

Tabla 4.10. Balanceo de línea ajustado

Variable	Fórmula	Definición
Desempeño de la línea [DPL _p]	$DPL_p = 1 - \left[\frac{ToH}{Tturno} \right] + \left[\frac{ToM}{Tturno} \right]$ ToH: Tolerancias definidas para operarios ToM: Tolerancias definidas para máquinas TTurno: Tiempo por turno	Corresponde a la eficiencia teórica que se ha definido para la línea. (Las tolerancias corresponden a los tiempos que tanto hombres como máquinas ocupan en funciones naturales o mantenimiento)
Ciclo de control ajustado [C _{ControlA}]	$C_{ControlA} = \frac{C_{Control}}{DPL_p}$	Este corresponde al ciclo de control medido con base en el desempeño de la línea
Unidades por hora [Und*hr]	$Und * hr = \left[\frac{60 \text{ min.}}{C_{Control A}} \right]$	Método de cálculo de las unidades fabricadas por hora de trabajo
Unidades por turno [Und*-Turn]	$Und * Turn = (Und * hr) * \left[\frac{Turn}{Dur_{Turn*hr}} \right]$ Dur: Duración en horas del turno	Método de cálculo de las unidades por turno
Costo por unidad [CoUnd]	$CoUnd = \left[\frac{NO_p * Salr}{Und * Turn} \right]$ Salr: Salario de los operarios	Método de cálculo del costo de la mano de obra en relación con la producción
Productividad	$Productividad = \left[\frac{S_{Unidades}}{N_{Personas * Jornada}} \right]$ S_{unidades}: Unidades de salida N_{personas * jornada}: Talento humano asignado por turno a la línea	Esta medida de rendimiento permite encontrar la relación entre las actividades y los recursos empleados para efectuar un proceso, una operación o una actividad productiva. Se expresa, para efectos de cálculo, como el cociente de las salidas (producción) y las entradas (materiales o recursos empleados para fabricar o ensamblar)

CAPÍTULO I

PREPARANDO EL CAMINO

Guillermo Alberto Fonseca Villamarín
Jaime Alberto Delgado Cifuentes

Centro de trabajo: Confección de cojín y espaldar									
HR	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	13:00	14:00	
	1	2	3	4	5	6	7	8	
TOP	4,6	2,4	2,8	1,8	1,7	2,5	2,7	1,4	
OPI	3	2	5	4	5	2	5	1	
Periodo	Turno No 1			Unidades de salida			250		
Observaciones	Se descuenta la hora de almuerzo, unidades en minutos								
[MTOp]	19,9								
[Nop]	27								
[CControl]	4,6								
[MTLp]	124,1								
[% B]	16%								
Productividad de la línea		18%							

Tabla 4.9. Matriz de balanceo de línea inicial

Centro de trabajo: corte de piezas de tela									
HR	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	13:00	14:00	
	1	2	3	4	5	6	7	8	
TOP	3,2	2,2	3,7	4,8	4,7	5,2	1,3	3,3	
OPI	4	2	2	1	1	2	2	1	
Periodo	Turno N.º 1			Unidades de salida			500		
Observaciones	Se descuenta la hora de almuerzo, unidades en minutos								
[MTOp]	Con base en los resultados obtenidos del balance inicial de la operación de corte se observa que en la hora (6) se tiene la operación con mayor tiempo empleado en ejecutarla. Por ello, se selecciona como ciclo de control la misma. Así mismo, luego de realizar los cálculos de los minutos totales de la línea, se obtiene un porcentaje de balanceo de la operación del 36%.								
[Nop]									
[CControl]									
[MTLp]									
[% B]									

Este capítulo tiene como objetivo preparar el camino del proceso de implementación de LM a través de: i) lograr el compromiso de la gerencia en el apoyo a este proyecto de implementación de LM y la selección del equipo líder, ii) el análisis del contexto, iii) el uso de diferentes herramientas de diagnóstico, iv) construcción de los indicadores que midan el ahorro al implementar las prácticas de LM y, v) construcción del mapa del flujo de valor actual de la empresa.

Cada uno de los apartados se desarrolla mediante un breve resumen teórico del concepto a usar, seguido de una matriz con ejemplos y espacios para que usted, como interesado en esta guía, diligencie y progrese, de la mano de los autores, en la preparación del proyecto de implementación de LM.

Apoyo de la gerencia y selección del equipo líder

Hacer uso de las prácticas de Lean Manufacturing permite a las empresas contar con un mejor conocimiento de la estructura operativa y de fabricación. Además de beneficios adicionales como la reducción de tiempos de espera, el balanceo de las líneas de producción y la consecuente reducción de los costos operativos. Y todo para que la empresa fortalezca sus procesos y haga mejor uso de los recursos que tiene a su disposición. Por otra parte, la calidad y el control se verán impactados paulatinamente de manera positiva en la medida en que se desarrollan las etapas de implementación de Lean Manufacturing.

Un proyecto Lean propende por la mejora continua y por un nivel competitivo que refleje el establecimiento de conceptos como el valor agregado, la reducción de despilfarros y la organización

de esquemas productivos eficientes, que permiten que la gerencia se comprometa con un proyecto de implementación de Lean Manufacturing, que es el núcleo de este tratado.

La base fundamental del éxito de un programa de implementación de LM, antes que el diagnóstico, es el apoyo de directivos, de recursos humanos y del área financiera; para que juntos diseñen el plan motivacional, de acuerdo al personal y a los recursos disponibles de la empresa.

Considerando estos aspectos, desde la óptica de la productividad como elemento clave para el logro de las metas, la colaboración activa del área de talento humano juega un rol importante en el logro de la implementación de LM.

