



.//04

Introducción a las Tecnologías de Gestión_

Proceso productivo



ISBN 978-950-532-329-6



Introducción a las tecnologías de gestión : proceso productivo 4 / Iver Alejandro Piro Santo ... [et al.] ; contribuciones de Laura Liliana Owczarczyn ... [et al.] ; coordinación general de María Eugenia Suarez ... [et al.] ; ilustrado por Alexis Lastra ... [et al.] . - 1a ed . - San Martín : Instituto Nacional de Tecnología Industrial - INTI, 2017.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-950-532-329-6

1. Tecnología. 2. Control de Gestión. 3. Proceso Productivo. I. Piro Santo, Iver Alejandro II. Owczarczyn, Laura Liliana, colab. III. Suarez, María Eugenia, coord. IV. Lastra, Alexis, ilus.

CDD 607

Dedicatoria_

La Red de Tecnologías de Gestión del INTI cumple once años de trabajo y crecimiento continuo.

El desarrollo del presente Manual ha sido posible gracias al apoyo constante de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón y es el resultado de muchos años y de muchas personas que comparten la pasión por el desafío de la mejora continua.

Dedicado a todos los que día a día construyen una industria más eficiente y colaborativa, a los que se esfuerzan por superarse, a los que piensan siempre en las condiciones de trabajo de la gente, a los que comparten sus conocimientos, a los que entienden el valor de la confianza, a los que se sienten parte de un equipo, a los que no dejan de intentar y a los emprendedores que impulsan sus ideas, y que con pasión, construyen un mejor futuro.

Agradecimientos_

- A Marcos Rodríguez, Coordinador de la Red de Tecnologías de Gestión del INTI, por gestar y promover la difusión de las tecnologías de gestión a través de este material.
- A Natalia Vazquez y Magalí Mogensen, de la Red de Tecnologías de Gestión del INTI, por la coordinación y recopilación del contenido y gestión para la impresión del Manual.
- A María Eugenia Suárez, Coordinadora de Cooperación Internacional del INTI, por la gestión para contar con los fondos y por el apoyo en el seguimiento.
- A Laura Owczarczyn, de la Red de Tecnologías de Gestión de INTI por su gestión para el armado de los distintos grupos de trabajo para redactar cada uno de los temas de los Manuales.
- A Guillermo Wyngaard, Alberto López, Iver Pirosanto, Emiliano Martínez, Juan Manuel Rubino, Carolina Araujo, Vanesa Urrutia, Laura Owczarczyn y Hernán Zoff, de la Red de Tecnologías de Gestión del INTI por la revisión, corrección y sugerencias de mejora en cada uno de los capítulos.
- A Luis Baretta, de la Red de Tecnologías de Gestión del INTI, quien ha realizado una gran labor en la revisión de cada uno de los temas de los Manuales, para lograr la versión final.
- A la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) a través de Claudia Shinzato y Juan Carlos Yamamoto, que apoyaron una vez más la realización de este Manual.
- A la Asociación de Becarios de Japón en Argentina (ABJA) que permitieron la difusión del conocimiento adquirido por los becarios ya que muchos de los autores se han formado en Japón.
- A Alexis Lastra, María Alcira Matallana Batista y todo el equipo de AML S.R.L por la colaboración y disposición durante el proceso de diseño e impresión.
- A todos los autores y colaboradores que han participado en la redacción de estos nuevos tomos, por su tiempo y su compromiso para llevar adelante esta tarea.

././Autores



• Iver Pirosanto

Ingeniero Industrial
INTI-Mar del Plata

• Andrés Alaluf

Ingeniero Industrial
INTI – Entre Ríos

• Elba Giannasi

Ingeniera química industrial
INTI-Córdoba

• Laura Owczarczyn - Colaboradora

Licenciada en Administración de Empresas
INTI-Entre Ríos

• Alberto Manuel López

Ingeniero Industrial
INTI-Mar del Plata

• Federico Carola

Ingeniero Industrial
INTI-Mecánica

• Antonio Susca

Ingeniero Industrial
INTI-Villa Regina

• Laura Owczarczyn - Colaboradora

Licenciada en Administración de Empresas
INTI-Entre Ríos

• Luis Baretta

Licenciado en Gestión Ambiental
INTI-Mar del Plata



- **Lorena Rodriguez**

Ingeniera Ambiental
INTI – Rosario

- **Erica Schmidt**

Licenciada en Biodiversidad
INTI-Rafaela

- **Victor Goicoa**

Ingeniero Químico
INTI-San Luis

- **Hector Zorzi**

Técnico Superior en Gestión Integrada de la Calidad
INTI-Chubut

- **Amelia Satler**

Técnico Superior en Gestión Integrada de la Calidad
INTI-Chubut

- **Ulises Adam**

Ingeniero Industrial
INTI-Chubut

- **Ivan Arcusin**

Ingeniero Mecánico
INTI-Entre Ríos

- **Romina Torales**

Ingeniera en Alimentos
INTI-Entre Ríos

- **Martin Fernandez**

Ingeniero Industrial
INTI-San Luis

- **Facundo Monti**

Ingeniero Industrial
INTI-San Luis



- **Ruben Rousset**

Ingeniero Químico
INTI-Entre Ríos

- **Juan Manuel Rubino - Colaborador**

Ingeniero Electrónico
INTI-Neuquén

- **Elba Giannasi**

Ingeniera Química Industrial
INTI-Córdoba

- **Alberto Perez Gont**

Ingeniero Industrial, Ingeniero Laboral
INTI-Entre Ríos

- **Federico Carola**

Ingeniero Industrial
INTI-Mecánica

- **Rodolfo Foglia**

Ingeniero Aeronáutico
INTI-Madera y Muebles

- **Claudio Gradizuela**

Licenciado en Organización Industrial
INTI-Entre Ríos

- **Luis Baretta - Colaborador**

Licenciado en Gestión Ambiental
INTI-Mar del Plata

- **Guillermo Wyngaard - Colaborador**

Ingeniero Químico
INTI-Mar del Plata

• TEMA 1

LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO

Introducción a la logística _____	12
• Evolución de la logística a través del tiempo	
• ¿Cuáles son los objetivos de la logística?	
• Enfoque sistémico de la logística	
Logística y cadena de abastecimiento o cadena de suministro _____	13
• Etapas de la cadena de suministros	
• ¿Qué es la logística?	
• Gestión de la cadena de suministros	
• Efecto látigo	
• Diseño de la cadena de suministro	
Gestión Logística _____	15
• Gestión de adquisiciones	
• Gestión de bodegas o centros de distribución	
• Gestión de distribución y transporte	
• Gestión de inventarios	
Introducción a la Logística Inversa _____	21
Indicadores de desempeño logístico KPI's _____	22
Actividades _____	24
Bibliografía _____	25

• TEMA 2

ANÁLISIS DE PROCESOS

¿Qué son los procesos? _____	28
¿Dónde están los procesos en las empresas y organizaciones? _____	28
¿Por qué enfocarse en los procesos? _____	30
¿Por qué analizar los procesos? _____	30
Herramientas para caracterizar y comprender los procesos _____	30
• Diagrama SIPOC	
• Diagrama de flujo de proceso	
• Diagrama de tortuga	
Método sistemático para el análisis de procesos _____	33
PASO 1: Identificar oportunidades	
PASO 2: Definir el alcance	
PASO 3: Documentar el proceso	
PASO 4: Evaluar el desempeño	
PASO 5: Rediseñar el proceso	
PASO 6: Implementar los cambios	
Teoría de las limitaciones (TOC). Análisis de procesos, enfocados en el Cuello de botella _____	34
Actividades _____	37
Bibliografía _____	38



• TEMA 3

PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Introducción	41
Antecedentes	41
¿Qué es la Producción más Limpia (P+L)?	42
¿Cuáles son los objetivos que se persiguen con la P+L?	43
¿Dónde podemos aplicar P+L?	43
Minimización de los residuos	44
¿A que llamamos residuos?	
¿Cuáles son los beneficios de aplicar una estrategia productiva basada en la P+L?	45
Final de Tubo vs. Producción más Limpia	45
¿Cuáles son las barreras para la aplicación de P+L?	46
Kitakyushu: emblema mundial de Produccion más Limpia	47
Producción más Limpia en Industrias Lácteas de la provincia de Santa Fe	48
Bibliografía	51

• TEMA 4

CÍRCULO DE CONTROL DE CALIDAD

Antecedentes	54
Círculos de Control de Calidad	54
• Objetivos	
• Características	
• Beneficios e impedimentos de los CCC	
Tipos de CCC	55
Implementación de CCC – (paso a paso)	56
Caso de Implementación - Práctica	57
Actividades	62
ANEXO: Herramientas utilizadas en el CCC	63
• Las 7 Herramientas de Control de la Calidad	
• Diagrama de Círculo de Control de la Calidad	
• Diagrama de Afinidad o Mapa de Problema Potencial	
• Diagrama del Proceso de Control de la Calidad	
Bibliografía	67

• TEMA 5

LEAN MANUFACTURING

Introducción	70
Qué es Lean Manufacturing	70
Ventajas del Lean Manufacturing	71
Origen del Lean	71
Precios competitivos por reducción de costo	71
Estructura del sistema Lean	71
¿Qué técnicas están incluidas en el Lean Manufacturing?	72
Principios del sistema Lean	73
Valor agregado y desperdicio (Mudas)	73
Que se entiende por Valor Agregado?	73
Demanda y Takt Time	74
Resultados esperados de Lean	75
Implementación de Lean	75
Fase 1: Diagnóstico y formación	
Fase 2: Planificación de la implementación	
Fase 3: Implementación	
Fase 4: Estabilización de mejoras	
Fase 5: Estandarización	
Fase 6: Fabricación en Flujo	
Diagnóstico VSM	77
Medición de resultados Lean a través de indicadores	79
Actividades	81
Bibliografía	82

Tema
././01


Logística y cadena de suministro_

Logística y cadena de suministro o cadena de abastecimiento

Introducción

Podemos decir que la logística involucra al conjunto de actividades que es necesario llevar a cabo para que un producto o servicio sea entregado en el momento y lugar preciso, en las cantidades y condiciones adecuadas, y al mínimo costo, de modo de cumplir las expectativas del destinatario.

Según el Consejo de Gerenciamiento Logístico (Council of Logistics Management – CLM), 1986: *“Logística es el proceso de planificar, implementar y controlar la efectividad del flujo y almacenamiento de materias primas, inventarios en proceso, bienes terminados y la información relacionada, desde el punto de origen al punto de consumo, con el propósito de satisfacer los requerimientos de los consumidores”*.

Las actividades involucradas en la logística son:

- abastecimiento,
- transporte,
- almacenamiento,
- conservación,
- aprovisionamiento y
- distribución,

y están complementadas con la planificación y control de existencias. Como se muestra en la tabla siguiente, estas actividades han estado presentes desde los inicios de la humanidad.

Tabla 1: Evolución de la logística a través del tiempo

Periodo	Hito	Característica	Breve descripción	Evolución de la logística
Primera ola de cambio (8000 a.C.-1650 d.C.)	Desarrollo de la agricultura y la ganadería	Sedentarismo	Lo producido es consumido por los propios productores, sus familias y núcleos cercanos. El excedente es para su propio uso.	Logística intuitiva
		Trueque	El desarrollo del comercio favoreció el intercambio de productos entre regiones diferentes	
Segunda ola de cambio (1650 - 1950)	Industrialización	Separación entre producción y consumo	Surge la dependencia de lo producido por otro. El exceso producido en una zona se enviaba a otras más rentables	Protagonismo de las actividades logísticas
		Organizaciones militares	La sincronización en la entrega de armamento, municiones, víveres, etc., a las tropas en combate influye de manera decisiva en la posterior victoria o derrota.	Logística más organizada y explícita
Tercera ola de cambio (1950-Hoy)	Tecnología y conocimiento	Globalización	Avance tecnológico. Productos más personalizados. Comunicación personalizada.	Modelo integrado de logística en el ámbito empresarial

¿Cuáles son los objetivos de la logística?_

Hacer que esté DISPONIBLE...

- El **Producto** correcto.
- En la **cantidad** correspondiente.
- Con la **calidad** requerida.
- En el **lugar** indicado.
- En el **momento** justo.
- Al **menor costo** posible.

Enfoque sistémico de la Logística_

Si bien la Logística parece algo sencillo, se complica cuando hay que **pagarla**. Como la meta es proveer los servicios logísticos de forma eficiente y al **menor costo** posible, es conveniente enfocarse en la **optimización global de los procesos logísticos**, en lugar de analizar cada actividad de forma individual. Esto significa que todas las acciones o actividades desarrolladas en la logística deben ser analizadas considerando cómo afectan o son afectadas por otras. Por ejemplo, mantener altos niveles de inventario para mejorar el nivel de servicio al cliente, puede aumentar los costos de almacenamiento o incrementar los riesgos de daños u obsolescencia; tratar de reducir el costo del transporte, puede significar en un aumento de los costos de inventario para poder cubrir mayores distancias. En conclusión, es conveniente que **analicemos el sistema como un todo**.

Logística y Cadena de Abastecimiento o Cadena de Suministro_

En el proceso de abastecimiento, producción y distribución, la empresa productora se convierte en cliente de las empresas proveedoras y éstas, a su vez, son clientes de otras compañías que los abastecen. Paralelamente, la empresa fabricante del producto final actúa como proveedora de los mayoristas y/o minoristas. En la figura 1 se muestra un esquema de lo explicitado.

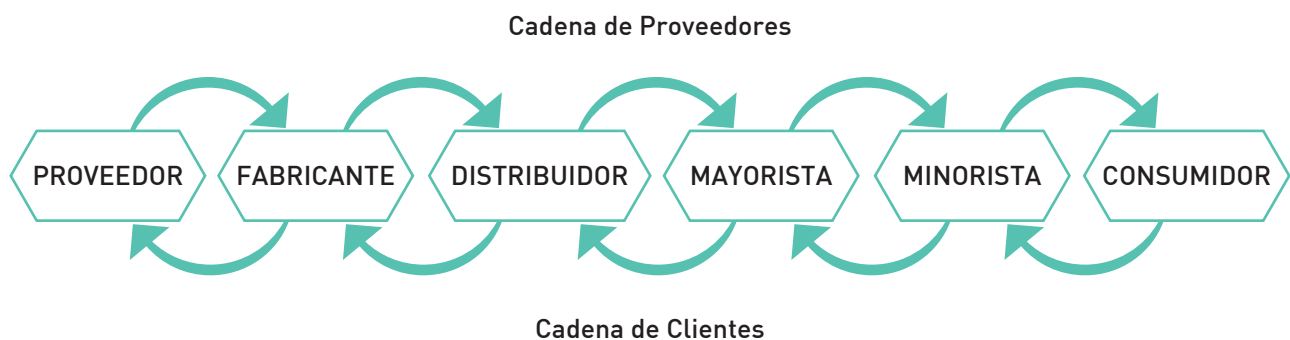


Figura 1: Cadena de suministro

Así, los diferentes participantes son como **eslabones de una misma cadena**. Es lo que se denomina **Cadena de suministro, Cadena de abastecimiento o Supply Chain**.

