piezas	\$ 530.00	\$ 11,130.00
Férulas clamp de 2 pulgadas en acero inoxidable AISI 316	19	Piezas	\$ 230.00	\$ 4,370.00
Corte de tubería en tramos de 45 cm	9	Piezas	\$ 111.11	\$ 1,000.00
Soldadura de férulas a tope de chapa	19	Piezas	\$ 78.95	\$ 1,500.00
Total				\$ 26,295.20

6.1.2 Costo de inserción de membrana filtrante de 4 micras

La **Tabla 6.2** indica los costos en que se incurren para llevar a cabo la aplicación de la propuesta de cambio de material para el transporte del producto a través del sistema de llenado.

Cabe resaltar que el gasto de la membrana de 4 micras se efectuará aproximadamente mensualmente ya que esta se daña debido al uso y al lavado que se efectúa al concluir cada producto, ocasionando que los poros sean más amplios y por ende permitan el paso de partículas con un tamaño mayor.

Tabla 6.2 Costo de inserción de membrana filtrante de 4 micras
(Fuente: Elaboración propia)

Concepto	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
Abrazadera clamp de 2 pulgadas en acero inoxidable AISI 316	2	Piezas	\$ 530.00	\$ 1,060.00
Férulas clamp de 2 pulgadas en acero inoxidable AISI 316	4	Piezas	\$ 230.00	\$ 920.00
Elaboración de caja porta membrana con entradas de 1/2 pulgada en acero inoxidable AISI 316	1	Piezas	\$ 2,200.00	\$ 2,200.00
Membrana de 4 micras de poro de 1/2 pulgada de diámetro en acero inoxidable AISI 316	1	Piezas	\$ 950.00	\$ 950.00
Total				\$ 5,130.00

6.1.3 Beneficios de la aplicación de las propuestas

Dentro de los beneficios obtenidos se encuentran las disminuciones de los conceptos mencionados en la **Tabla 6.3**.

Tabla 6.3 Gastos mensuales por concepto de partículas
(Fuente: Elaboración propia)

Concepto	Gasto mensual
Tiempo de reproceso	\$ 2,800.00
Pérdidas en reproceso	\$ 4,175.63
Pérdidas de producto	\$ 13,237.25
Producto devuelto	\$ 4,385.99
Depreciación	\$ 1,125.00
Energía	\$ 900.00
Total	\$ 26,623.87

El tiempo de reproceso, es calculado bajo la base del salario pagado a la persona que tiene que dejar de realizar la tarea que le corresponde y ejecutar el reproceso de los productos con partículas. Esta actividad es realizada por una persona de cada turno, todos los días por lo cual el valor de \$ 2,800.00 es generado por el pago mensual del trabajador.

El concepto de pérdidas en reproceso se refiere a los frascos, sellos y tapones que se desperdician por concepto de partículas, las pérdidas de producto son todos los productos que tienen que ser desechados y no pueden ser recuperados mientras que el producto devuelto; son todos los productos que podrían ser aceptados si no tuvieran la no conformidad de partículas suspendidas.

Los costos de depreciación son calculados bajo la depreciación fiscal de la maquinaria utilizada para realizar los reprocesos por partículas, así mismo, el cálculo de energía son los montos del combustible y electricidad aproximados utilizados. Esto se calcula mediante el gasto promedio por esos conceptos en los que incurre la empresa mensualmente.

La **Tabla 6.4** expresa el porcentaje de disminución de partículas que puede alcanzar las propuestas hechas, así mismo, el monto de la disminución de gastos que representa mensualmente. Como último parámetro se expresa el tiempo de retorno de inversión en meses.