De allí que se deban construir acuerdos que, desde las finanzas y la economía de la empresa, permitan incentivar al personal para la materialización de mejores prácticas y procesos, y se logre conformar un equipo de trabajo robusto y orientado a la mejora continua.

Por ello, el énfasis se centra en la necesidad de estructurar un plan motivacional que incluya bonos económicos, días de descanso, planes recreacionales de familia (temas de bienestar), entre otras opciones, para lo cual se presenta, como ejemplo, una matriz motivacional adaptable a las condiciones económicas de la empresa (cuadro 1-1), y que, entre otras ventajas, permite a los directivos establecer un presupuesto por práctica Lean. Así se fortalece la toma de decisiones y se integra el propósito de la empresa a la motivación del personal. (Hernández, 2015) Otra forma muy común de formular un plan motivacional es establecer un porcentaje de los ahorros obtenidos en la implementación de la práctica *Lean* para repartirlo entre los colaboradores que hicieron posibles dichos ahorros.

La gerencia es, entonces, la encargada de seleccionar el equipo líder de implementación –ELI– que se encargará de transmitir la visión de LM a los empleados y de socializar el propósito que persigue la dirección al emprender un proyecto de esta naturaleza.

Toda la información presentada en los cuadros 4.7 y 4.8 puede manejarse, o presentarse, de diferentes maneras dependiendo tanto de las características de la planta de producción como de las específicas de las unidades de negocio. Por lo general, la mayoría de las compañías utilizan los conceptos que se consignan en los manuales de estudio del trabajo o estudios de ingeniería de métodos. Estos son una herramienta que facilita la comprensión de los conceptos de productividad y eficiencia.

Con base en la información de los anteriores cuadros, se construye una matriz en una hoja de cálculo en la cual, a partir de los datos y las fórmulas del Cuadro 4.6, es posible realizar el balanceo inicial, como se puede observar en la matriz (Cuadro 4.9) de balanceo inicial.

Cuadro 4.8. Datos proceso de confección de cojín y espaldar. Richter Inc.

Centro de trabajo: Confección de cojín y espaldar							
Símbolo	Operación	6:00 - 8:00	8:01 - 10:00	10:01 - 12:00	13:00 - 14:00	TO _p	OP _i
I1	Recibir y revisar piezas cortadas	4,5	4,7	4,6	4,4	4,6,	3
1	Separar piezas cojín	2,2	2,3	2,5	2,4	2,4	2
2	Separar piezas espaldar	2,7	2,6	3	2,7	2,8	5
3	Hilvanar y coser piezas cojín	1,6	1,9	2,1	1,7	1,8	4
4	Hilvanar y coser piezas espaldar	1,7	1,5	1,8	1,6	1,7	5
I2	Revisar calidad de operaciones de hilvanado y costura	2,4	2,5	3	2,2	2,5	2
4	Retirar hilvanados	2,6	2,8	2,7	2,5	2,7	5
T1	Transportar al siguiente proceso	1,4	1,6	1,2	1,5	1,4	1

Para facilitar la selección del equipo líder de implementación se sugiere el uso de la matriz que se presenta en el Cuadro 1-2. En esta matriz, consigne el nombre de cada colaborador por área y califique con un punto la respuesta afirmativa a cada una de las once preguntas; finalmente, revise y seleccione como líder del área la persona con mayor puntaje.

Cuadro 1.1. Matriz motivacional por área y práctica

PRÁCTICA LEAN

5'S

SMED

KANBAN

KAIZEN

OTRO:

Incentivo por la Implementación COMPLETA							
Nombre del beneficiario	Cursos de formación (diplomados, especializaciones u otros). \$800.000	Regalos, bonos o viajes cortos, manejo del estrés. \$500.000	Tiempo (horario flexible, días de descanso). \$200.000	Total/Práctica Lean (\$)			
1							
2							
3							
4							
5							
TOTAL (\$):							

Fuente: elaboración propia

La determinación inicial del balanceo de la línea se realiza con base en la información suministrada por el jefe de producción de la compañía.

Cuadro 4.7. Datos proceso de corte de piezas de tela. Richer Inc.

Centro de trabajo: Corte de piezas de tela							
Símbolo	Operación	6:00 - 8:00	8:01 - 10:00	10:01 - 12:00	13:00 - 14:00	TO _p	OP _i
①	Preparar material	3,1	3,3	3,2	3,1	3,2	4
②	Set-Up máquina	2,1	2,4	2,1	2,2	2,2	2
③	Alimentar proceso	3,5	3,7	3,8	3,6	3,7	2
I1	Inspeccionar calidad	4,5	4,8	4,7	4,6	4,8	1
④	Seleccionar piezas	4,4	4,6	4,8	4,7	4,7	1
I2	Separar piezas defectuosas	5	5,4	5,3	5,1	5,2	2
T1	Transportar material al siguiente proceso	1,1	1,2	1,4	1,3	1,3	2
▽	Registrar información	3,1	3,4	3,3	3,2	3,3	1

Cuadro 4.6. Balanceo de línea inicial

Variable	Fórmula	Definición
Minutos totales del operario [MTO _p]	$MTO_p = \sum TOP_i$ [TOP: Tiempo en minutos del operario]	Corresponden a la suma de los productos entre el tiempo y el número de operarios asignados a esa actividad
Número de operarios [NO _p]	$NO_p = \sum OP_i$ [OP: Operarios asignados]	Es la sumatoria del número de operarios que realizan la actividad
Ciclo de control [C _{Control}]	$C_{control} = > t_{op}$ [t _{op} : Tiempos de operación]	Corresponde al tiempo con mayor periodo entre los tiempos de operación
Minutos totales por línea [MTL _p]	$MTL_p = C_{control} * NO_p$	Tiempo empleado en la actividad de la línea en relación con su ciclo de control
Porcentaje de balance [% B]	$\%B = \left[\frac{MTO_p}{MTL_p} \right]$	Es el indicador que determina la estabilidad de la línea y sus operaciones. (entre más se equilibren los tiempos de cada operación mayor será su magnitud)

Ejemplo práctico 2

La compañía Richter Inc. tiene una línea de producción en la cual se fabrican forros para cojinería de mobiliario, específicamente para sofás. El área de producción ha realizado un estudio de los métodos y el tiempo empleado para realizar la actividades de fabricación. Para esto se han tomado los tiempos con base en un procedimiento normalizado donde el operador realiza sus actividades con un ritmo normal.