El CLM en el año 2002 propuso la siguiente definición donde considera a la Logística **como una parte** de la Cadena de suministro:

“La cadena de suministro se extiende... desde el cliente del cliente hasta el proveedor del proveedor”

“Logística es aquella parte del proceso de la Cadena de Abastecimientos que planifica, implementa y controla el flujo – hacia atrás y adelante – y el almacenamiento eficaz y eficiente de los bienes, servicios e información relacionada desde el punto de origen al punto de consumo con el objetivo de satisfacer los requerimientos de los consumidores”

Y... ¿qué es Administración de la Cadena de Abastecimiento?_

Puede definirse como “la integración de los procesos clave de negocios desde el usuario final hasta el proveedor original, a fin de proveer productos, servicios e información para agregar valor a los consumidores y otras partes involucradas”.

La Gestión de la Cadena de Suministro (figura 2) trata de **formar alianzas y relaciones** estables entre todos los miembros, desde los proveedores de los proveedores hasta los clientes de los clientes, que aporten ventajas a todos los miembros.

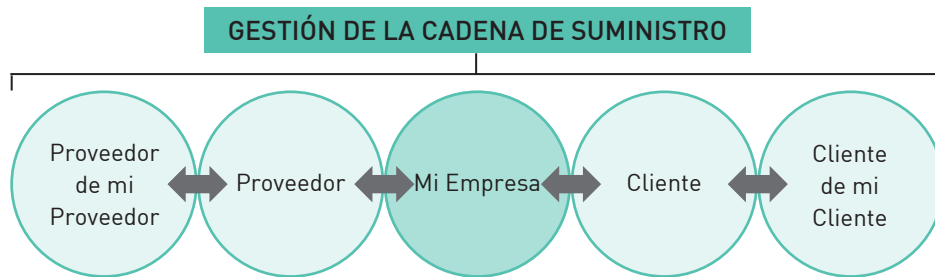


Figura 2: Gestión de la cadena de suministro

Efecto látigo_

Este efecto debe su nombre al comportamiento de un látigo, en donde un pequeño movimiento en la muñeca provoca enormes oscilaciones en la punta (figura 3). Análogamente, aquellas empresas que poseen **pequeñas fluctuaciones en la demanda**, pueden generar **enormes oscilaciones** en los inventarios que se encuentran aguas arriba de la cadena de suministro.

Veamos un ejemplo: El equipo de fútbol de un pueblo ha ganado un campeonato regional que se juega mensualmente. Para celebrar la victoria organiza una fiesta para la cual requieren comprar cervezas. Van al almacén y compran todas las cervezas que tenía, que eran sólo 10. Como necesitaban más, fueron a otros almacenes y compraron en total 100 cervezas. Cada vendedor minorista pensó que sería una buena estrategia pedir 100 unidades al mayorista para el próximo mes para no tener problemas en cumplir con el equipo de fútbol en forma exclusiva.

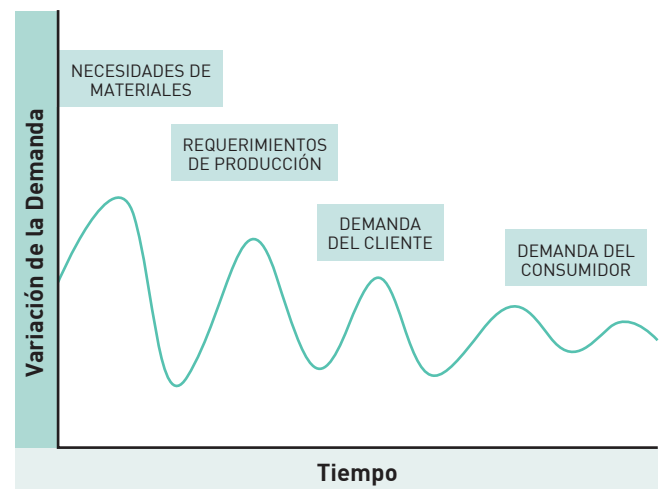


Figura 3: Efecto látigo

De este modo el mayorista recibió pedidos mayores de cervezas. Si los comerciantes del lugar son 10 y antes pedían 10 cervezas cada uno, y ahora piden 100 unidades, al mes se necesitan 1.000 unidades! Dada esta situación, el mayorista considera adecuado hacer un pedido de 1.500 cervezas al distribuidor.

El distribuidor se sorprende por el incremento en el pedido y decide aumentar su pedido al **fabricante** para evitar quiebres de stock y poder satisfacer la demanda del mayorista, entonces pide 3.000 cervezas a la fábrica.

Finalmente el gerente logístico de la fábrica determina producir 5.000 cervezas para no tener problemas en caso de que la demanda siga creciendo. Es decir de 1.000 unidades necesarias, ¡se terminan produciendo 5.000! Las consecuencias pueden ser muy perjudiciales; un abastecimiento superior a la cantidad demandada puede generar excesos de stock, aumentando los costos de almacén, o puede darse el efecto contrario, si nuestra cadena de suministro no es capaz de atender aumentos puntuales de la demanda se perderán ventas seguras.



¿Cuáles son las principales causas del efecto Látigo?_

La **variabilidad en la demanda** es la causa principal, pero no la única. Algunos otros factores son:

- **Problemas de comunicación y coordinación** a lo largo de la cadena de suministro.
- **Inadecuada estimación de la demanda:** debido a la variabilidad de la demanda las estimaciones no son confiables, es decir, generalmente no coinciden la demanda estimada con la real. Si la demanda estimada es mayor que la real la empresa va a tener stock de productos terminados, en cambio si la demanda estimada es menor que la real la empresa va a perder ventas o no va poder cumplir con los plazos de entrega acordados con el cliente.
- **Estrategia de aprovisionamiento poco flexible:** es preferible el aprovisionamiento por lotes pequeños con mayor frecuencia, que en grandes lotes.
- **Grandes variaciones en las políticas de precios:** las políticas de descuentos alteran inevitablemente la cantidad de productos demandados.
- **El miedo al riesgo** de los responsables de compra, lo que obliga a contar con un colchón de seguridad que puede ser más o menos abultado.

// ¿De qué manera les parece que podría reducirse este efecto? //

Diseño de la cadena de suministro_

Existen 3 etapas a considerar:

1. Diseño de la red:

Consiste en determinar el número, ubicaciones y tamaños de las plantas productivas y de los centros de distribución, además de asignar los clientes a dichos centros y tomar las principales decisiones de abastecimiento (proveedores).

2. Ubicación de los inventarios:

Consiste en identificar los puntos donde mantener inventario, seleccionar plantas que van a producir contra inventario y contra orden, y decidir una estrategia de mantención de inventario.

3. Asignación de recursos:

Consiste en determinar donde fabricar y donde envasar, decidir las estrategias de tercerización y aquellas para enfrentar la demanda estacional.

Tomar todas estas decisiones estratégicas no es sencillo, necesitamos información...

- Ubicación de clientes, minoristas, proveedores, centros de distribución y plantas existentes.
- Volúmenes, pesos y requerimientos especiales de transporte y de almacenamiento de todos los productos.
- Demanda anual para cada producto y ubicación de los clientes.
- Costo de transportes utilizados.
- Costo de almacenaje, incluyendo mano de obra, mantención de inventario y costos fijos.
- Tamaño de los embarques y frecuencias de despacho a los clientes.
- Costo de procesamiento de órdenes.
- Nivel de servicio requerido a cada tipo de cliente.
- Capacidades de producción y de abastecimiento.

La **gestión logística** abarca numerosas actividades. Sin embargo, todas ellas se pueden agrupar y resumir dentro de los siguientes cuatro títulos.

- Gestión de adquisiciones.
- Gestión de bodegas o centros de distribución.
- Gestión de distribución y transporte.
- Gestión de inventarios.¹

¹ Si desea obtener mayor información acerca de la Gestión de Inventarios consulte el manual "Introducción a las Tecnologías de Gestión. //02. INTI. Año 2014.

Veamos de qué se trata cada una de ellas...

Gestión de adquisiciones

La gestión de adquisiciones es la primera función de la cadena de suministro. Todas las organizaciones necesitan comprar cosas. Para algunas, es una función menor, para otras es una función crucial.

Si pensamos en comprar, lo primero que se nos viene a la cabeza son bienes físicos, como materia prima, equipos, insumos o elementos para la oficina. Sin embargo, la gestión de adquisiciones abarca un rango mucho más amplio, en donde podemos encontrar, por ejemplo, licitaciones para la Construcción de un dispositivo o la contratación de un servicio temporal para cubrir una necesidad puntual.



Figura 4: Ejemplos de suministros

La variedad de bienes o servicios que una organización adquiere puede ser muy grande y cada compra individual puede parecer muy diferente a la otra (figura 4). Sin embargo, es posible identificar un proceso que es subyacente a la actividad de compra, sin importar lo qué se desee adquirir (figura 5)

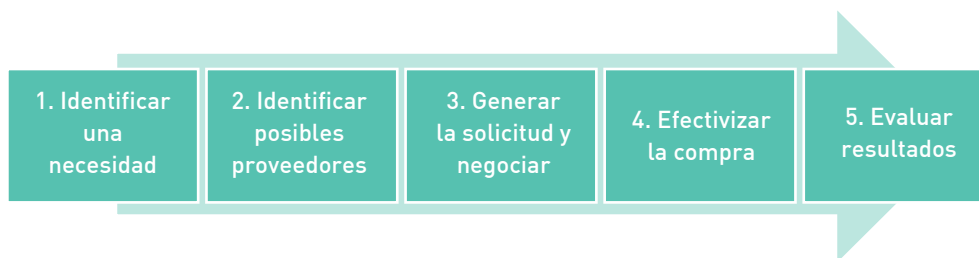


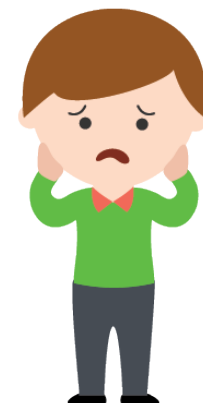
Figura 5: Proceso de compras

El proceso anterior es genérico y puede aplicarse a cualquier tipo de bien o servicio que se quiera adquirir. Y... **¿Cuán importante es la gestión de adquisiciones? ¿Qué pasa si falla?**

El proceso de compra tiene un alcance que afecta directamente la eficiencia de los costos y las operaciones, **¿Por qué?** Porque sin prácticas efectivas de compra, las operaciones en una empresa pueden ser interrumpidas, el nivel de servicio deteriorado y las relaciones a largo plazo con los clientes, dañadas!

Debido a lo anterior, debemos comprender que toda compañía que quiera ser eficiente, debe disponer de una estrategia de compras y aprovisionamiento. Algunas, debido a su tamaño, necesitarán una estrategia más rígida y otras, una más flexible. Por ejemplo, una de las principales características de dicha estrategia, radica en la decisión de contar con una sola fuente o múltiples fuentes de proveedores.

// ¿Por qué una empresa podría optar por trabajar con un solo proveedor?, ¿Qué beneficios obtendría?, ¿podría generarle problemas? //



Compras electrónicas_

La rápida adopción de Internet ha afectado profundamente la forma en que las empresas realizan sus adquisiciones. La integración de las tecnologías de la información a los negocios, ha generado y permitido, que tanto el comprador como el vendedor obtengan de serie de beneficios que anteriormente no poseían.



Los principales beneficios de utilizar un mercado electrónico radican en los menores costos de administración, el mejor acceso a la información del mercado y el mayor control sobre el proceso de adquisiciones. Veamos con mayor detalle (figura 6) las ventajas que, tanto el comprador como el vendedor, pueden obtener...





Variedad de producto	¿Quién podría exhibir y ofrecer una mayor cantidad y variedad de libros a menor costo? ¿La mejor librería de su ciudad o Amazon?	
Disponibilidad de producto	*Es más fácil y más rápido acceder a la información! El cliente puede fácilmente ver el precio y el stock de un determinado artículo.	
Experiencia del cliente	*No existe franja horaria ni lugar geográfico específico para realizar un pedido!	
Simultaneidad de ventas	No existe un límite para realizar ventas simultáneas. Por ejemplo, 1000 clientes podrían estar realizando una compra en el mismo momento, sin tener que esperar.	
Visibilidad en la orden	Mejora el nivel de servicio del proveedor! En cualquier momento el cliente podría observar el estado de su pedido.	
Personalización en la compra	Internet ofrece la oportunidad de crear una experiencia personalizada en la compra para cada cliente. Por ejemplo Amazon muestra productos relacionados con los recientemente comprados o visitados por los clientes.	
Modificación de precios	*Permite ahorrar tiempo y dinero! Al facilitar la modificación de la información, cambiando solo un parámetro en la base de datos, por ejemplo.	

Figura 6: Características de las compras electrónicas

Aspecto negativo de las compras electrónicas: _

Los e-business hacen más difícil la devolución de los productos en comparación con un negocio tradicional. La cantidad de productos devueltos es mayor en los e-business, dado que los clientes están inhabilitados para tocar o probar el producto antes de comprarlo.

Gestión de bodegas o centros de distribución

Un centro de distribución es una infraestructura en la cual se almacenan productos terminados, materia prima o partes que están en proceso de fabricación, para su posterior distribución (figura 7).