Tabla 6.4 Monto de disminución de gasto y retorno de inversión
(Fuente: Elaboración propia)

Porcentaje de disminución de partículas	Monto de disminución de gasto	Tiempo de retorno de inversión (meses)
10%	\$2,662.39	\$11.80
20%	\$5,324.77	\$5.90
30%	\$7,987.16	\$3.93
40%	\$10,649.55	\$2.95

Tabla 6.4 Monto de disminución de gasto y retorno de inversión (Continuación)
(Fuente: Elaboración propia)

Porcentaje de disminución de partículas	Monto de disminución de gasto	Tiempo de retorno de inversión (meses)
50%	\$13,311.94	\$2.36
60%	\$15,974.32	\$1.97
70%	\$18,636.71	\$1.69
80%	\$21,299.10	\$1.48
90%	\$23,961.48	\$1.31
100%	\$26,623.87	\$1.18

6.2 Propuesta para el mejoramiento del flujo de valor

6.2.1 Costos de aplicación de la propuesta

La **Tabla 6.5** muestra los costos en los que se incurre para la aplicación de la propuesta descrita en la Etapa de desarrollo, con respecto al mejoramiento del flujo de valor.

Tabla 6.5 Costos de aplicación de propuestas para el mejoramiento del flujo de valor
(Fuente: Elaboración propia)

Concepto	Monto
Capacitación del personal operativo	\$ 3,734.67
Capacitación del personal directivo	\$ 8,682.23
Papelería	\$ 1,000.00
Tiempo muerto	\$ 41,666.67
Depreciación	\$ 4,566.21
Total	\$ 59,649.78

El concepto de capacitación del personal operativo es el monto en pesos invertido para la capacitación de 8 horas impartida para los 55 operarios de los dos turnos para la comprensión la técnica; éste cálculo está basado en el salario del personal.

La capacitación del personal directivo que corresponde a 10 personas incluyendo supervisores, gerentes y director, con una duración de 16 horas impartido en reuniones de 2 horas dos días a la semana. La papelería son todos los insumos necesarios para la puesta en marcha tanto de las capacitaciones como de la implementación de las herramientas como Kanban y 5 S's.

El tiempo muerto son los costos en los que se incurrieron debido a la falta de producción de toda la planta mientras se impartía la capacitación, estos ascienden a cerca de \$ 42,000.00 y es el mayor costo adquirido.

Todos estos montos representan el total de \$ 59,649.78 que es el monto total de inversión para la implementación de la propuesta.

6.2.2 Beneficios de la aplicación del flujo continuo de producción

La **Tabla 6.6** describe los beneficios económicos resultado de la aplicación de las propuestas planteadas.

Tabla 6.6 Beneficios de la aplicación de la propuesta de mejoramiento de flujo de valor
(Fuente: Elaboración propia)

Concepto	Monto
Aumento en el número de piezas	\$ 38,000.00
Disminución de devoluciones	\$ 6,529.15
Disminución de inventario	\$ 37,404.66
Total	\$ 81,933.82

El aumento de número de piezas se refiere al 1.12% de incremento alcanzado mediante la implantación de las propuestas.

La disminución de devoluciones son los productos que fueron entregados en tiempo y forma, por lo cual pasaron a ser ventas exitosas.

Mientras que la disminución en el inventario, es el inventario en proceso que disminuyo mediante la generación de mayor número de piezas y el control del producto que se encuentra en línea de producción.

Mediante estos valores de costos y beneficios se puede afirmar que por cada peso que se invierte se recuperan 1.37 por lo cual las propuestas pasan a ser viablemente económicas.

Capítulo 7

Resultados

Los resultados obtenidos en los meses de septiembre a noviembre del año 2011 en la empresa Casal's internacional en la línea de producción de soluciones inyectables son los que se presentan a continuación.

7.1 Piezas producidas

De acuerdo con lo señalado en la evaluación del sistema de producción donde se hace mención al parámetro usado para medir el desempeño de la línea de productos inyectables, la cantidad de piezas terminadas representadas en la Tabla 7.1 se pueden observar en el número de piezas terminadas de la semana 37 que comprende la primera semana de septiembre a la semana 48 siendo esta la última semana de noviembre.

Tabla 7.1 Piezas producidas semana 37/48
(Fuente: Casal's Internacional S.A de C.V.)

Semana	Piezas terminadas
Semana 37	6096
Semana 38	8194
Semana 39	6446
Semana 40	10789
Semana 41	6640
Semana 42	12309
Semana 43	11781
Semana 44	10219
Semana 45	9801
Semana 46	10345
Semana 47	9623
Semana 48	12700

En dicho periodo se encuentran un total de 114,943 piezas producidas que representa el 31.25% de la producción anual, realizada en tres meses, en comparación con el periodo enero – agosto el cual tiene un total de piezas

terminadas igual a 252,766.01 que representa el 68.74% de la producción en un periodo de ocho meses, con una producción anual total de 367,709.01 piezas terminadas.