Cuadro 1.2. Matriz de selección de líderes y área piloto

	Total								
¿Muestra actitudes para escuchar y resolver conflictos?	11								
¿Tiene disposición para seguir aprendiendo?	10								
¿Mentalidad positiva y abierta al cambio?	9								
¿Tiene buena comunicación con el jefe y el equipo de trabajo?	8								
¿Puede dar más de lo que hace?	7								
¿Quién puede sustituirle?	6								
¿Conocimiento de la organización y el negocio?	5								
¿Potencial de liderazgo?	4								
¿Compromiso vs. talento?	3								
¿Es de confianza?	2								
¿Cumple con sus funciones?	1								
Área									
Cargo									
Nombre									

Fuente: elaboración propia

Como resultado de esta práctica se realiza la capacitación en liderazgo de tal manera que los líderes seleccionados sean actores destacados en la socialización del proceso. Las capacitaciones deben incluir criterios para formular un plan detallado o cronograma como los siguientes:

- Tema a trabajar
- Público al que va a estar dirigido
- Fechas de inicio, finalización e intensidad
- Objetivos, metas y resultados esperados

Por otra parte, este plan detallado o cronograma se deberá acompañar de un líder dedicado al seguimiento, que motive al personal en el cumplimiento de la meta. Así mismo, en la concreción de los entregables como elemento asociado a la evolución del proceso.

Como complemento, se deberá promover el hábito de asistir a las reuniones del ELI, como espacio propicio para la resolución de dudas, la asignación de responsables, la priorización y la definición de los aspectos o actividades pendientes.

Análisis del contexto de la mipyme

Es recomendable que, al tiempo que se trabaja en el logro del apoyo de la gerencia, se adelante el análisis del contexto en que está inmersa la empresa.

Para el desarrollo de un análisis de contexto en la empresa es fundamental considerar algunas herramientas que permiten auscultar la configuración de su estado, así como el de los escenarios internos en los cuales la compañía, su estructura y los métodos que se emplean, ejercen influencia sobre la manera como se desenvuelven los elementos productivos, los recursos y el talento humano involucrados en las actividades de manufactura o en la prestación de servicios. Bajo esta consideración es clave que, antes de diagnosticar e identificar la problemática, se definan las metas financieras de la empresa para abrir el camino a identificar los posibles proyectos internos que apunten a dichas metas; también es necesario visualizar el impacto que podría tener el contexto empresarial en el área de producción,

El método de balanceo de línea se estructura a través de las variables que se presentan en los cuadros 4.5 y 4.6.

Considerando las prácticas que se trabajan con Lean Manufacturing. (López Acosta M. Martínez Solano G. Quirós Morales A.& Sosa Ochoa J., 2011).

Cuadro 4.5. Variables a considerar para un balanceo de línea

Generales	Específicas
• Definir e identificar las tareas que componen el proceso productivo	• Igualar la carga de trabajo entre los ensambladores
• Tiempo necesario para desarrollar cada tarea	• Identificar la operación cuello de botella
• Los recursos necesarios.	• Determinar el número de estaciones de trabajo
• El orden lógico de ejecución	• Reducir el costo de producción
	• Establecer el tiempo estándar

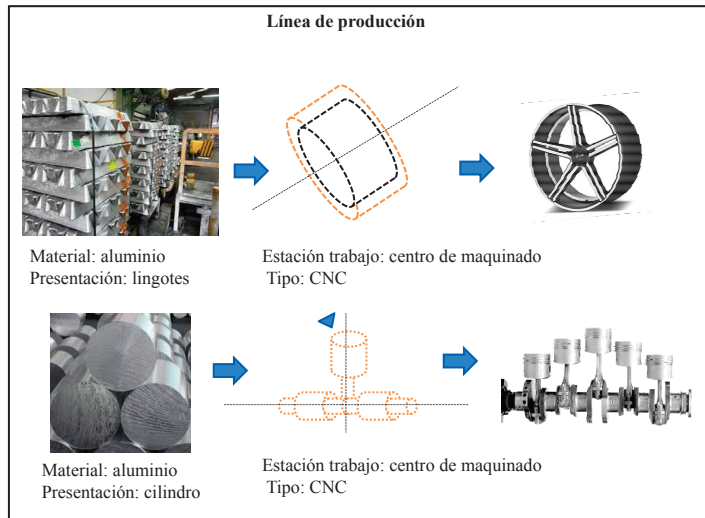


Figura 4.2. Ejemplo de una configuración de línea de fabricación

El otro tipo de configuración es el de línea de ensamble (Figura 4.3), cuya función principal es la de unir componentes para desarrollar un ensamble integrado dentro de una unidad.