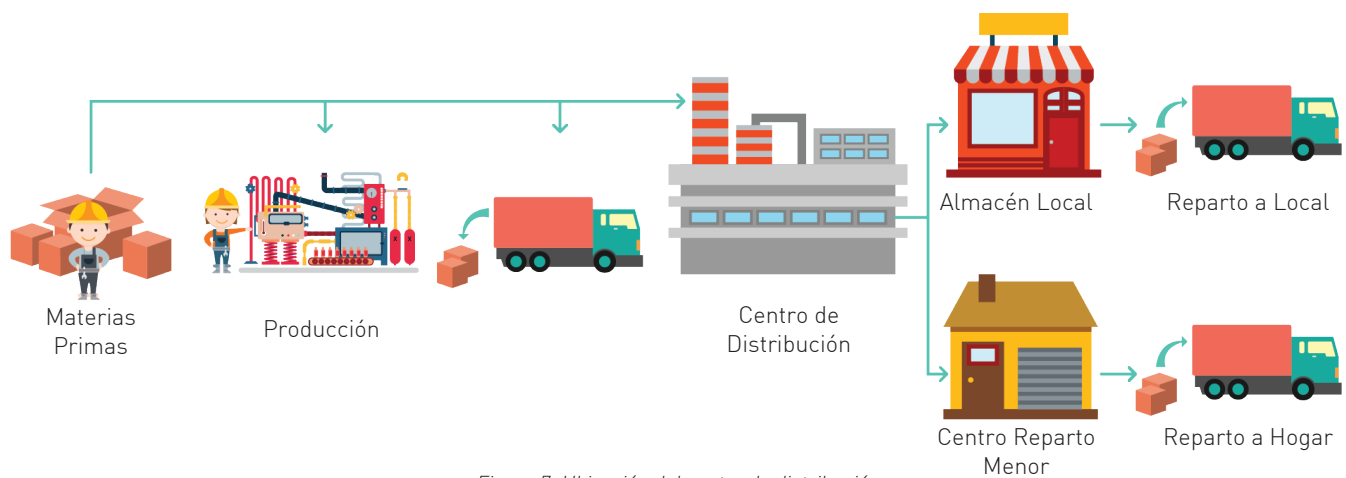


Figura 7: Ubicación del centro de distribución

El motivo por el cual las empresas disponen de centros de distribución radica en la necesidad de contar con una instalación cercana al mercado objetivo, a fin de acortar el tiempo de respuesta al cliente. Estas instalaciones también le permiten a la empresa:

- Lograr economías de escala en el transporte y en la producción.
- Servir de amortiguador entre la demanda y la producción. Suavizar la estacionalidad.
- Aumentar el nivel de satisfacción del cliente.
- Brindar espacio para transbordo, en caso de ser necesario.

Muchas veces suele confundirse la gestión de depósitos/almacenes con la gestión de existencias/inventarios. Si bien están íntimamente relacionadas, la primera de ellas se encarga de establecer **DÓNDE** y **CÓMO** deben almacenarse los bienes. La segunda, determina **QUÉ, CUÁNTO** y **CUÁNDO** deben almacenarse.²

¿Qué actividades se realizan en un Centro de Distribución?_

Los procesos básicos son la *recepción*, el *almacenamiento*, la *recolección (picking)* y el *despacho* de los bienes. Aunque cada una de estas actividades puede realizarse de distintas formas (dependiendo del objetivo estratégico que tenga el centro de distribución), debe priorizarse la eficiencia y la seguridad por sobre todas las cosas.

Recuerde que tanto el transporte como la manipulación y almacenaje de materiales/productos son actividades que no agregan valor al producto, por lo tanto, las operaciones involucradas en la gestión de depósitos deben realizarse de forma eficiente, reduciendo al mínimo las pérdidas

Y... ¿Cómo calculamos la dimensión que debe tener un Centro de Distribución?_

Para ello debemos tener en cuenta varias cosas...

- Bienes a almacenar (cantidades y tamaños). Sistema de almacenaje (posición fija o caótico)
- Demanda de los mercados / Nivel de servicio al cliente.
- Sistemas de manipulación y almacenaje de bienes a utilizar (dimensiones)
- Sistema de producción de la empresa / Economías de escala
- Layout del depósito / Requerimiento de espacio para todas las áreas involucradas

² Si desea obtener mayor información acerca de la Gestión de Inventarios consulte el manual "Introducción a las Tecnologías de Gestión. //02. INTI. Año 2014.

Zonificación de un Centro de distribución

Las zonas o áreas que generalmente podemos encontrar dentro de un centro de distribución son:

- **Muelles/zonas de maniobras:** Espacio que se destina para que los vehículos puedan entrar, salir y posicionarse para el proceso de carga y/o descarga.
- **Entradas/Recepción/Control:** Lugar físico donde se procede a controlar la recepción y/o entrega de los materiales comprobando su estado, cantidades y clasificación de los productos para su acomodamiento o entrega posterior.
- **Almacenamiento:** Zona destinada a ubicar los productos por un determinado lapso de tiempo, contemplando no sólo el espacio físico para su almacenamiento, sino también los adicionales como pasillos para el acceso seguro y medios físicos estructurales para su disposición (estanterías por ejemplo).

- **Picking y preparación de entregas:** zona para la recogida de productos de sus lugares de almacenamiento (picking) y su posterior preparación para ser transportados adecuadamente.
- **Salidas/Verificación/Acondicionamiento:** Espacio para realizar la consolidación, acondicionamiento y verificación de la mercadería a enviar. Pueden adicionarse envases externos para el transporte a destino, siendo la palletización el medio más conocido y utilizado.
- **Oficinas y servicios:** Zona para realizar tareas administrativas o de gestión del almacén.
- **Otras zonas especializadas:** Estas zonas dependen de las características de los productos, destacándose entre las principales las cámaras frigoríficas, devoluciones y zonas de envases vacíos.

Criterios para la zonificación en el almacenamiento

Podemos tener en cuenta diferentes criterios para evaluar la disposición de los bienes en la zona de almacenaje. En la tabla 2 se muestran los principales.

Tabla 2: Criterios para la zonificación

Compatibilidad	¿Qué bienes pueden estar almacenados unos junto a otros y cuáles no?
Complementariedad	¿Qué bienes pueden ser considerados complementarios debido a que generalmente se piden juntos?
Rotación	¿Cuáles son los bienes que poseen mayor rotación? Pueden minimizarse los costos de manipulación situando los productos con mayor movimiento cerca de las zonas de picking y preparación de pedidos.
Dimensiones	¿Cuáles son los bienes que poseen dimensiones similares y por lo tanto pueden almacenarse juntos para optimizar espacios de almacenamiento? En cuanto al peso, es posible facilitar la manipulación si se colocan los objetos livianos en altura y los más pesados en piso. En cuanto al tamaño, conviene colocar los de menor volumen cerca de la zona de salida, a fin de reducir movimientos.
Recorridos mínimos	¿Cuál es la disposición que asegura la mayor eficiencia del flujo de trabajo? Realizar un correcto layout permite asegurar recorridos mínimos. Se debe considerar la forma de preparación de pedidos a realizar y el orden de colocación de cada tipo de producto en la conformación de un pedido.

Habiendo realizado un punteo de las principales características de un centro de distribución, pasaremos ahora a analizar el siguiente paso en la cadena de suministro: la distribución física de los productos.

Gestión de distribución y transporte

Ingresamos en la parte de la logística que se preocupa de cómo se mueven los productos o insumos de un lugar a otro de la cadena de suministro. Haremos principalmente hincapié en el movimiento que se realiza desde el centro de distribución al punto de venta o cliente.

Como punto de partida, debemos tener en cuenta que una buena distribución y transporte permite que los productos de la empresa lleguen a los clientes en buen estado, a tiempo, en el lugar acordado y con el menor costo posible.

Los objetivos de la distribución deben estar alineados con la estrategia de la empresa y pueden ser muy distintos. Por ejemplo, una empresa puede querer privilegiar la entrega rápida y confiable de sus productos, otras pueden preferir reducir al máximo el costo de transporte, e incluso algunas empresas, como una que transporta valores, puede privilegiar la seguridad por sobre todas las cosas.

Además del objetivo que persiga la empresa, el medio de transporte a utilizar estará también condicionado por el tipo de producto que comercialice. En la figura 8 puede observarse la relación existente entre el volumen transportado, la velocidad en la entrega y el costo que aportan los diferentes medios de transporte más utilizados.

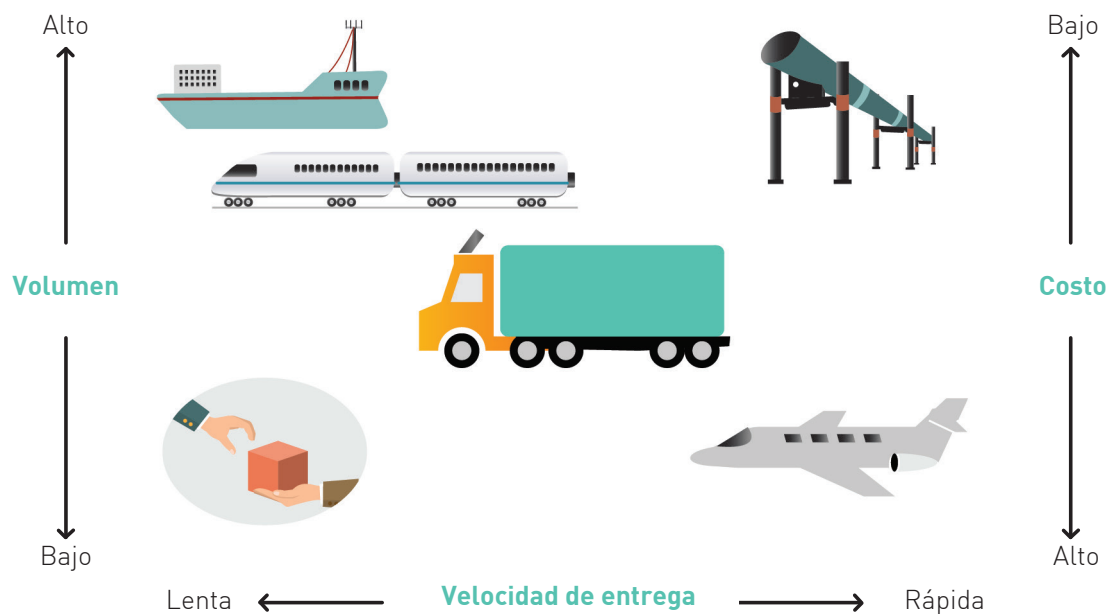


Figura 8: Características de los tipos de transporte

En la figura 8 es posible observar que, por ejemplo, si se desea priorizar la rapidez en la entrega, se debería seleccionar el avión, pero se debe tener en cuenta que se incurrirá en costos más altos y el volumen/peso a transportar se encontrará limitado. Por el contrario, si se desean transportar grandes volúmenes y recorrer grandes distancias, se debería seleccionar el barco o el tren, incurriendo en tiempos de entrega más largos, pero obteniendo costos de transporte más bajos. El camión se encuentra en el centro del gráfico, aportando un nivel medio de las tres variables.

Muchas veces, y generalmente cuando se deben recorrer grandes distancias, es necesario combinar varios medios de transporte. En estos casos toma relevancia la estandarización de la medida de carga (generalmente contenedores) a fin de realizar más rápida y eficazmente las operaciones de trasbordo de materiales y mercancías. Esta metodología es conocida como transporte intermodal.



¿Cómo determinar la alternativa de mayor eficiencia y mínimo costo cuando se deben entregar pedidos a un conjunto de clientes que se encuentran localizados en diferentes ubicaciones? De este análisis también se encarga la logística y es conocido como “Problemas de ruteo de vehículos (VRP)”. Encontrar soluciones exactas en poco tiempo y para problemas de gran tamaño es un tanto difícil. Comúnmente se utilizan distintos tipos de heurísticas o se aplican software de programación para resolver los VRP. En la figura 9 se muestra un ejemplo.

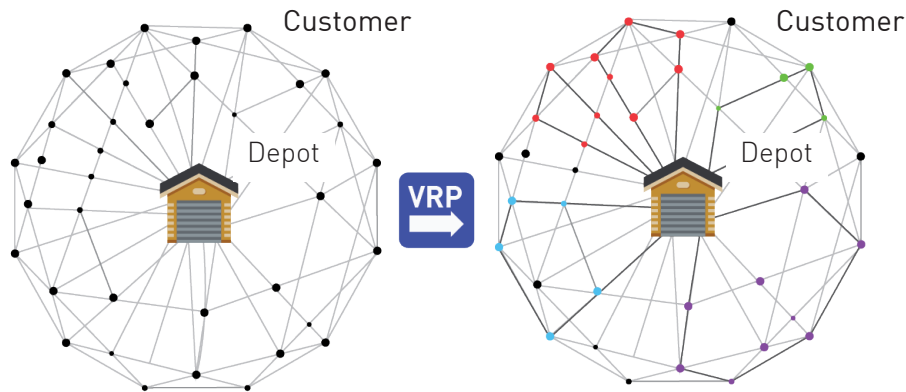


Figura 9: Ruteo de vehículos

// ¿Qué sucede si los productos que fueron distribuidos deben ser retirados del mercado?, ¿puede que sea necesario retirar un producto de un mercado?, ¿por qué y para qué?, ¿qué pasa con los envases? //

Dicha actividad es conocida como logística inversa. Veamos de qué se trata_

Introducción a la Logística Inversa_

En la actualidad la competencia es cada vez más intensa, para ser competitivo se requiere tener los los costos controlados para mantener los márgenes de ganancias esperados.

Los costos logísticos representan un porcentaje importante de los costos totales, para aumentar los márgenes de ganancia se requiere de una buena gestión logística, es decir, un análisis de la cadena completa desde el abastecimiento de los materiales e insumos hasta la distribución de los productos a los clientes.

La logística inversa es un proceso relacionado con el retorno de productos desde el consumidor al productor, el reciclaje, la reutilización de materiales y componentes, la eliminación de residuos y las operaciones de reacondicionamiento, reparación y re-fabricación. Muchas empresas están implementando este concepto generando un compromiso con el medio ambiente y las buenas prácticas empresariales.

Concepto de logística inversa_

La logística inversa, según el Consejo Ejecutivo de Logística Inversa, se puede definir como: el proceso de planificación, implantación y control eficiente del flujo efectivo de costes y almacenaje de materiales, inventarios en curso y productos terminados, así como de la información relacionada, desde el punto de consumo al punto de origen, con el fin de recuperar valor o asegurar su correcta eliminación (Aranda Usón, Zabalza Bribián, Martínez Gracia, Valero Delgado, & Scarpellini, 2006). En la figura 10 se muestra un esquema con el flujo de la logística tradicional e inversa.