La **Figura 7.1** Grafica de producción semanal muestra la producción de piezas terminadas en la semana 37 es de 6096 piezas como producción inicial del periodo, manteniéndose dicha producción por arriba de las nueve mil piezas en las siguientes semanas con su punto más alto en producción del periodo la semana 48 de 12,700 piezas, a excepción de las semanas 38,39 y 41 las cuales mantuvieron una producción entre las seis mil y ocho mil piezas.

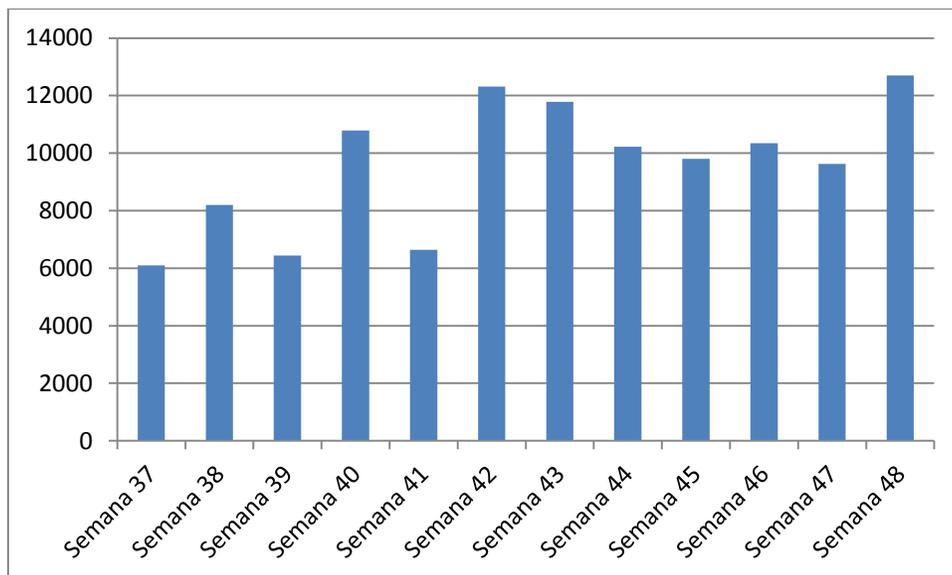


Figura 7.1 Grafica de producción semanal
(Fuente: Elaboración propia)

Por tanto la producción promedio semanal es de 9578.58 con una desviación estándar de 2,277.49 piezas, aumentando en 1.19% el promedio de la producción semanal en comparación al periodo correspondiente a los meses enero – noviembre del año 2011.

En la **Figura 7.2** se observa el número de piezas terminadas mensualmente en el periodo abarcado de los meses de septiembre a noviembre del 2011, en el cual

se presenta el mes de septiembre como el más bajo con 25,257 piezas terminadas, continuando con 52,688 piezas como el punto más alto en producción en el mes de noviembre.