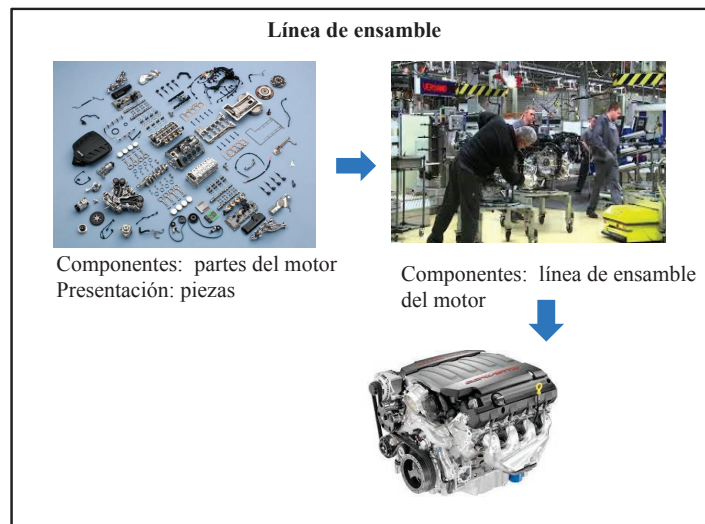


Figura 4.3. Ejemplo de línea de ensamble

y para ello se recomienda el uso de la matriz DOFA y el uso de la herramienta P.D.S.A anteriormente conocida como Planear, Hacer, Verificar y Actuar -P.H.V.A.- (Sundar, Balaji & Kumar, 2014).

Definición de metas financieras

Una vez tomada la decisión de iniciar un proceso de mejoramiento, el siguiente paso es establecer metas financieras que sean alcanzables, pero retadoras; que el conjunto de los proyectos de mejoramiento, no solo tenga un impacto cualitativo, sino también un impacto financiero que genere crecimiento y valor. Por ello, determinar metas financieras puede llegar a ser engorroso, ya que calcular los cambios en el nivel de ventas, en el costo, en el nivel de inventarios, en el de gastos administrativos, en cuentas por pagar y en sus respectivos impactos en la utilidad neta e indicadores de sostenibilidad financiera, puede ser muy demorado. De allí que se recomiende emplear una herramienta en la que se puedan simular diferentes escenarios deseados, para llegar, al final del ejercicio, a un escenario ideal consolidado de manera ágil y clara.

Los indicadores que se propone calcular son el Ebitda, Margen Ebitda, Capital de trabajo Neto Operativo, KTNO; Productividad del Capital de Trabajo, PKT, y la Palanca de Crecimiento, PDC; a los cuales se les denomina inductores de valor, porque miden el crecimiento de la organización y la generación de valor (Jiménez Sánchez J., 2015). A continuación las fórmulas para su cálculo:

$$Ebitda = Utilidad Operativa + Depreciaciones + Amortizaciones$$

$$Margen Ebitda = \frac{Ebitda}{Ventas}$$

$$KTNO = Cuentas por Cobrar + Inventarios - Proveedores$$

$$PKT = \frac{KTNO}{Ventas} \text{ debe dar } >1$$

$$PDC = \frac{Margen Ebitda}{PKT} \text{ debe dar } >1,$$

El PDC debe dar mayor que 1 porque significa que las operaciones están dando mayores ingresos respecto a lo que se requiere.

re para trabajar, e indica que está creciendo y generando valor. Si es menor a 1, quiere decir que crecer no es rentable; se está comprometiendo el pago de las obligaciones, impedimento para reponer activos y el reparto de utilidades.

La herramienta que se propone en el Cuadro 1-3 está construida en una hoja de cálculo (Excel, Calc, etc.). A partir de la información del balance general, del estado de pérdidas y ganancias de los últimos 3 años de la organización, y de suponer niveles deseados de ventas, costos y gastos (para el final del año en curso o años futuros), inventarios y cuentas por pagar, se puede evaluar rápidamente si los futuros resultados están alineados con la expectativa del mejoramiento.

Cuadro 1.3. Cuadro recolección de información financiera

	2013	2014	2015	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 4	Esc. 5
Crecimiento de Ventas		35,99%	-8,70%	10%	8%	8%	8%	10%
Participación de costos / Ventas		62,37%	64,03%	64%	60%	64%	64%	60%
% Crecimiento gastos Admón y ventas		21,62%	-3,17%	5%	5%	5%	5%	5%
Días CxC		91	115	115	115	90	115	90
Días Inventario		87	98	98	98	98	70	70
Días Proveedores		53	64	64	64	64	64	64
Días CxP		29	46	46	46	46	46	46

Fuente: elaboración propia

En el Cuadro 1.3, se observan dos secciones, la de la izquierda en gris contiene las variaciones reales de ventas, costos, gastos, CxC, días de inventario, días proveedores y días de CxP de los años 2014 y 2015. En la sección derecha, en color blanco, están las metas supuestas que se deben alcanzar después del programa de mejoramiento y varios escenarios de resultados. En la columna del escenario uno (Esc. 1), se supone alcanzar un crecimiento en ventas del 10% con respecto a 2015, y de un crecimiento en gastos del 5%; las demás variables quedan iguales a 2015. Con lo anterior se obtendrían los resultados del Cuadro 1.4.

Como se observa en la Figura 4.1, el enfoque de valor agregado es un aspecto que contribuye a la mejora continua y que se asocia al control estadístico de la línea de producción; debido a ello es importante la construcción de una matriz de las actividades que agregan valor. Así mismo, con la ayuda del mapeo de flujo de valor o VSM, se logra direccionar el control estadístico que se va a enfocar en reducir aquellas actividades que no agregan valor; para lo cual establecen unos indicadores puntuales (lead time, ritmo de tiempo o Takt Time, tiempo disponible para producción y demanda) que van a estar encargados de medir lo que realmente incide sobre el proceso productivo. Por otra parte, también se deben considerar aquellos indicadores que han sido construidos por la empresa y que gracias a su *know-how* permiten valorar el alcance de las metas dentro de un esquema de medición y control estadístico de los procesos.