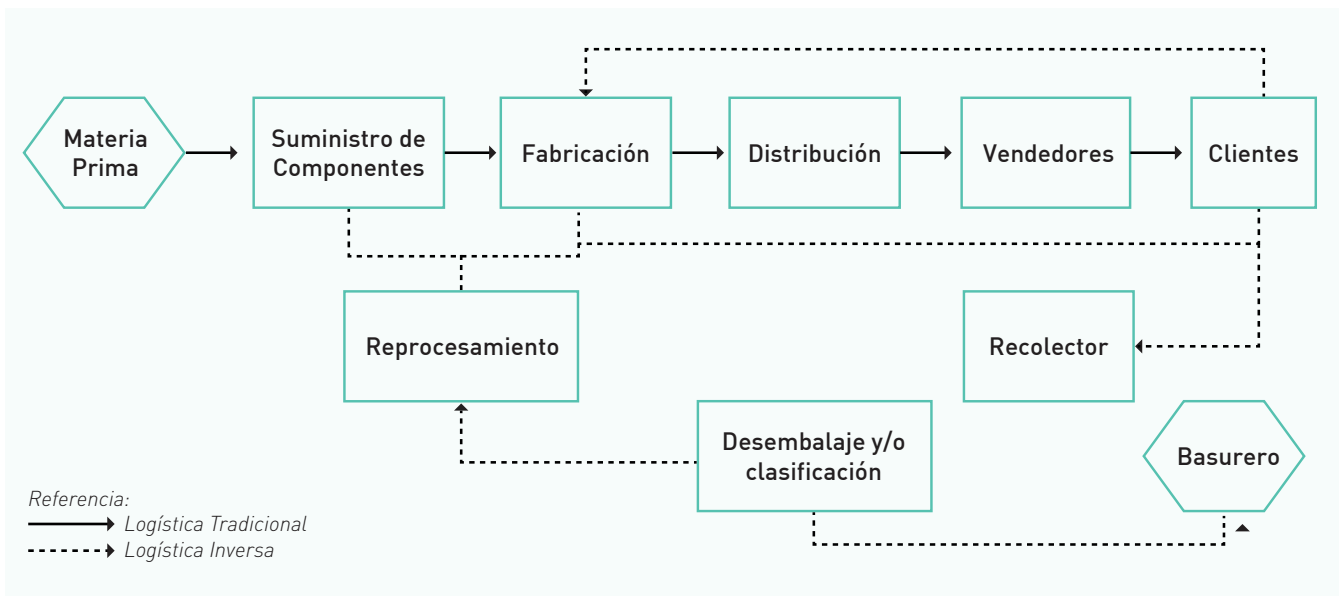


Figura 10: Logística inversa una segunda oportunidad de negocio (Juan Gaytán Iniestra)

Alternativas finales para los productos_

Las industrias compran materia prima e insumos que son procesados y posteriormente son vendidos al mercado. En cada una de estas etapas se van generando residuos y productos defectuosos o en desuso que requieren de un tratamiento. En la figura 11 se muestran los posibles destinos que pueden tomar dichos elementos.

ACTIVIDAD	CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD
Reparación	Productos fallados en garantía.
Renovación	Productos que no cumplen con sus funciones.
Reciclaje	Recuperación de materiales contenidos en el producto.
Reprocesamiento	Desensamble + clasificación + restauración + reensamble.
Canibalismo	Se recupera una parte pequeña del producto devuelto y se reutiliza.
Reutilización	El producto se puede volver a usar después de una reparación pequeña o limpieza.
Basurero	Es la última opción, destinar el producto a un lugar de confinamiento final.

Figura 11: Destino de los materiales

Indicadores de desempeño logístico KPI's_

En todas las organizaciones se deben tomar decisiones en forma continua sobre diversos temas. En todo proceso de toma de decisiones se debe contar con información confiable, oportuna y resumida. Los indicadores buscan principalmente resumir la información en un valor cuantificable, el cual pueda ser comparado contra un estándar y controlar su evolución en distintos períodos de tiempo.

Para evaluar la gestión logística de una empresa, es importante conocer un conjunto de indicadores conocidos como KPI (Key Performance Indicators), los mismos varían de acuerdo al proceso o a la actividad en consideración. Los KPIs proporcionan una cuantificación del desempeño de la gestión logística y de la cadena de abastecimiento.



Algunos ejemplos de indicadores logísticos:

- Costo medio de la orden de compra.
- Plazo de aprovisionamiento.
- Rotación de inventario.
- Utilización del transporte (%).
- Porcentaje de envíos no planificados urgentes.
- Porcentaje de utilización del espacio en el Centro de Distribución.

// ¿Se te ocurre algún otro? //



Actividades_



- Un fabricante de camisetas para hombre puede producir una camisa de vestir en su planta de Rosario, a \$160 por camisa (incluyendo el costo de la materia prima). Buenos Aires es un mercado importante con 100,000 camisetas al año. La camisa tiene un precio de \$300 en la planta de Rosario. Los cargos de transporte y de almacenamiento desde Rosario a Buenos Aires son de \$100 por cada 100 kg. Cada camisa empacada pesa 453 g. Como alternativa, la compañía puede tener las camisetas producidas en Taiwán a \$80 por unidad (incluyendo el costo de la materia prima). La materia prima pesa 450g por camisa y sería embarcada de Rosario a Taiwán a un costo de \$ 40 por cada 100 kg. Cuando las camisetas estuvieran fabricadas, se embarcarían directamente a Buenos Aires a un costo de transporte y almacenamiento de \$ 120 por cada 100 kg. Se grava un derecho de importación de \$10 por camiseta.

Preguntas_

- Desde el punto de vista del costo de logística/producción, ¿se deberían producir las camisetas en Taiwán?
- ¿Qué otras consideraciones, además de las económicas, podrían tenerse en cuenta antes de tomar una decisión final?

- Suponga que la Cadena de Suministro de un determinado producto es como la que se muestra en la figura 12. Los números de las flechas representan el tiempo que tarda el bien en moverse de un punto al otro. Para que la Fábrica pueda producir necesita obtener las materias primas de los 4 proveedores que se encuentran aguas arriba.

- Calcule el tiempo total (Lead time) que tarda un producto en llegar a MI 3 y MI 6.
- ¿Cuál es el minorista que primero recibirá los productos?
- ¿Qué haría si desea acortar el Lead time?

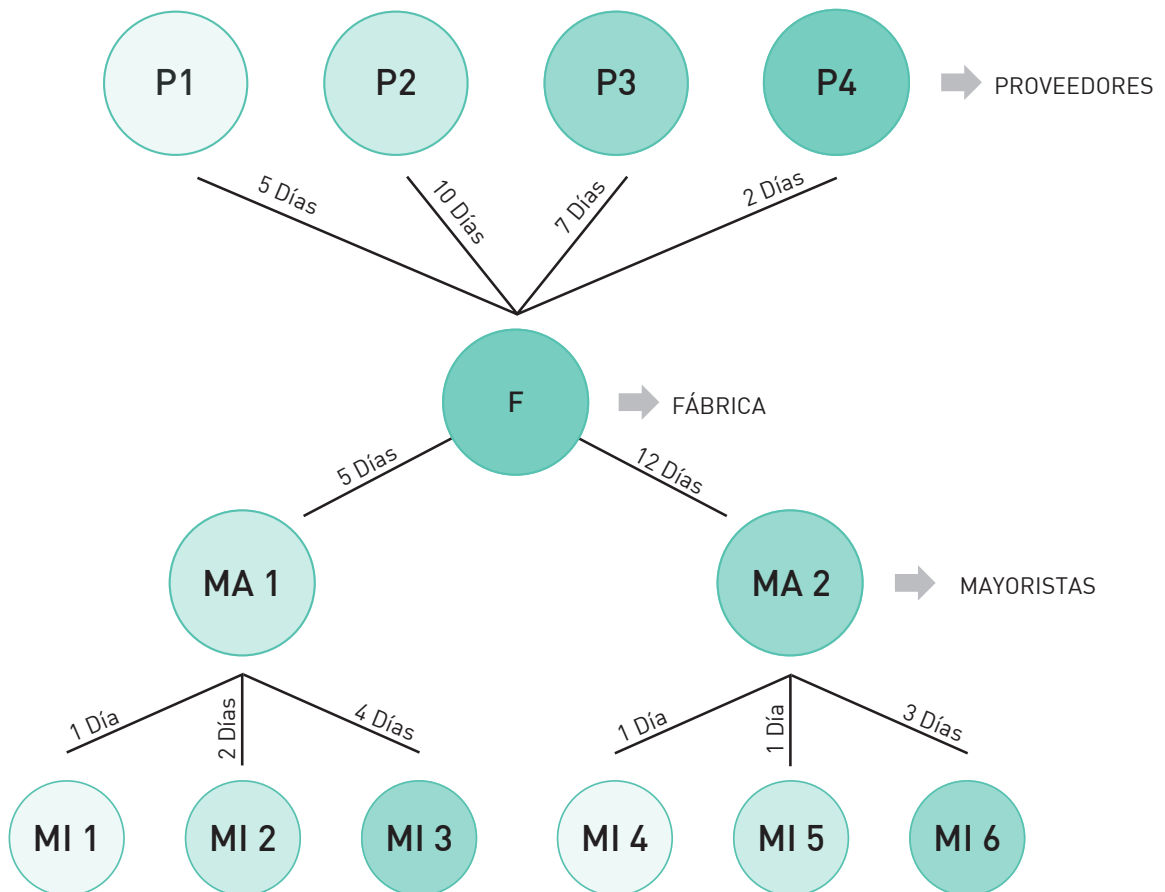


Figura 12: Cadena de suministro



Bibliografía_

- Ballou Ronald H. (2004). Logística Administración de la cadena de suministros. Pearson Educación. México: 5ta edición.
- Gómez Aparicio J. M. (2013). Gestión Logística y Comercial. McGraw-Hill Interamericana de España :1ra edición.
- Germainand R. y Whitworth W. (2008). Logistics Engineering Handbook. Estados Unidos: Ed. Taylor&Francis Group.
- Lambert Douglas M., Stock J. R., Ellram Lisa M. (1998). Fundamentals of Logistics Management. Ed. McGraw-Hill.
- Lee Hau L., Padmanabhan V. y Whang S. (1997). The Bullwhip Effect In Supply Chains. Sloan Management Review, Primavera 1997, Volumen 38, Número 3, págs. 93-102.



Tema

././02



Análisis de procesos_

¿Qué son los procesos?

La Norma ISO 9000 ¹, establece que un Proceso es “un conjunto de actividades mutuamente relacionadas, que utilizan las entradas para producir un resultado previsto” (Figura 1).

Se puede decir, en resumen, que los procesos son una herramienta que utilizan las empresas para transformar ciertos recursos, en bienes y servicios que los clientes demandan².

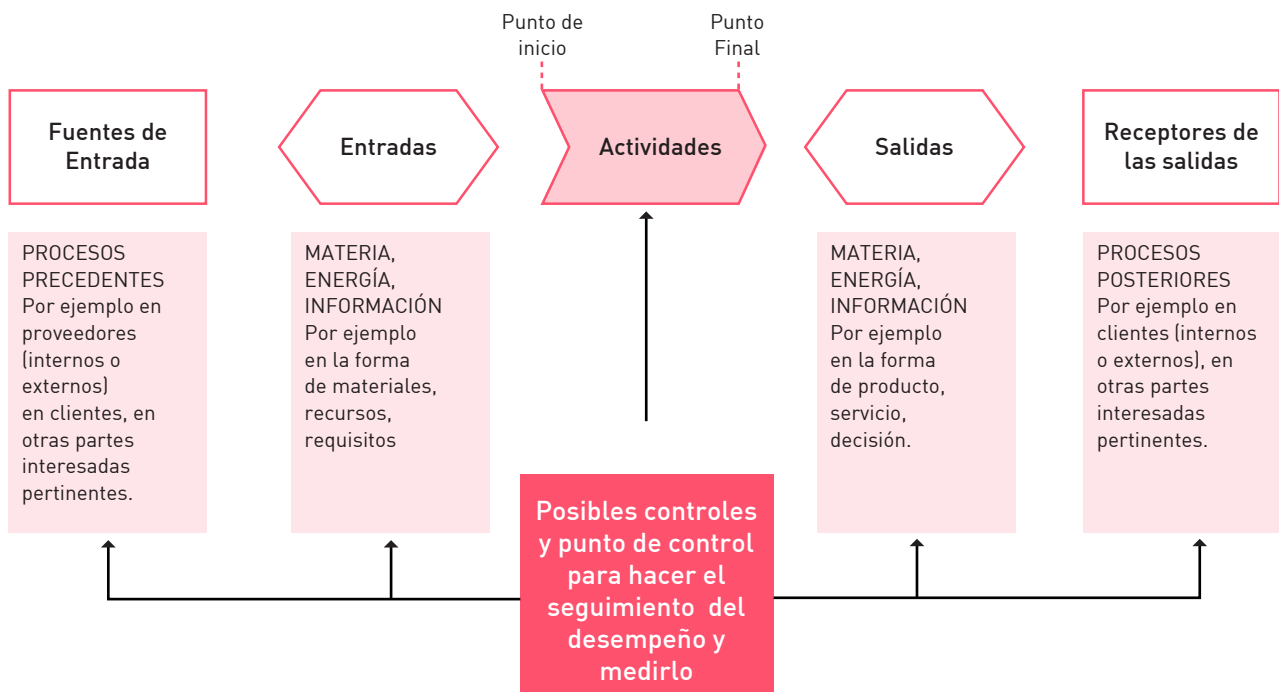


Figura 1 - Representación de un proceso, según Norma ISO 9001

¿Dónde están los procesos en las empresas y organizaciones?

La Norma ISO 9001, dice además: “A su vez, las entradas de un proceso, son generalmente las salidas de otros procesos, y las salidas de un proceso, son generalmente la entrada de otros procesos.

Dos o más procesos en serie, que se interrelacionan, e interactúan, pueden a su vez considerarse como un proceso. Los procesos en una organización, por lo general se planifican y controlan, para asegurarse de que agregan valor.” (Figura 2)

¹ Norma ISO 9000, versión 2015. Punto 3.4.1.

² Principios de Administración de Operaciones. Heizer y Render, séptima edición.