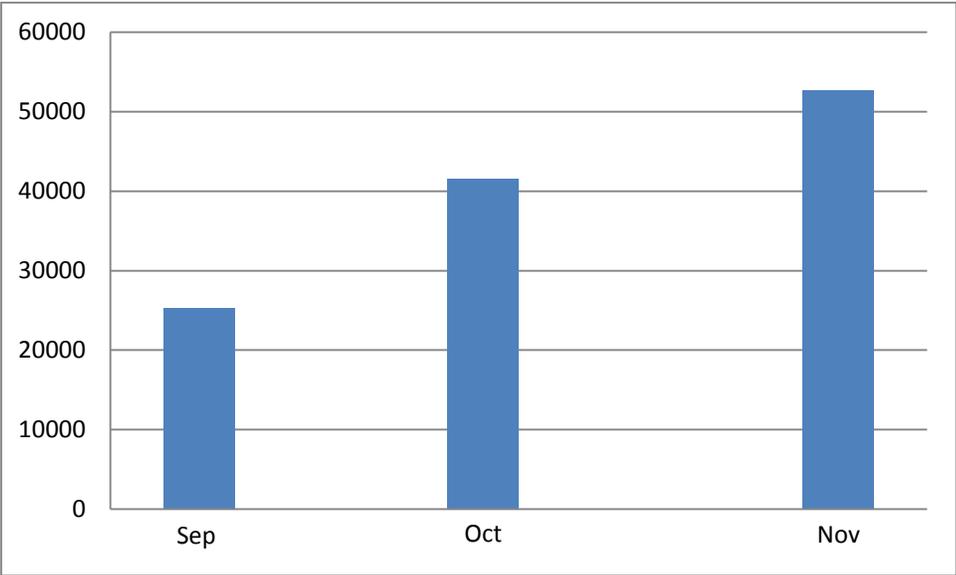


Figura 7.2 Grafico de producción mensual sep.-nov.
(Fuente: Elaboración propia)

El número promedio de piezas producidas en los meses mostrados en la gráfica es de 39,821, con una desviación estándar de 13,794. Se observa un aumento de 1.15% en la producción mensual y una disminución del 0.99% de desviación estándar de acuerdo con el periodo de enero – agosto de 2011

7.2 Inventario en proceso

En la **Tabla 7.2** se muestra el total mensual de inventario en proceso en los meses de septiembre a noviembre del año 2011, el cual tiene como inventario inicial de dicho periodo \$873,152.34, disminuyendo a \$691,074.70 en mes de noviembre, reduciendo \$182,077.64 de inventario en tres meses.

Tabla 7.2 Inventario en proceso sep.-nov.
(Fuente: Casal's Internacional S.A de C.V.)

MES	INVENTARIO EN PROCESO
SEP	\$ 873,152.34
OCT	\$ 766,493.01
NOV	\$ 691,074.70

A diferencia del periodo comprendido de enero a agosto en el cual se observa un crecimiento del inventario el cual inicia en enero con \$522,038.88 finalizando con un inventario de \$820,656.33 en el mes de agosto periodo en el que solo existe una reducción de inventario en el mes de junio con una reducción de \$38,751.41 para logra un incremento \$116,723.14 en el mes de julio sobre el inventario total del mes anterior, presentado en la Tabla 5.7

La **Figura 7.3** muestra inventario existente en el periodo de septiembre a noviembre de 2011, en el cual se observa un saldo inicial de \$873,152.34 con una disminución para el mes de octubre de 12.21% con un total de inventario de \$766,493.01, obteniendo como resultado final una reducción en el inventario de 20.85% en el mes de noviembre con \$691,074.70 a partir del saldo del mes de septiembre.

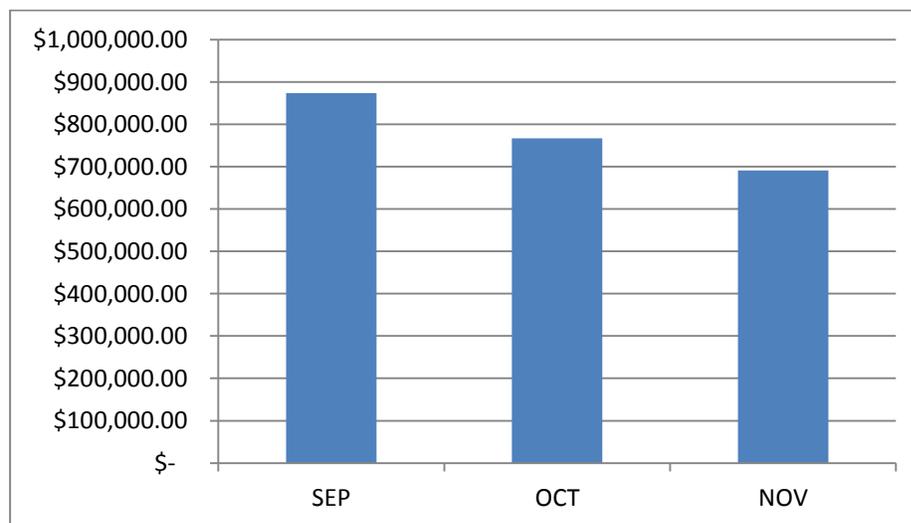


Figura 7.3 Grafica de inventario mensual sep./nov.
(Fuente: Elaboración propia)