Balanceo de línea

Esta herramienta se enfoca en el control de las operaciones; su objetivo es lograr que el sistema productivo funcione bajo un ritmo acorde a las variaciones de la demanda, pero conservando la sincronía en los flujos de materiales, producto e información. Bajo esta premisa, los inventarios, los tiempos de espera, los tiempos de fabricación y las entregas son los componentes que se ven afectados por una distorsión en los flujos operacionales. Su propósito fundamental es lograr que sean iguales los tiempos de trabajo dentro de cada estación o centro de trabajo. Una producción balanceada requiere un proceso riguroso de recopilación de datos, toma de tiempos y un análisis de los movimientos. Así mismo, las inversiones económicas, destinación de recursos físicos y redistribución de las instalaciones en algunos casos.

Cuando se plantea la necesidad de realizar un balance de línea, es clave que se identifique la configuración del sistema productivo. En términos generales, dicha configuración depende de las características de la operación. Así se encuentra un esquema de tipo línea de fabricación o producción donde su función principal es la construcción de componentes. (ver Figura 4.2).

Cuadro 4.4. Cálculo del costo de gestionar inventario con base en el lote óptimo manufactura Lean

C.G-inven- tario	\$54.083	Ecuación (4.2)	$C.G-inv= \frac{1.387}{2}(39) + \frac{250000}{1.387}(150)$
Demanda [D]	250.000		
Costo de mantener inv. [H]	\$39		
Costo fijo producir [S]	\$150		
Tamaño de lote [Q*]	1.387	El ahorro al reducir el tamaño del lote representa un costo de gestionar el inventario de \$ 570.917* USD al año. *(625.000-54.083 = 570.917)	

Para ofrecer un panorama amplio de las características de un esquema de manufactura tradicional en relación con uno de Lean, los autores Quesada-Pinedo, Buehlmann & Arias presentan un comparativo (Figura 4-1), que especifica los elementos constitutivos de cada esquema en particular. (Quesada-Pineda H. Buehlmann U. & Arias E., 2012).

Manufactura Tradicional	Manufactura Lean
Productos Estandarizados	Productos personalizados
Enfoque en la utilización	Enfoque en el valor agregado
Administración de la información	Control estadístico para cada línea de producción
Automatizar todo	Eliminar actividades que no agregan valor de primero
Medir todo	Medir solo lo necesario
Precio es lo primero	Calidad es lo primero
Inspección de Calidad	Calidad en la fuente
Costos de Calidad	La calidad es gratuita
Compra de equipos nuevos	Mejorar los equipos actuales primero
Uso de tecnología para incrementar productividad	Usa la mejora de procesos para aumentar productividad
Inflexible	Flexible
Sistemas "Push"	Sistemas "Pull"
Ignora tiempos de ajuste y puesta en marcha	Minimiza tiempos de ajuste y puesta en marcha
Acepta tiempos de ciclo	Reduce el tiempo de ciclo

Figura 4.1. Comparación entre la manufactura tradicional y Lean

Fuente: Quesada-Pineda H. Buehlmann U. & Arias E. (2012). Pensamiento Lean: ejemplos y aplicaciones en la industria de productos de madera. Virginia Cooperative Extension - Virginia Polytechnic Institute and State University, Publication ANR-17S, Virginia US, 1-17.

Cuadro 1.4. Resultados bajo escenarios

	2013	2014	2015	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 4	Esc. 5
Ingresos Operacionales	2.444	3.323	3.034	3.337	3.277	3.277	3.277	3.337
Costo de Ventas	1.374	2.073	1.943	2.136	1.966	2.098	2.097	2.002
Utilidad Bruta	1.070	1.251	1.091	1.201	1.311	1.178	1.180	1.335
Gastos de Admón. y Ventas	726	883	855	898	898	898	898	898
Utilidad Operacional	344	368	236	304	413	281	282	437
Depreciaciones, Amortizaciones y Provisiones	30	155	158	162	162	162	162	162
EBITDA	374	523	395	465	575	442	444	599
Impuestos	107	111	67	89	125	81	82	132
Flujo de Caja Bruto - FCB	267	412	328	377	450	361	362	466
Variación KTNO		48	112	160	150	(76)	(14)	(216)
Margen Ebitda	15,7%	13,0%	13,9%	17,5%	13,5%	13,5%	17,9%	
Análisis de Capital de Trabajo								
Disponible y Bancos	94	138	169	177	170	177	177	170
Deudores CxC	685	967	943	1.051	1.032	808	1.032	823
Inventarios	446	540	505	574	529	564	402	384
Capital de Trabajo para Operación	1.225	1.645	1.617	1.802	1.730	1.549	1.611	1.377
Proveedores	188	416	264	374	344	368	367	351
Cuentas por Pagar	105	224	263	267	246	263	263	251
Impuestos, Gravámenes y Tasas	49	92	88	102	100	100	100	102
Obligaciones Laborales	71	48	71	76	72	76	76	72
Pasivos Estimados y Provisiones	107	111	67	71	64	67	67	64

CxP Proveedores de Bienes y Servicios	520	892	752	890	827	873	872	840
KTNO	705	753	865	912	903	677	739	537
PKT		22,7%	28,5%	27,3%	27,6%	20,6%	22,5%	16,1%
PDC		0,69	0,46	0,51	0,64	0,65	0,60	1,12

En la sección en verde de la columna del Escenario 1 se observan los resultados. Los ingresos operacionales aumentan de 3.034 en 2015 a 3.337 en 2016 y los gastos de 1.091 en 2015 a 898 en 2016. Al final, el PDC es 0.51, resultado insuficiente para la sostenibilidad de la organización, ya que el capital de trabajo que está generando el negocio es insuficiente.