La empresa como Sistema de Procesos

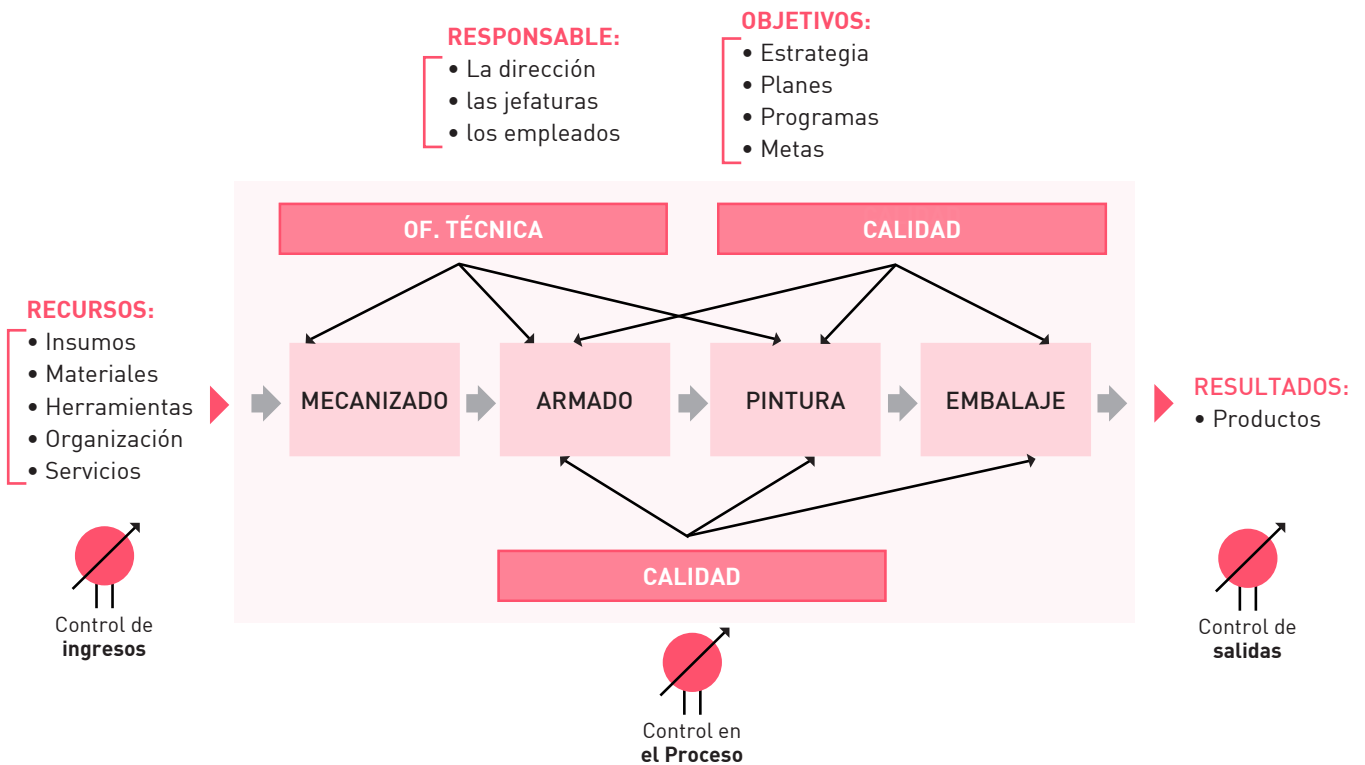


Figura 2 - Gráfico de procesos en serie.

Los procesos están en todas las áreas de la empresa, ya sean productivas o de apoyo a la operación. Los procesos productivos (de fabricación), para ser eficientes, tienen enfoques diferentes, según el tipo de producto que demande el cliente (Figura 3).

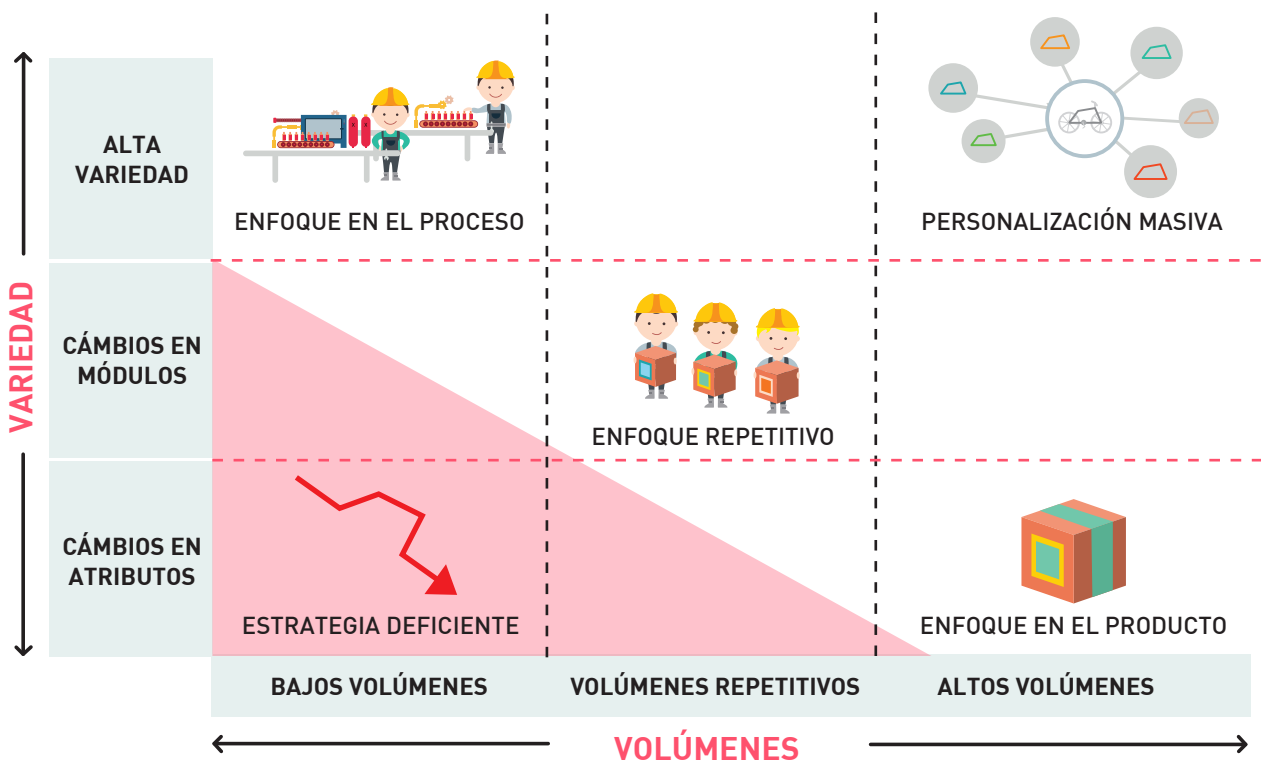


Figura 3 - Diferentes configuraciones de procesos productivos, en función del tipo de demanda

¿Por qué enfocarse en los procesos?_

La Norma ISO 9001, recomienda el enfoque en procesos, como un principio de gestión de la Calidad, indicando que permite:

- Comprender y ser coherentes con el cumplimiento de los requisitos del cliente
- Asegurar que los procesos agregan valor
- Conseguir la eficacia en el desempeño del proceso
- Mejorarlos, en base a datos e indicadores

¿Por qué analizar los procesos?_

Hay un interés en el análisis de los procesos, para evaluar si cumplen con algunos objetivos básicos³, tales como:

- ¿Generan una ventaja competitiva a la empresa, diferenciando sus productos de los de la competencia?
- ¿Agregan valor todas sus etapas productivas?
- ¿Permite la satisfacción de las necesidades y expectativas del cliente?

Si así no fuera, es momento de hacer cambios en el proceso, para que el mismo sea más adecuado para conseguirlos. Pero antes, se los debe analizar exhaustivamente.

Herramientas para caracterizar y comprender los procesos_

Existen numerosas herramientas para documentar, caracterizar y comprender los procesos. En este manual se presentan solo algunas de ellas que se consideran las más relevantes.

Diagrama SIPOC

El diagrama SIPOC es una representación gráfica de un proceso (Figura 4). Tiene poco nivel de detalle y nos ofrece una vista general del proceso. Su nombre se debe a las iniciales en inglés de:

Proveedor (Supplier): aporta recursos al proceso.

Recursos (Inputs): todo lo necesario para llevar a cabo el proceso (información, materiales, personal, entre otros).

Proceso (Process): conjunto de actividades que transforman las entradas en salidas, agregando valor.

Salidas (Outputs): resultado entregable del proceso.

Cliente (Customer): recibe el resultado del proceso y se busca su satisfacción.

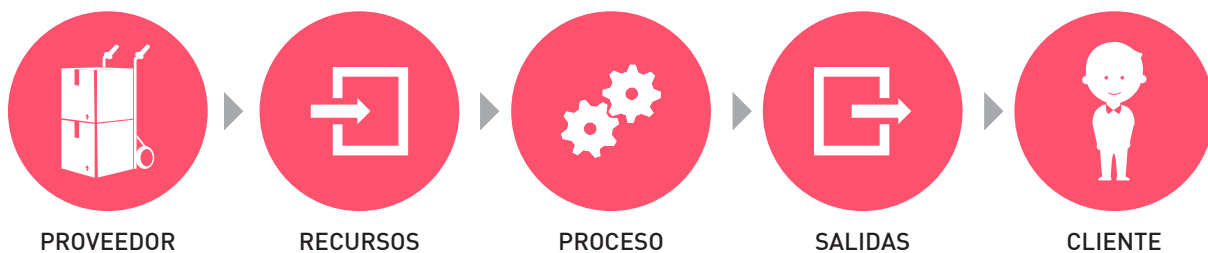


Figura 4 - Diagrama SIPOC

Los pasos para elaborar un diagrama SIPOC son:

1. Identificar los procesos
2. Establecer las entradas o recursos necesarios
3. Identificar los proveedores de esas entradas
4. Definir las salidas del proceso
5. Establecer quién es el cliente de cada una de esas salidas

³ Principios de Administración de Operaciones. Heizer y Render. Séptima edición.



Diagrama de flujo de proceso_

Un diagrama de flujo detalla el flujo de información, clientes, equipo o materiales a través de los distintos pasos de un proceso. Existen muchos estándares para su confección. Por lo general se trazan con cuadros, que contienen una breve descripción de las actividades, y con líneas y flechas para indicar movimientos y secuencias. Por ejemplo, el manual de la OIT⁴ propone símbolos para representar las actividades, como el de operación (un círculo), demora (una D), almacenamiento (un triángulo invertido), transporte (flecha), inspección (cuadrado). Esta simbología está ampliamente difundida en el ambiente fabril.

Un diagrama de flujo de proceso muestra las tareas detalladas que constituyen un proceso, aunque no muestra quién realiza las tareas, ni los enlaces entre proveedores y clientes. Responde a la pregunta ¿cómo se realiza el proceso? En la Figura 5 se muestran ejemplos de diagramas de flujo.

Diagrama de Flujo Administrativo

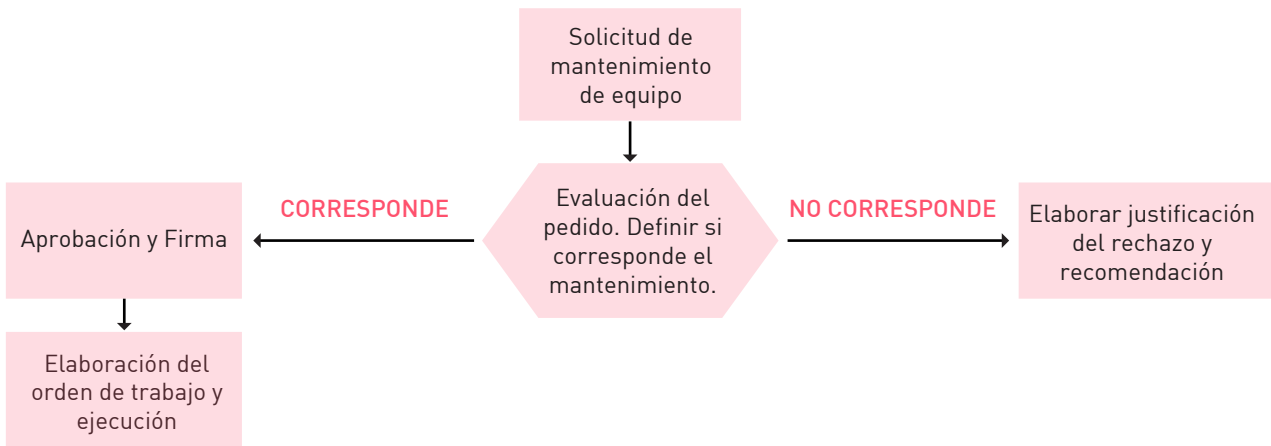
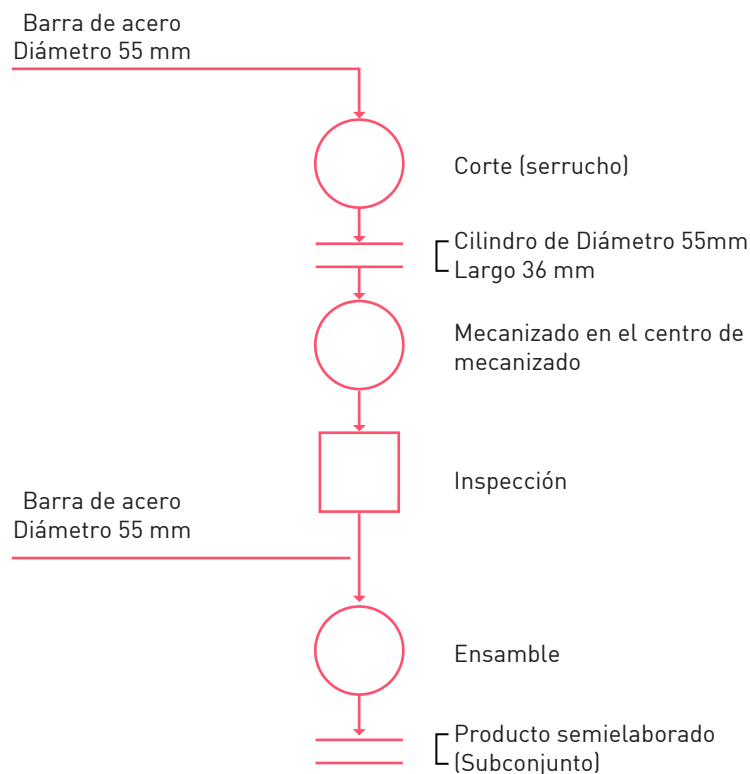


Diagrama de Operaciones Subconjunto Cilindro con Junta



⁴ Introducción al Estudio del Trabajo, Tercera Edición- Oficina Internacional del Trabajo

Detalles del Proceso de Ensamble

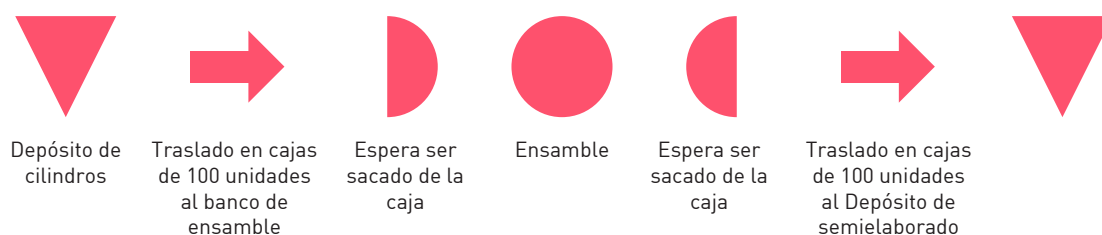


Figura 5 - Ejemplos de diagramas de flujo

Los pasos para elaborar un diagrama de flujo son:

1. Establecer los puntos de inicio y fin del proceso.
2. Hacer una lista de los pasos del proceso (usando, por ejemplo tormenta de ideas).
3. Discutir, revisar y modificar los pasos.
4. Agregar los pasos de inspección, demora, revisiones, transportes, entre otros.
5. Elaborar el diagrama definitivo.