7.3 Devoluciones de producto

En la **Tabla 7.3** se representa el histórico de devoluciones del periodo septiembre – noviembre del año 2011 en la empresa Casal’s, mostrando que en el primer mes existió un total de devoluciones por 494 piezas que es el 0.41% del total de ventas del periodo septiembre – noviembre.

Tabla 7.3 Devoluciones meses sep. /nov.
(Fuente: Casal’s Internacional)

Mes	Devoluciones de pieza
SEP	494
OCT	0
NOV	130

La **Figura 7.4** representa el número de devoluciones realizadas por los clientes a la empresa Casal’s con 494 piezas el mes de octubre, y 130 piezas el mes de noviembre siendo estas las piezas devueltas que se presentan en el periodo de septiembre a noviembre del año 2011.

A diferencia del periodo de enero – agosto del 2011 en el que las pérdidas forman un total de 3,136 piezas, obteniendo un total de 3,760 piezas devueltas en el año antes mencionado correspondiente a los meses de enero a noviembre.

En el periodo correspondiente a enero – agosto representa las devoluciones del 86.39% de los productos, mientras que el periodo correspondiente a los meses septiembre – noviembre representa el 13.6% del total del año 2011.

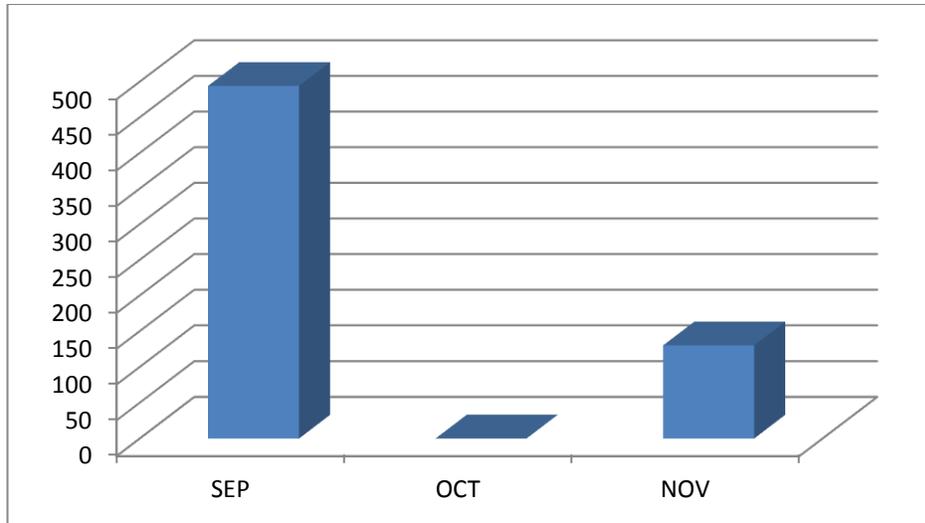


Figura 7.4 Piezas devueltas sep. /nov.
(Fuente: Elaboración propia)

La siguiente grafica muestra una pérdida de \$ 15,768.24 en el periodo de septiembre a noviembre del año 2011, por piezas que no cubren las expectativas del cliente, ya sea en tiempo y forma, por lo cual son devueltas a la empresa.

De acuerdo con los resultados de enero a agosto y los manifestados de los meses de septiembre a noviembre del año 2011 el total de pérdidas económicas es de \$ 109,633.5, por tanto la pérdida del mes de septiembre corresponde al 6.97% del total de pérdidas del año.