En el Escenario 1, resultado de calcular el PDC, es claro que en el 2014 y 2015 no hubo generación de valor al ser menor a 1.

En el Escenario 5 que permite crecer y generar valor, se llegaría a un PDC de 1.12. Las medidas para alcanzar este resultado son: crecer en ventas el 10%, el costo debe tener una participación del 60% de las ventas, un crecimiento de gastos del 5%, los días de cartera e inventarios disminuirlos de 115 en el 2015 a 90 y de 98 días a 70, respectivamente. Los días de proveedores y las cuentas por pagar pueden permanecer en los mismos niveles.

Los anteriores supuestos se convierten, entonces, en las metas que los proyectos de mejoramiento, en su conjunto, deben llegar a aportar. Se debe prestar especial atención a la meta del 60% de costo sobre las ventas o, en otras palabras, en una disminución del 4% en el costo (pasar del 64% del 2015 al 60%), ya que es en el costo donde, por lo general, los proyectos de Lean Manufacturing se enfocan.

El siguiente paso es identificar proyectos cuyos resultados permitan cumplir con las anteriores metas. Se debe, entonces, realizar un diagnóstico de las operaciones en todas las áreas para detectar los desperdicios.

Ciclo PDSA (PHVA)

El ciclo PDSA, también conocido como el ciclo de Deming o PHVA, corresponde a una serie sistemática de pasos orientados

Cuadro 4.2. Cálculo del tamaño de lote manufactura tradicional

C.G-inven- tario	\$625.000	Ecuación (4.2)	$625000 = \frac{Q}{2}(39) + \frac{250000}{Q}(150)$
Demanda [D]	250.000		
Costo de mantener inv. [H]	\$39		
Costo fijo producir [S]	\$150		
Tamaño de lote [Q]	32.051	Esta cantidad corresponde a la produc- ción que se mantendrá en inventario mínimo para cumplir con la demanda anual de 250.000 unidades.	

Por otra parte, si la empresa establece una estrategia combinada de logística, producción y servicios donde el enfoque es más PULL, el cálculo del tamaño de lote se efectúa de la siguiente manera (Cuadro 4.3):

Cuadro 4.3. Cálculo del tamaño de lote manufactura Lean

Demanda [D]	250.000	Ecuación (4.3)	$Q^* = \sqrt{\frac{2 * 250.000 * 150}{39}}$
Costo de mantener inv [H]	\$39		
Costo fijo producir [S]	\$150		
Lote óptimo [Q*]	1.387	Esta cantidad corresponde a la produc- ción óptima en inventario para cum- plir con la demanda anual de 250.000 unidades.	

Ahora bien, como se aprecia en la Tabla 3, la cantidad óptima del inventario de producto terminado es inferior a la que se obtiene de un enfoque Push o de manufactura tradicional, ya que la diferencia entre 32.051 unidades (manufactura tradicional) y 1.387 unidades (manufactura Lean) es de 30.664 unidades menos, lo cual representa un ahorro que se puede calcular como se presenta en el Cuadro 4.4:

Según los datos del jefe de operaciones, el costo de producir este artículo es de aproximadamente \$150 USD la unidad, para lo cual el costo de mantener en inventario corresponde a un 25% del valor unitario de producir el artículo, con un incremento adicional en la temporada de verano de 5% y el costo total anual de gestionar el inventario es de \$ 625.000 USD.

Para determinar la demanda anual, la compañía se basó en el histórico de ventas del producto para los últimos cinco (5) años presentado en el Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1. Pronóstico de venta del refrigerador industrial en los últimos cinco (5) años

Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Pronóstico
275	320	195	245	215	250
Las ventas están dadas en miles de unidades por año del producto refrigerador industrial.					

Considerando que el sistema productivo de esta compañía es el tradicional basado en la utilización, con un enfoque PUSH y Make to Stock^{1*}, el cálculo del tamaño del lote se realiza como se muestra en el Cuadro 4.2:

^{1*} PUSH: es un esquema productivo en el cual, para responder a la demanda, las compañías se basan en un pronóstico que no muchas veces es correcto por lo que pueden incurrir en sobreproducción. Así mismo, Make to Stock implica la fabricación de los productos para mantener un inventario o almacenarlo a la espera de la venta, esto también puede generar un exceso de inventarios.

a la generación de valor, aprendizaje y conocimiento, con base en la mejora continua de los procesos o del producto.

El primer paso de este ciclo es la Planeación, que implica la identificación de la meta, el propósito, o la formulación de una teoría en la cual se definen, entre otros aspectos, las métricas adecuadas para el sistema productivo o de servicios y se ponen en marcha las acciones planificadas.

El segundo paso se asocia al Hacer; en el cual los componentes estructurados en la fase inicial de la planeación son implementados y de este modo la fabricación del producto mejora consecuentemente con sus procesos.

Como tercer paso está Verificar, en él se realiza el monitoreo y la validación de las salidas que tiene el proceso, y se establecen los mecanismos de medición de las acciones planeadas y realizadas en los dos pasos anteriores. Cabe precisar que en este paso se logra la identificación de los problemas asociados a las áreas productivas o de servicios, así como del rendimiento de las mismas, de manera que se obtenga el éxito en su desempeño.

Finalmente, está el paso de actuar, que cierra el ciclo integrando los aprendizajes obtenidos de los pasos anteriores y durante todo el proceso, lo cual permite efectuar los cambios de método, la reformulación de las teorías o el ajuste de las metas trazadas.

Esta secuencia o ciclo de pasos se repite de manera sucesiva hasta lograr una mejora continua en el sistema productivo (Deming Institute, 2015).