Diagrama de tortuga_

El diagrama de tortuga es una herramienta en la que se presentan todos los elementos que intervienen en un proceso, tales como los recursos necesarios, las competencias del personal, los elementos para medir el desempeño, los procedimientos o métodos para llevar a cabo las actividades, las entradas requeridas y los resultados que debe generar el proceso. Su nombre se debe a que la cabeza de la tortuga representa las entradas, el cuerpo las actividades del proceso, cada una de las patas representa: ¿con qué? (equipos, instalaciones), ¿con qué criterios? (indicadores de medición del desempeño), ¿con quién? (personal involucrado) y ¿cómo? (instructivos, procedimientos, métodos), y la cola representa las salidas o resultados del proceso.

Diagrama de Tortuga

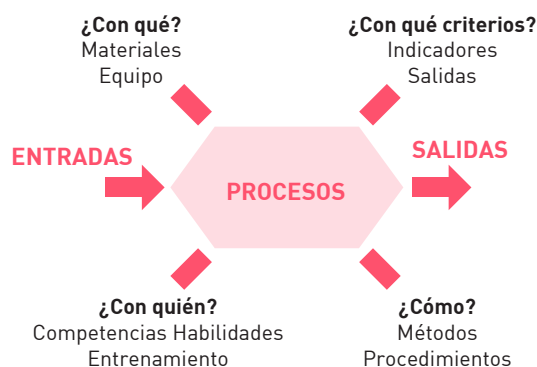


Figura 6 - Diagrama de tortuga. Fuente: Elaboración Propia

Los pasos para elaborar un diagrama de tortuga son:

1. Identificar el proceso.
2. Identificar las entradas del proceso (entradas y proveedores).
3. Identificar las salidas del proceso (salidas y clientes).
4. ¿Con qué? (activos y responsables de los mismos).
5. ¿Con quién? (puesto, formación, habilidades y experiencia requerida).
6. ¿Con qué criterios? (indicadores, responsables y metas).
7. ¿Cómo? (procedimientos, instructivos, métodos).
8. Presentar visualmente el diagrama.



Método sistemático para el análisis de procesos_

Existe un método sistemático de seis pasos para realizar de manera ordenada un análisis de procesos ⁵. Consiste en un ciclo de mejora continua que comienza con la identificación de oportunidades y finaliza con la implementación de los cambios (Figura 7).

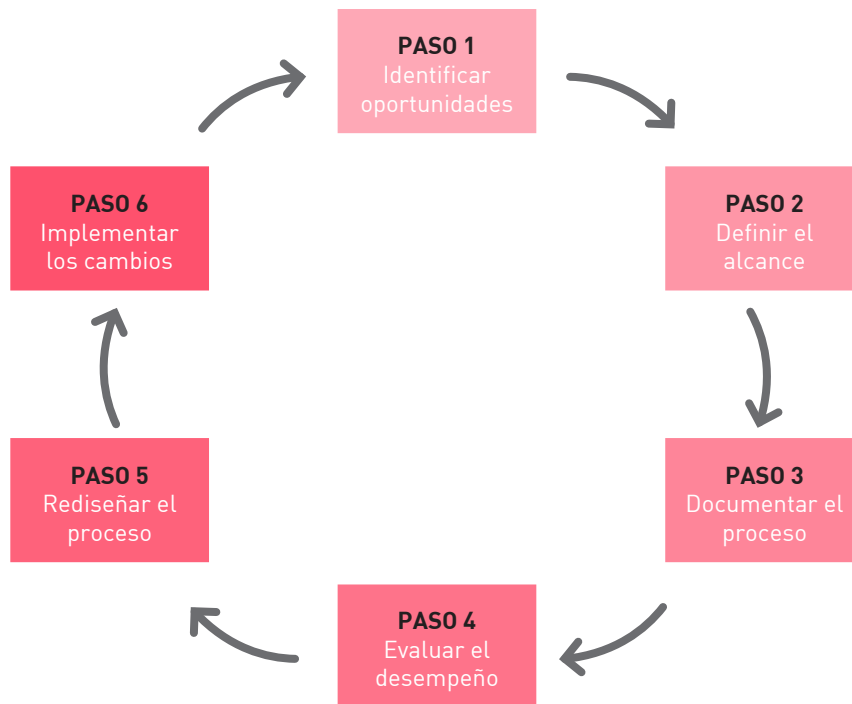


Figura 7 - Método sistemático para el análisis de procesos

PASO 1: Identificar oportunidades

En este paso se deben analizar los procesos actuales (mapa y fichas de procesos) e identificar formas de aumentar el valor entregado a los clientes. Una buena práctica es contar con un sistema de sugerencias y apoyarse en indicadores para detectar oportunidades de mejora de los procesos. El problema (u oportunidad de mejora) se define como la diferencia entre una situación actual y una situación deseada respecto de uno o más indicadores. Este paso debe finalizar con una clara definición del propósito del análisis.

PASO 2: Definir el alcance

En este paso se establecen los límites del proceso que se analizará. Se define la amplitud del estudio, los recursos y personas involucrados. Se debe conformar un equipo de trabajo que incluya personas con conocimiento del proceso y personas que puedan tomar decisiones sobre el proceso. Se recomienda incluir facilitadores que guían acerca de la metodología de trabajo.

PASO 3: Documentar el proceso

La documentación consiste en identificar los recursos o insumos, proveedores (internos o externos), actividades, productos o servicios y clientes (internos o externos) del proceso. Existen diferentes herramientas (diagramas, tablas, gráficos, planos, entre otros) que sirven para documentar los procesos (ver Herramientas para caracterizar y comprender los procesos).

⁵ Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de operaciones: procesos y cadenas de valor*. Pearson Educación.

PASO 4: Evaluar el desempeño

Es importante definir indicadores para medir el desempeño del proceso y descubrir cómo mejorarlo. Generalmente estos indicadores se relacionan con la calidad, la satisfacción del cliente, los tiempos de proceso y plazos de entrega, los costos, y el impacto ambiental, entre otros aspectos. Debe existir una relación directa entre el propósito del estudio y los indicadores elegidos para evaluar el desempeño.

PASO 5: Rediseñar el proceso

El equipo de trabajo debe poner énfasis en encontrar las causas raíz de las diferencias entre el desempeño actual y el desempeño deseado. Deben generarse ideas apoyadas en el pensamiento analítico ⁶ y creativo. Se evalúa el costo y beneficio de las alternativas propuestas y se definen los cambios a realizar, documentando el nuevo proceso.

PASO 6: Implementar los cambios

En este paso se deben llevar a la práctica los cambios propuestos. La resistencia al cambio puede complicar la implementación de las mejoras. En este sentido, es recomendable dar participación a los involucrados, en todas las etapas del análisis, con el fin de generar compromiso. La implementación también puede requerir inversiones (tales como la adquisición de equipamiento), el desarrollo de herramientas (por ejemplo, un software específico) y la capacitación del personal.

Teoría de las limitaciones (TOC). Análisis de procesos, enfocados en el Cuello de botella.

La teoría de las limitaciones (por sus siglas en inglés, TOC, Theory of Constraints) parte del hecho de que el rendimiento de una cadena está determinado por el de su eslabón más débil. Aplica en todos los procesos, pero en especial en los procesos industriales, que se enfocan en el proceso (talleres y producción por lote y que constituyen la mayoría de las industrias pequeñas y medianas). Propone utilizar el criterio general de mejorar el proceso, mejorando el desempeño del cuello de botella del mismo.

Supongamos un proceso productivo como se muestra en la Figura 8. Cada centro de trabajo (CT) necesita 1 sola unidad (u) del puesto precedente para realizar su tarea. En el esquema, se encuentran detallados 7 CT, el orden de las operaciones, la capacidad de cada CT en unidades por hora (u/h) y el consumo de mercado, también en unidades por hora (u/h).

Los CT 1 y 2 fabrican componentes que son utilizados en el CT 4, que los procesa a ritmo de 1 u/h y entrega al CT 5. Cada CT posee capacidades distintas de producción, esto lleva a preguntarse: ¿Cuántas unidades finales por hora se puede producir? Para responder, basta simular 3 horas de producción y revisar las cantidades producidas y consumidas en cada CT. En 3 horas, el CT 1 fabricó 6 u.

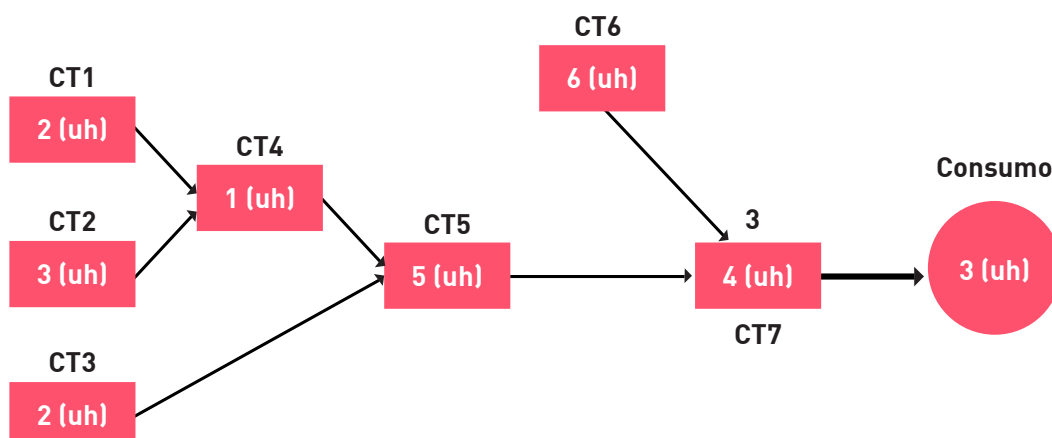


Figura 8 - Esquema de un proceso productivo

⁶ Ver el título "Examinar con espíritu crítico: La técnica del interrogatorio", en el capítulo 7, Introducción al estudio de métodos, del libro "Introducción al estudio del trabajo", tercera edición revisada. Oficina Internacional del trabajo.

⁷ Mayor información Manual "Introducción a las Tecnologías de Gestión. //01. INTI. Año 2014. Tema 03 - Producción en línea, página 27.



El CT 4 fabrica 3 u, consumiendo solo 3 del CT 1, quedando 3 u no utilizadas, con el proceso productivo incompleto (material en proceso). En la Figura 9; a la izquierda de cada centro de trabajo, se detalla el material en proceso. El consumo del mercado para este lapso de tiempo, es de 6 u. Es decir, 3 clientes no pudieron consumir el producto.

Como se puede interpretar, por más que existan CT que superen en capacidad a la demanda, las cantidades de producto final no superan la capacidad del CT mas lento (llamado "cuello de botella (CB)"), destacado con círculo rojo en la Figura 9. Es decir, sería razonable equilibrar el ritmo de producción de los recursos que no son CB, al ritmo que marca la limitación del CB, en vez de preocuparse en hacer que cada CT trabaje a plena capacidad.

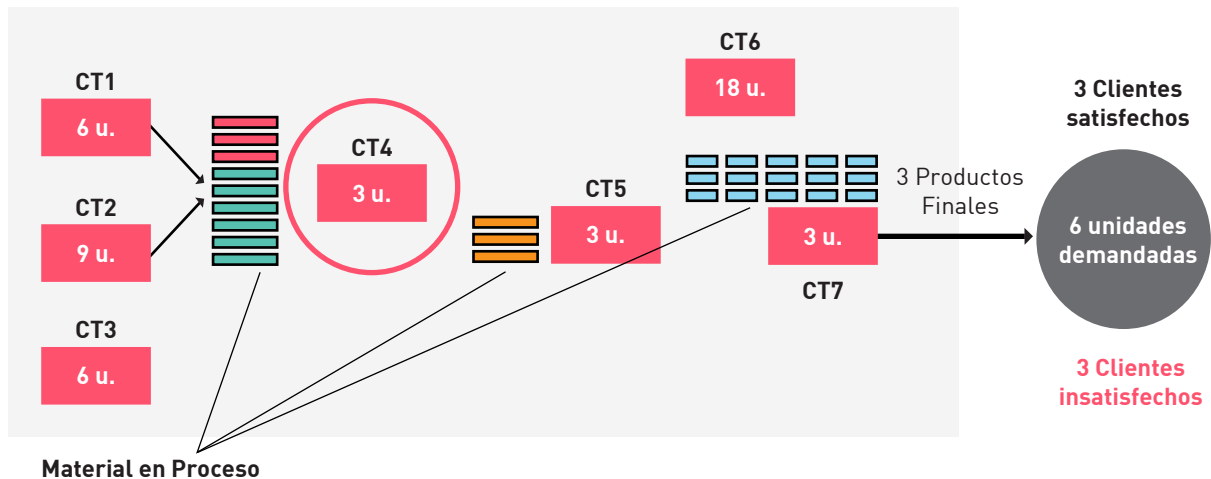


Figura 9 – Consumo y producción de partes en el proceso productivo al finalizar 3 horas

Además, debe intentarse elevar la capacidad del CB hasta que se logre un equilibrio con la demanda. Aumentar la capacidad de un CB no significa mayor inversión, sino su utilización de manera más racional (por ejemplo: no dedicarlo a tareas que no repercutirán directamente en una facturación inmediata, evitar emplear con piezas defectuosas, evitar detenerlo bajo ningún concepto, etc.).

Es importante diferenciar dos tipos de lote: lote de proceso y lote de transferencia.

- Lote de proceso; el realizado por un CT entre dos preparaciones sucesivas. Es común que sea grande, para reducir el costo de largos tiempos de preparación.
- Lote de transferencia; es el usado para transportar ítems entre dos CT.