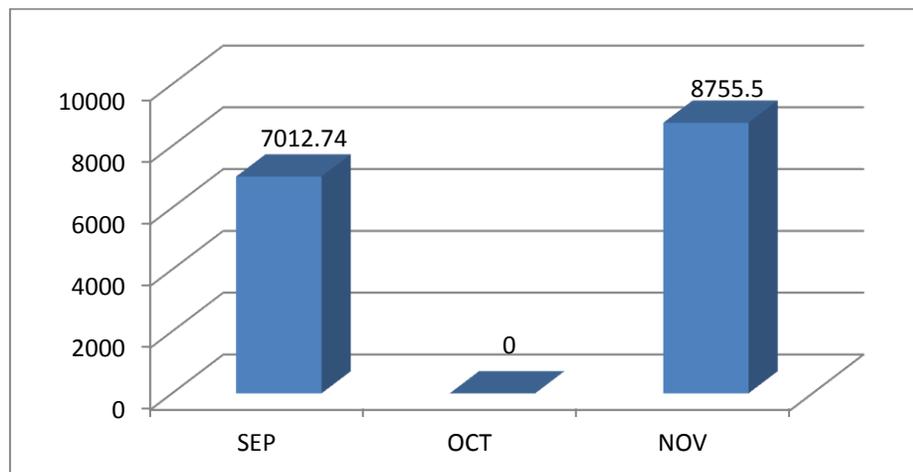


Figura 7.5 Devoluciones en pesos sep. /nov.
(Fuente: Elaboración propia)

7.4 Partículas suspendidas en productos

La **Tabla 7.4** representa el listado de las piezas que presentan partículas suspendidas encontradas en el área de revisión óptica.

Tabla 7.4 Piezas que presentaron partículas en el periodo sep. /nov.
(Fuente: Elaboración propia)

Producto	Piezas elaboradas (sep. /oct. /nov.)	Piezas sin partículas	Porcentaje de eficacia	Piezas con partículas
PARTO 20 REFORZADO	28656	28656	100.00%	0
ADEPLUS	19510	19178	98.30%	332
AVYMINE	15736	14484	92.05%	1251
IVO MAS F	5853	5778	98.72%	75
CALCITON	5633	5458	96.88%	176
IVO MAS ADE	5243	4935	94.13%	308
COMPLEJO B FORTE	5000	4679	93.59%	320
DIPEN F 4 MUI	3902	3551	91.00%	351
GENTA 100	3746	3685	98.35%	62
IVOMAS 3.5% L.A.	3658	3621	98.99%	37
VERMIFUGO 12% VIT.	3570	3495	97.91%	75
PORFER 200	3256	3153	96.85%	102
IVO MAS B12	2805	2614	93.20%	191
VERMIFUGO ADE 12%	2244	2194	97.77%	50
FLOXIMICINA INY 10%	1951	1752	89.81%	199
CEFTIOLAV	1796	1743	97.04%	53
GANAVET	1585	1549	97.70%	37
PORFER PLUS	800	794	99.18%	7
Totales	114943		96.19%	3626

Como puede ser observado, el aumento del porcentaje de eficacia, el cual paso de 92.61% a 96.19%, éste porcentaje de aumento equivale a un promedio de 1,208.5 piezas mensuales que presentaron en los meses de septiembre, octubre y noviembre.

El promedio mensual que se mantenía hasta el mes de agosto en piezas con partículas era de 2,211.9, esto genera un porcentaje de disminución del 54.63%, lo que impacta directamente en los costos tendiendo un ahorro mensual aproximadamente de \$ 9,512.65.

Mediante éste porcentaje de reducción, se puede afirmar que la inversión de \$ 31,425.20 será retornada en aproximadamente 2.16 meses.

Capítulo 8

Conclusiones y recomendaciones

8.1 Conclusiones

Frente a la alta competitividad del ramo farmacéutico veterinario, el no buscar la generación de una empresa de clase mundial, limita la participación en el mercado y compromete la sobrevivencia de empresas con alta inversión en infraestructura y personal.

Con las propuestas generadas bajo el pensamiento esbelto y como fruto del proyecto realizado, se atacaron diversas problemáticas que impactan económicamente al desempeño de cualquier empresa.

La disminución de inventarios, y las pérdidas por errores o reprocesos, son problemáticas que se viven en muchas empresas; la principal tarea es buscar las soluciones para que estas situaciones disminuyan hasta niveles aceptables para producir una empresa sólida desde la base de la excelencia operativa.