Análisis DOFA

Por otra parte, es recomendable el uso del análisis DOFA dada la utilidad de esta herramienta de diagnóstico que permite, de manera creativa y sencilla, la generación de estrategias a partir de la identificación de los factores internos y externos a la organización (OIT, 2005). Su combinación con el ciclo PDSA potencia el desarrollo de la planeación, la ejecución y la configuración de las áreas productivas que presentan oportunidades de mejora,

de manera que se reduzcan los impactos negativos dentro del contexto de la organización. (Cotón, 2016), (ver Figura 1.1).

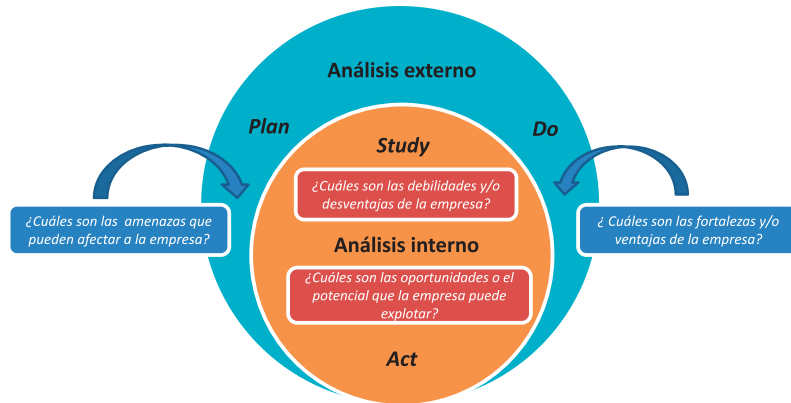


Figura 1.1. Ciclo Deming y análisis DOFA

Fuente: Fonseca - Villamarín, 2015.

A continuación se presenta la forma clásica de desarrollar la matriz DOFA, con un elemento adicional que orienta sobre cómo se enlazan las metas con los diferentes componentes de la matriz. (Cuadro 1-5).

Cuadro 1.5. Matriz DOFA clásica

	Positivo	Negativo
Origen interno	Fortalezas [Meta 1-2]	Debilidades [Meta 3-4]
Origen externo	Oportunidades [Meta 3-4]	Amenazas [Meta 1-2]

Fuente: elaboración propia

Royo, presentan un indicador logístico que se asocia a la determinación de un lote óptimo. (Valencia J. Lambán M. & Royo J., 2014).

La idea fundamental de estos autores parte de los conceptos básicos definidos por Taylor, donde la gestión de los inventarios se define en la ecuación 4.1:

$$\text{Costo de la Gestión inventario} = \text{Costo de Inventario} + \text{Costo del Pedido} \quad (4.1)$$

Cada variable dentro de dicha ecuación tiene una implicación directa en la demanda y, por ende, en el tamaño de los lotes de producción, ya que de manera desagregada la función se define como lo muestra la ecuación 4.2:

$$CG_{\text{inventario}} = \frac{Q}{2}H + \frac{D}{Q}S \quad (4.2)$$

Dentro del costo del inventario se observa la importancia del tamaño de lote que está representado por la variable Q, la cual a su vez se asocia con el costo unitario anual de mantener el inventario H; como segundo componente de la ecuación se observa que la demanda D se asocia con el costo fijo de comprar o producir S y nuevamente se observa la influencia del tamaño del lote Q. Para lograr entonces determinar el lote óptimo es necesario que la ecuación se considere en equilibrio, por lo cual se iguala a cero para obtener el lote óptimo Q*:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * S}{H}} \quad (4.3)$$

Aunque este enfoque se orienta más hacia la utilización, es necesario dado que su estructura permite establecer un parámetro inicial para la determinación de un tamaño de lote de producción reducido. Por otra parte, los productos estandarizados se acoplan más a un modelo de inventarios EOQ.

Ejemplo práctico

La empresa Marc Co. es una compañía que ensambla refrigeradores y que, de acuerdo al departamento de producción, maneja una demanda anual de aproximadamente 250.000 unidades de un refrigerador industrial que se diseñó para la tiendas de barrio.

elementos no deseables en un esquema productivo de clase mundial han hecho que la gran empresa considere la reducción de sus lotes de producción, así mismo, las mipyme han encontrado también en las herramientas de mejora continua, en especial en Justo a Tiempo –JIT–, un aliado al momento de reducir sus lotes de producción; sin embargo, el desconocimiento del manejo de estas herramientas hace que opten por desistir de implementarlas o, en el mejor de los casos, las implementan de manera fraccionada, lo cual genera un vacío que no permite el alcance de las metas en el tiempo proyectado.

Para lograr una reducción de lote de producción, a cualquier escala de empresa u organización, es necesario que, como principal medida, exista una meta que incluya el compromiso desde la alta gerencia hasta el último integrante del equipo de implementación de Lean Manufacturing. Por otra parte, son muy importantes la capacitación y la continuidad con los talleres Kaizen, dado que estos permiten la conceptualización, la cohesión y ofrecen una visión de la manera adecuada para adoptar las prácticas de Lean Manufacturing que se utilizan en esta etapa de implementación que es más cercana a una puesta a punto para la operación.

Un primer elemento para la consecución de una reducción que no vaya a desactivar el normal flujo de materiales y de respuesta a la demanda está dada por los inventarios. Ellos representan un capital de inversión, pero a la vez un costo al mantenerlos, conservarlos y/o movilizarlos. Dentro de los inventarios está entonces una variable clave para la reducción de los lotes de producción.