Es común utilizar los mismos tamaños de lote (de proceso y de transferencia), sin reparar en que así, se incrementa el tiempo total de fabricación, y se acumulan inventarios en curso cuando son iguales. Pudiendo reducir tiempos e inventarios, si fuera cada uno, del tamaño adecuado.

Utilizaremos como ejemplo el proceso productivo de la Figura 8 para la fabricación de 6 u. Compararemos los tiempos totales de producción utilizando distintos tamaños de lote (de proceso y de transferencia), y veremos qué pasa.

La Figura 10 muestra la secuencia de tareas realizadas por cada CT. En la parte superior, se utilizó el lote de transferencia igual al lote de proceso. Cada CT recibe las cantidades para realizar 6 u en una sola transferencia. De esta manera, el tiempo total de producción es de 12 horas y 42 minutos. En la parte inferior de la Figura 10, cada CT al terminar una pieza se la pasa al CT siguiente. Como se puede observar, se logra un tiempo de producción de 7 horas y 12 minutos. Esto equivale a una reducción del 43% del tiempo lo cual muestra la importancia de este concepto. Por lo expuesto es claro que, el control de los recursos CB es muy importante ya que de ellos dependen los inventarios de materiales en proceso y los ingresos netos de la organización. Por ejemplo, podemos enumerar algunos lineamientos para los CB:

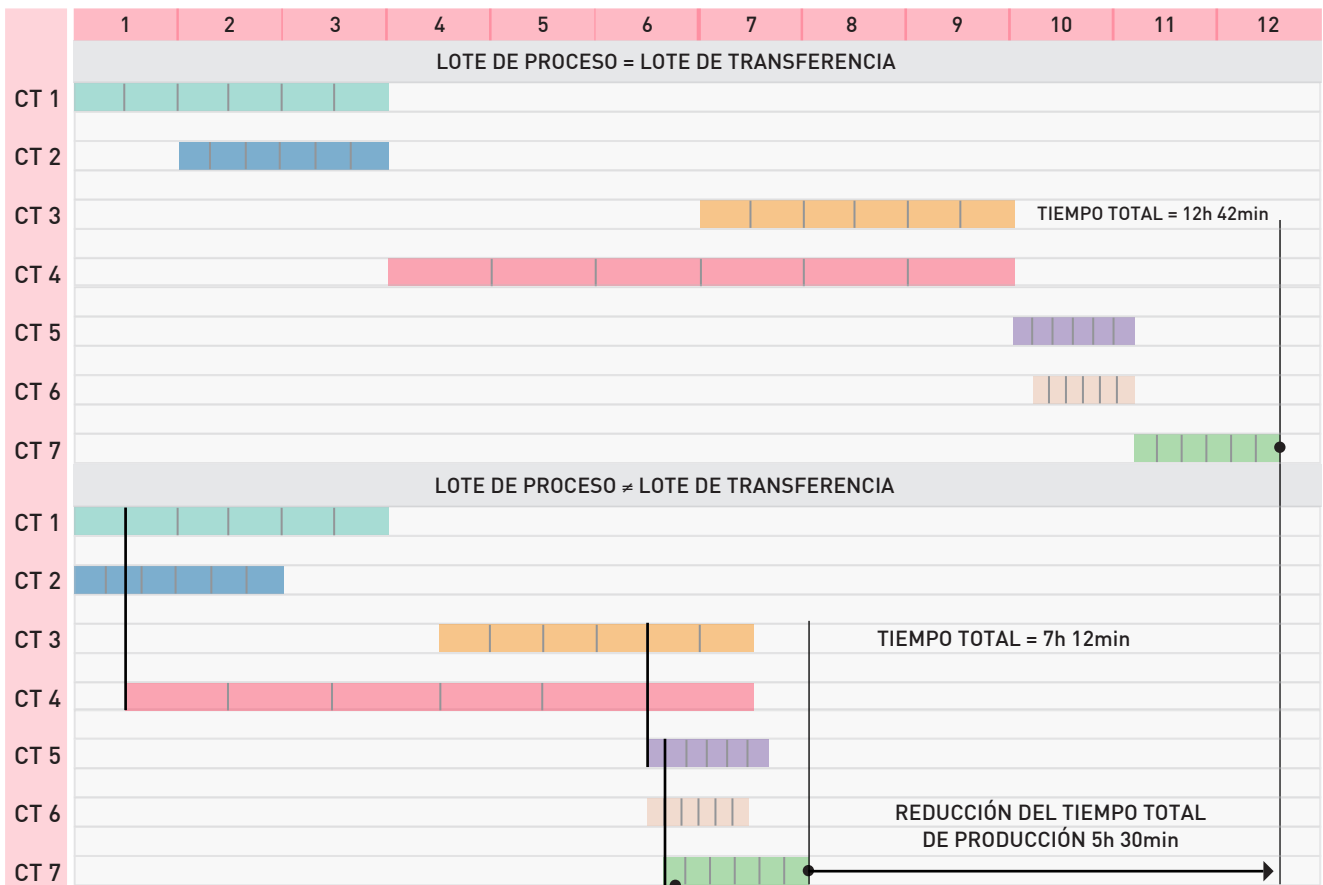


Figura 10 - Diagrama de Gantt para comparar los procesos con distintos tamaños de lotes de transferencia.

- Los equipos de mantenimiento deben estar preparados de forma permanente para solucionar los problemas eventuales que surjan en el cuello de botella.
- Controlar la calidad antes del CB, para no desperdiciar horas de procesamiento en piezas defectuosas.
- Dirigir las mejoras al desempeño de los CT.





Dado el siguiente diagrama de flujo del proceso de fabricación de tortas:



Realizando los supuestos necesarios, elaborar el diagrama SIPOC para dos etapas a elección y para todo el proceso en su conjunto.

Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes

Bibliografía_

- Norma ISO 9000, versión 2015. Punto 3.4.1.
- Heizer, J., & Render, B. (2004). Principios de administración de operaciones. Pearson Educación.
- Kanawaty, G., Donald, W. J., Andersen, L., Donald, K. B., Linday, E. K., MRWJ Donald, L. P., ... & Abramo, L. (2011). Introducción al estudio del trabajo (No. 65.015). OIT.
- Pyzdek, T., & Keller, P. A. (2014). The six sigma handbook (p. 25). McGraw-Hill Education.
- Andersen, Bjørn. (2007). Business process improvement toolbox. 2nd ed., Milwaukee, Wis.: ASQ Quality Press.
- Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). Administración de operaciones: procesos y cadenas de valor. Pearson Educación.
- Machuca, J. A. D., González, S. G., Machuca, M. Á. D., Jiménez, A. R., & Gil, M. J. Á. (2003). Dirección de operaciones: aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios. McGraw-Hill.



Tema

././03



Producción más limpia (P+L)_



Introducción_

Cualquier industria o empresa de servicio sin importar que actividad económica desarrolle, necesita utilizar recursos (agua, energía, materias primas, etc.) para elaborar sus productos o brindar sus prestaciones. Durante el proceso de transformación, algunos de estos recursos no se consumen en su totalidad, se deterioran o se convierten directamente en residuos, vertidos o emisiones que son liberados al medioambiente.

En este sentido, destinar esfuerzos a establecer un esquema de trabajo preventivo con el fin de minimizar la generación de residuos en origen, implica no solo trabajar en pos de reducir la contaminación generada, sino también que las organizaciones logren beneficios a través de mejoras en su productividad y competitividad.

Es por ello que la implementación de medidas de Producción más Limpia dentro de los procesos resulta una estrategia viable para que las empresas puedan obtener beneficios económicos, se adecuen con mayor facilidad a la normativa ambiental y mejoren su relación con el entorno.

Antecedentes_

Si bien sabemos que todas las actividades humanas generan impactos sobre el ambiente y que desde tiempos remotos ciertos sectores han buscado soluciones a los problemas de contaminación, es a partir de la revolución industrial que estos problemas se volvieron más complejos.

Se podría decir que hasta la década de los '60, el sector industrial consideraba al sector natural simplemente como un almacén de recursos que permitía la elaboración de sus productos pero no tenía en cuenta los impactos de las actividades sobre el entorno. Las industrias en gran parte ignoraban la temática o realizaban acciones de dilución que provocaba una mayor generación y dispersión de la contaminación.

Recién en la década de los '70, el mundo científico comienza a mostrar algunos estudios alarmantes sobre los impactos que las actividades humanas estaban generando sobre el ambiente (adelgazamiento de la capa de ozono, la contaminación de ríos y lagos, calentamiento global, etc.). Esto, sumado a algunos accidentes muy graves que se dieron en importantes fábricas y que afectaron gravemente a las personas que vivían en los alrededores, llevó a que los países comiencen a manifestarse a través de foros internacionales planteando nuevos condicionamientos y obligaciones a las prácticas de producción. Aquí las reflexiones se centran en la mitigación de los daños.

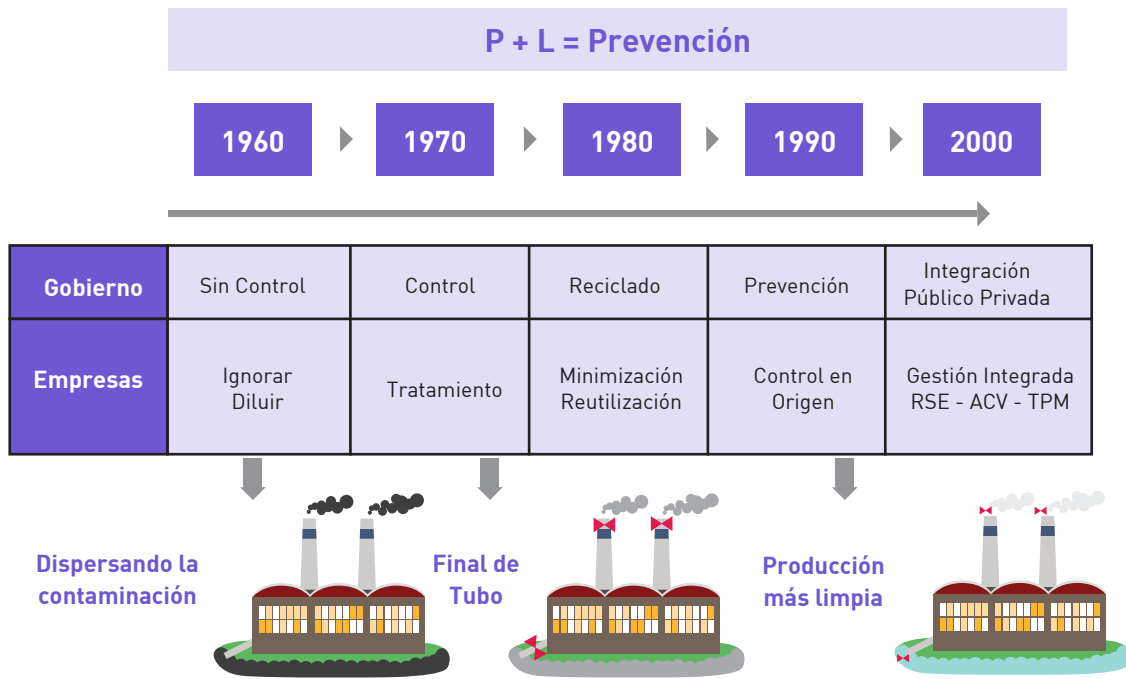
En 1984 se reúne por primera vez la Comisión Mundial de las Naciones Unidas sobre el Medioambiente y el Desarrollo con el objetivo de discutir lo que hasta el momento era considerado "desarrollo" ya que este concepto traía consigo graves problemas de desigualdad, pobreza y problemas ambientales.

Ya en la década del 90 se lleva a cabo "la Cumbre de la Tierra" o Río 92 que tuvo una gran convocatoria y fue calificado como el evento político internacional más significativo de la historia porque ese fue el ámbito de discusión del modelo de desarrollo mundial a ser impulsado. Allí se abordó la necesidad de dar prioridad a los métodos de **Producción más Limpia y a las tecnologías de prevención y reciclaje**.

Con el paso del tiempo, las leyes fueron progresando en el control y remediación de la contaminación, estableciéndose estándares y límites para la descarga de contaminantes, con la consecuente aplicación de apercibimientos, multas y sanciones.

Los actores involucrados en las cuestiones ambientales también han ido cambiando en estos años. En un inicio, los gobiernos eran los principales actores en materia ambiental en su rol de control, pero luego las organizaciones sociales, ONGs y la sociedad en general comenzaron a tener una participación cada vez más activa e importante en materia de protección ambiental.

Las empresas también fueron quienes impulsaron la generación de nuevos enfoques en virtud de luchar contra la contaminación dado que el tratamiento de los desechos al final del proceso productivo (final de tubo) representaba un importante porcentaje de los costos y una verdadera ineficiencia del proceso. Es así que surgen nuevas estrategias preventivas como lo son la eco-eficiencia y la Producción más Limpia, cuya premisa es realizar un uso más eficiente de los recursos y materiales que se utilizan durante la producción, con el objeto de generar productos que satisfagan las necesidades de los clientes, con precios competitivos, reduciendo al mismo tiempo el uso de los recursos y los impactos ambientales.



Fuente: Centro Tecnológico para la Sustentabilidad - CTS-UTN

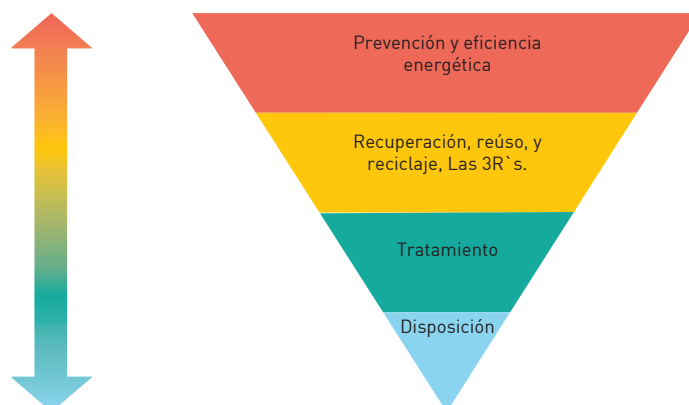
¿Qué es la Producción más Limpia (P+L)?

Es una estrategia de producción que permite mejorar el desempeño de la empresa aplicando el concepto de **prevención de la contaminación**, es decir, llevando a cabo durante los procesos habituales de la empresa, acciones que reduzcan o eliminen los desechos generados desde su origen. **De esta manera podemos lograr aumentar la eficiencia global de la empresa reduciendo, al mismo tiempo, los riesgos sobre las personas y los impactos negativos sobre el ambiente.**

La aplicación de la P+L nos permite identificar **dónde** y **por qué** la empresa está perdiendo recursos valiosos en forma de desechos; y cómo estas pérdidas pueden ser minimizadas. Al mismo tiempo, también colabora con la reducción de los costos de gestión, tratamiento y disposición de los residuos que genera en sus procesos.