Una de las principales características del pensamiento esbelto es dar solución a estos problemas mediante la aplicación de herramientas fáciles de llevar a la práctica, pero con resultados que invitan a trabajar fuertemente en el desarrollo de proyectos más profundos que permitan la mejora continua del sistema.

Las propuestas son un ejemplo de éste pensamiento esbelto, mediante éstas se obtienen resultados interesantes que con dedicación y compromiso del personal, pueden llegar a alcanzar niveles de perfeccionamiento capaces de reducir las mudas existentes en el proceso.

El aumento del 1.15% mensual de piezas producidas, ver **Tabla 7.1.**, equivalente a \$ 456,000 de beneficios anuales, la disminución del inventario en proceso hasta en un 20.85%, alcanzando un ahorro de \$ 37,404.66 anuales, la disminución de las devoluciones de productos, por un monto de \$ 78,349 anuales, y

los ahorros en tiempo de reprocesos y desperdicios, ascienden aproximadamente a \$ 319,486.87.

Permitiendo observar que la mejora continua y la aplicación constante de las herramientas básicas de esta filosofía reditúan económicamente el esfuerzo realizado.

La inversión (\$ 91,078.98) a realizar es cuantitativamente pequeña, para el capital que la empresa posee; la principal tarea es la constancia e inversión de tiempo y capital humano para llevar a cabo estas tareas.

8.2 Recomendaciones

Es recomendable una comunicación estrecha entre cada departamento de que se vincule con el área productiva, esto incluye a mantenimiento, control de calidad y almacén.

Según P. Mendoza (2010: 11) “Si no se mide lo que se hace, no se puede controlar y si no se puede controlar, no se puede dirigir y si no se puede dirigir no se puede mejorar”. Es muy recomendable buscar parámetros de medición que permitan determinar el desempeño continuo de esos indicadores y alcanzar la tan deseada excelencia operativa.

La inmersión de todo el personal en la mejora continua, generará mejores resultados ya que el personal operativo es el más adecuado para determinar las mejoras que permitirán tener mejor resultado en los proyectos futuros. Por lo cual es recomendable su capacitación y toma de opinión para los proyectos futuros.

Dentro de la filosofía Lean Manufacturing existen muchas herramientas de posible implementación en distintas áreas de oportunidad que presenta tanto la línea

de producción como la empresa. Dentro de ellas se encuentra el SMED para los cambios rápidos de presentaciones y productos.

Fuentes

- Badurdeen, A. (2007). *Lean Manufacturing Basics* .
- Bird, A. (2007). *Encyclopedia of Japanese Business and Managemet*. Tayloy and Francis Group.
- Cuatrecasas, L. (2010). *Lean Management*. Barcelona: Editorial Profit.
- Dennis, P. (2004). *Lean Manufacturing Implementation a complete execution manual for any size manufacturer*. The education society for resource management.
- Dennis, P. H. (2007). *Production Simplified second edition*. Productivity Press.
- Feld, W. M. (2001). *Lean Manufacturing Tools, Techniques, and how to use them*. St. Lucie Press.
- Jackson, T. (2009). *5 S for Healthcare*. New York : Taylor and Francis Group.
- Liker, J. K. (2006). *Las claves del éxito de Toyota: 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo*. Barcelona: Ediciones Gestión 2000.
- Lubben, R. T. (1988). *Just-In-Time Manufacturing An aggressive manufacturing strategy*. United States of America: McGraw-Hill .
- Marchwinski, C., Shook, J., & Schroeder, A. (2008). 51. *Marchwinski C., Shook J., Schroeder A. Lean Lexicon a Graphical Glossary for Lean Thinkers. The Lean Enterprise Institute Cambridge. 2008*. The Lean Enterprise Institute.
- Monden, Y. (1997). *Toyota Production System an integrated approach to just in time*. United States of America: Engineering and management press.
- Ohno , T. (1988). *Toyota Production System: Beyond large-scale production*. New York: Productivity Press.
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to See Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. The lean enterprise institute.
- Womack, J. P., & Jones , D. T. (2005). *Lean Solutions How companies and customers can create value and wealth together*. New York : Free Press.