En síntesis, se hace referencia a la gestión de inventarios; su función principal es establecer un equilibrio entre los costos totales, los costos operativos y la demanda. Por ello, existen muchos modelos que permiten explorar la posibilidad de gestionar los inventarios de manera que estos sean un factor que en su dinámica se sincronice con la demanda. Así entonces, en un contexto industrial el primer paso para la reducción de los lotes de producción se logra a través del uso de un modelo de lote óptimo –EOQ–, autores como Valencia, Lamban y

La combinación de DOFA y PDSA favorece la consolidación de las metas que se han propuesto y que son requeridas para el éxito de la implementación de las prácticas de LM.

Por otra parte, se hace énfasis en la identificación de aquellas que son puntuales y serán objeto del análisis de contexto para extraer los elementos centrales que harán parte del diagnóstico inicial.

Para la compresión del manejo de las dos herramientas anteriores, se ha configurado una matriz que recoge las metas resultantes del análisis DOFA que se pueden apoyar con el uso de las prácticas LM. (Cuadro 1.6).

Cuadro 1.6. Matriz para el análisis de contexto

Análisis de contexto	PDSA					
	Práctica/(as) de Lean					
	Plan		Do	Study	Act	
	Metas	Método	Definir técnica entrenamiento y capacitación	Puesta en operación (levantamiento de la información)	Monitoreo de avances y resultados	Repetir ciclo. ¿Nuevas metas?
DOFA	META 1: Potencializar las fortalezas (definidas en la matriz DOFA) y aprovechar las oportunidades encontradas					

REDUCCIÓN DEL TAMAÑO DE LOTE

El sector industrial, cuyo principal eje es la manufactura dentro de su esquema productivo, se caracteriza por la flexibilidad y la producción por lotes, lo que ofrece ventajas al momento de aprovechar las economías de escala. Este escenario se ha consolidado desde el periodo de posguerra de la Segunda Guerra Mundial como una manera alternativa para potenciar la utilización de los recursos, la maquinaria y la reducción de tiempos en las operaciones, así como en las actividades productivas de un modo eficiente.

Si bien esta configuración permite, entre otras posibilidades, procesar más piezas por unidad de tiempo y distribuir los costos asociados de manera que se amortigüe el impacto que estos ejercen sobre las operaciones, también es posible que se incrementen los tiempos de entrega globales. Por otra parte, se puede generar un incremento del inventario en proceso que, en algunos casos, tiende a convertirse en una muda o en uno de los despilfarros que ya se han mencionado en este libro.

Bajo estas consideraciones y con base en los comportamientos en un mercado globalizado, las tendencias de desarrollo para los sistemas productivos se han encaminado hacia la implementación de filosofías como Lean Manufacturing que buscan la eliminación de despilfarros o mudas. Dichos

	Metas	Método	Definir técnica entrenamiento y capacitación	Puesta en operación (levantamiento de la información)	Monitoreo de avances y resultados	¿Reajus- tar?	Repetir ciclo. ¿Nuevas metas?
DOFA	META 2: Prevenir el impac- to de la amenaza principal (definida en la matriz DOFA) usando las fortalezas encontradas previamente						
	META 3: Mejorar la debilidad (definida en la ma- triz DOFA) usando las oportunidades						
	META 4: Mitigar el impacto de los riesgos aso- ciados a la debilidad y a la amenaza prin- cipal (definidas en la matriz DOFA)						

Caracterización de las actividades que agregan valor

En la literatura asociada a la competitividad y a la estrategia, uno de los autores que ha desarrollado la identificación de las actividades que agregan valor en la cadena es Michael Porter, quien ha trabajado la temática de la competitividad con una perspectiva integral, y fundamentalmente su enfoque económico hace posible la extrapolación al entorno de los sistemas productivos dado que, en su definición de la cadena de valor, aparece la configuración de la estructura empresarial y de ella se derivan las áreas que generan valor agregado para el sistema productivo. Por otra parte, permite contrastar el contexto interno con las cinco fuerzas competitivas propias del contexto externo.

Bajo la consideración anterior, se definen a nivel interno cinco actividades primarias y cuatro secundarias (ver Figura 1.2).

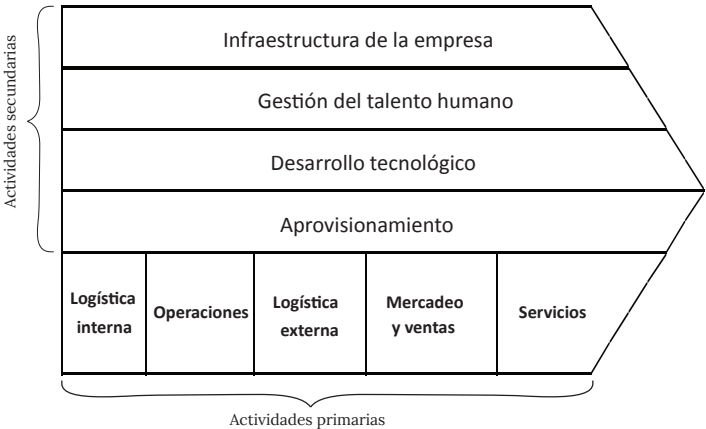


Figura 1.2. Cadena de valor de Porter

Fuente: Porter, M. E. (2008). *Las cinco fuerzas competitivas que le dan forma a la Estrategia*, Harvard Business School, Vol. 86, Pág. 58-77

Logística interna: se compone de las actividades previas a la transformación de las materias primas. Incluye el manejo, la planificación y el control de las mismas. En ese orden de ideas, la recepción de las materias primas e insumos requeridos para la transformación son actividades primarias, también se asocian a

CAPÍTULO 4
SINCRONIZANDO EL SISTEMA

Guillermo Alberto Fonseca Villamarín