Este concepto implica un cambio de enfoque en el abordaje habitual de las problemáticas ambientales de la organización, pasando de una **política reactiva** en la que se busca la corrección de los problemas ya generados (¿Qué debo hacer con los residuos?) a una **política pro-activa** en la que se busca anticiparnos a dichos problemas (¿De dónde vienen los residuos? ¿Cómo se generan? ¿Cómo prevengo su generación?).

Opciones para el abordaje de estrategias ambientales:



¿Cuáles son los objetivos que se persiguen con la P+L?

- **Eficiencia en la producción**, mediante el ahorro de materia prima y energía, la eliminación de productos tóxicos y la reducción de desechos y emisiones.
- **Protección / conservación del medioambiente**, a partir de la minimización de los impactos generados por la actividad o el producto a lo largo de toda su vida útil.
- **Desarrollo humano**, a través de la reducción de los riesgos a los que están expuestas las personas y las comunidades.

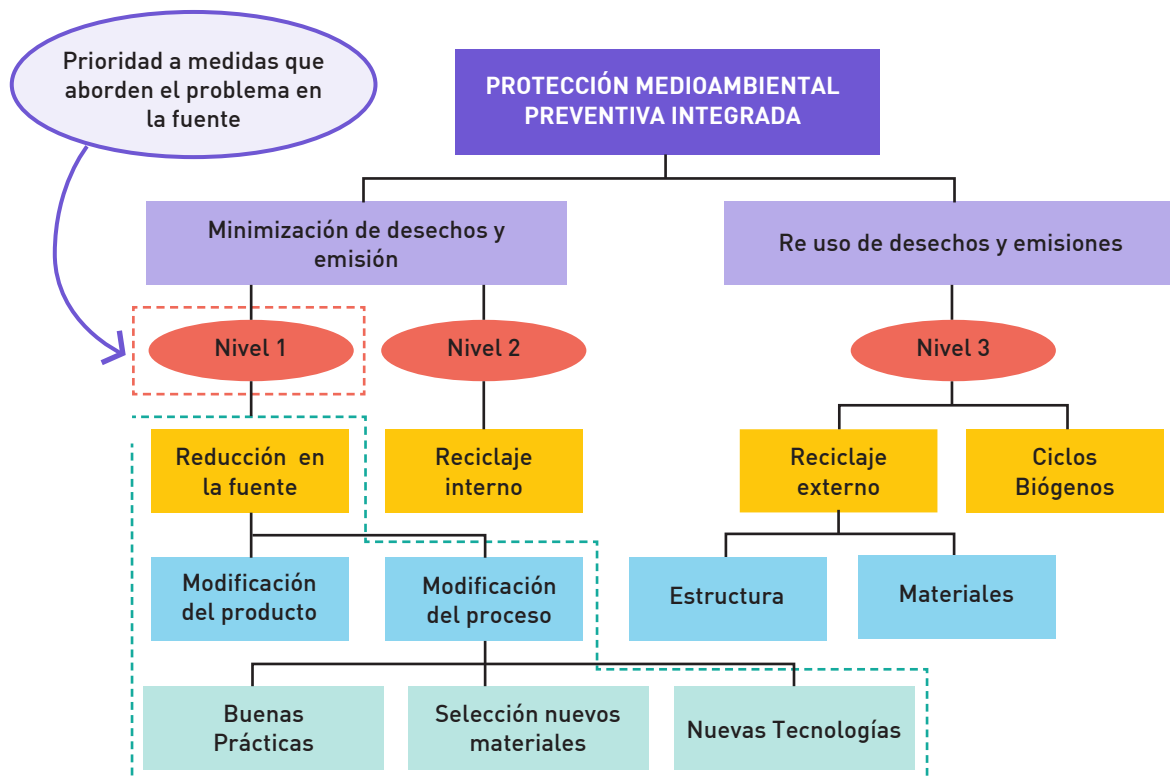
La Producción más Limpia es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia global y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente. (Programa de las Naciones Unidas para el Medioambiente - PNUMA).

¿Dónde podemos aplicar P+L?

En los procesos, mediante el ahorro de materia prima, insumos, agua y energía; la eliminación de sustancias tóxicas utilizadas y la reducción de la cantidad y toxicidad las emisiones y desechos generados en el proceso productivo.

En los productos, mediante un diseño y desarrollo de los mismos tendientes a reducir los impactos negativos a lo largo de toda su vida útil (desde la extracción de la materia prima hasta la disposición final del producto).

En los servicios, logrando una mayor eficiencia en el uso de los recursos, materiales y reduciendo la cantidad de desechos generados.



El conocimiento externo podrá ayudar a encontrar soluciones y/o estimular nuevas ideas pero la P+L sólo tendrá éxito si desde la empresa se realiza el mayor esfuerzo para apoyarla y promoverla

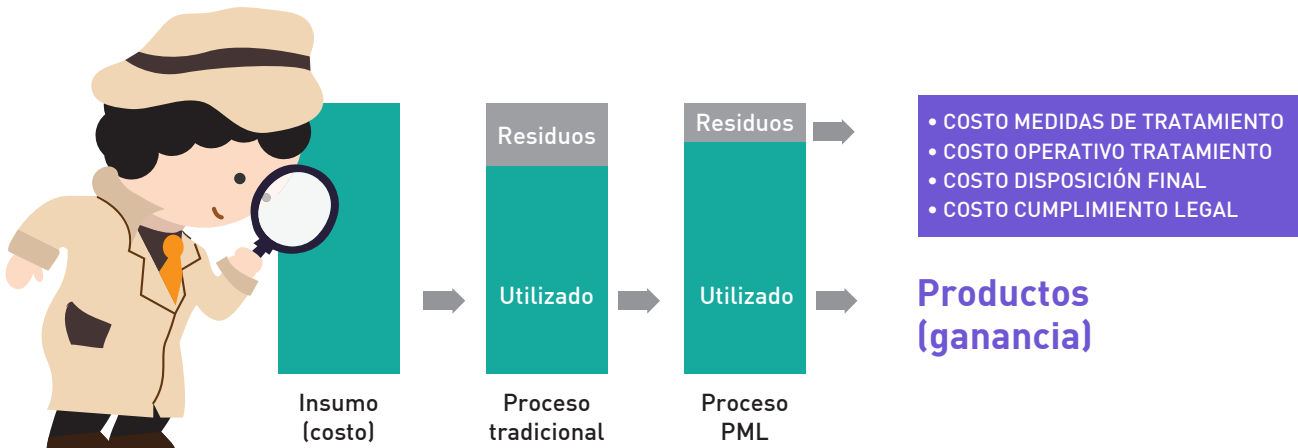
Minimización de los residuos_

¿A que llamamos residuos?

Bajo esta mirada consideramos que los desechos y las emisiones **son materias primas y materiales de proceso (muchas veces adquiridos a altos costos) que no se han transformado en productos comercializables o en materias primas, que luego pueden ser utilizadas como insumo en otro proceso de producción.**

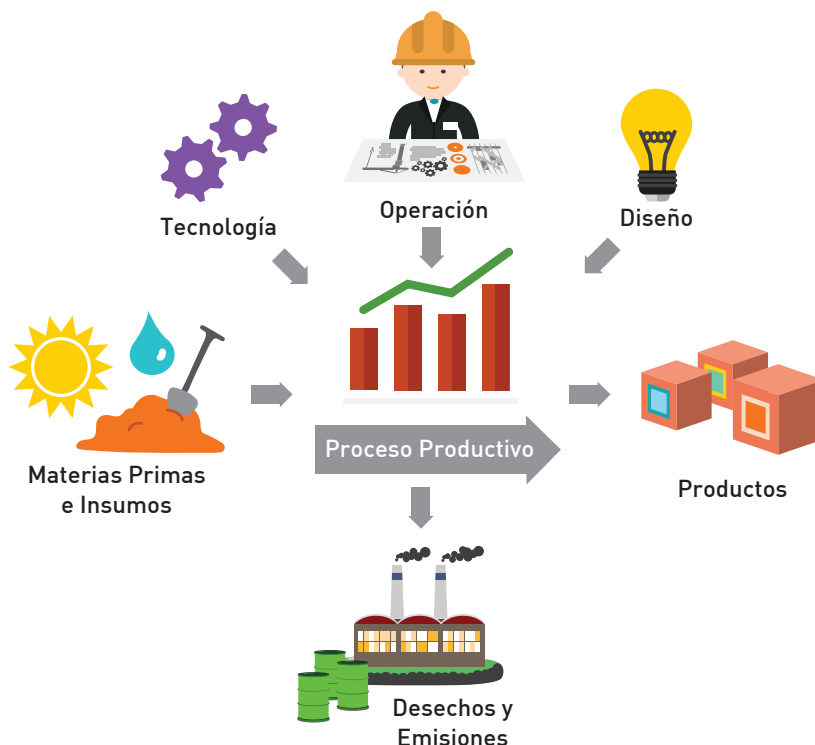
Incluyen todos los materiales sólidos, líquidos y gaseosos que se emiten al aire, agua o suelo, así como el ruido y el calor residual.

La minimización de los desechos y emisiones generados implica un **mayor grado de utilización de los materiales y la energía utilizados en la producción**, por lo tanto, la aplicación de la P+L no solo tiene un objetivo ambiental sino también de mejora de la eficiencia de los procesos.



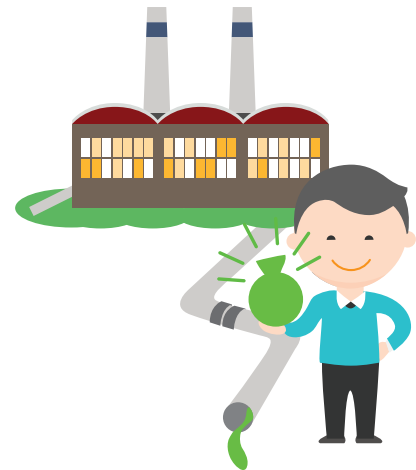
La aplicación de la P+L dentro de la empresa supone una mirada sistémica de la misma, dado que a la hora de identificar los puntos donde se generan los residuos es necesario tener en cuenta una gran variedad de campos como ser: las tecnologías utilizadas y la forma en que se

llevan a cabo los procesos, la calidad de las materias primas e insumos utilizados, la forma de trabajo y costumbres del personal, los proveedores, socios comerciales y/o interesados y el capital disponible, entre otros.



¿Cuáles son los beneficios de aplicar una estrategia productiva basada en la P+L?

- Reducción de los costos de producción.
- Disminución del costo de tratamiento y/o disposición final de los residuos.
- Recuperación de los costos de inversión.
- Mejora de las condiciones de Seguridad e Higiene.
- Mayor facilidad en el cumplimiento de la normativa legal ambiental.
- Contribución a la protección del ambiente.
- Mejora de la imagen de la empresa y la relación con la comunidad.
- Posibilidad de apertura de la empresa hacia mercados más exigentes.
- Diferenciación frente a competidores.
- Optimización de los procesos.




Final de Tubo vs. Producción más Limpia

Para implementar un programa de P+L es de vital importancia que exista un cambio de paradigma o que se puedan vencer ciertas barreras. Si bien en las últimas décadas se avanzó mucho en materia de gestión de ambiental, aún persiste en las organizaciones una actitud reactiva que fomenta la reducción de la contaminación a través del tratamiento de los residuos al final del proceso productivo (end of pipe o final de tubo). Esto puede darse a causa de que sólo se busque cumplir con la normativa vigente, enfocada principalmente en el control y cumplimiento de límites de descarga de contaminantes, como así también, a la falta de conocimiento de herramientas que permitan trabajar en estrategias de prevención de la contaminación.

En la siguiente tabla se pueden visualizar las diferencias entre ambos enfoques:

FINAL DE TUBO (END OF PIPE)	PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA
¿Cómo podemos tratar los desechos o emisiones existentes?	¿De dónde provienen los desechos y las emisiones?
Comienza por la reacción	Comienza por la acción
La contaminación es controlada mediante sistemas de tratamiento al final del proceso. No está relacionado con mejoras en la calidad del producto ni el ambiente de trabajo	Se previene la generación de la contaminación en su fuente de origen, a través de medidas integrales. Mejora las condiciones de seguridad y salud y puede mejorar la calidad del producto.
La protección ambiental entra después que se han desarrollado los productos y procesos	La protección ambiental entra como una parte integral del diseño del producto y la ingeniería del proceso.
La protección ambiental es cuestión de expertos en la materia	La protección ambiental es asunto de todos
Aumenta el consumo de materiales y energía	Reduce el consumo de materiales y energía
La protección ambiental se reduce a cumplir normas legales	La protección ambiental es un desafío permanente
Generalmente conlleva costos adicionales	Ayuda a reducir los costos.

Opciones técnicas

REDUCCIÓN EN ORIGEN	CAMBIOS EN PROCESO	Mejoras en la gestión y buenas prácticas operativas	
		Sustitución de materias primas e insumos tóxicos	
		Cambios tecnológicos	
	CAMBIOS EN LOS PRODUCTOS	Diseño con menor impacto ambiental	
		Incremento de la vida útil del producto	
	REUSO Y RECICLAJE	Recuperación y reuso dentro del proceso	
Reciclaje por terceros (fuera del proceso)			
PRETRATAMIENTO Y TRATAMIENTO			
DISPOSICIÓN - DESTRUCCIÓN - REMEDIACIÓN			

¿Cuáles son las barreras para la aplicación de P+L?_

- Resistencia al cambio (principal barrera).
- Falta de información, formación, expertos y técnicos adecuados.
- Falta de comunicación entre las empresas.
- Prioridades del negocio.
- Falta de participación de los trabajadores.
- La falta de un marco regulatorio sobre el tema.



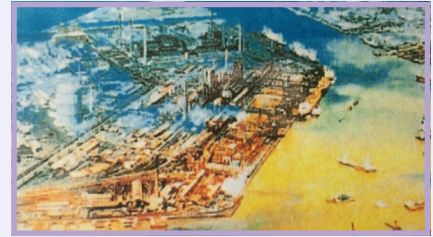
Kitakyushu: emblema mundial de Producción más Limpia



Desde inicios del siglo pasado, Kitakyushu tuvo un papel preponderante para el crecimiento económico y la modernización de Japón. Mediante la instalación y el desarrollo de una diversidad de industrias, principalmente siderúrgicas y químicas, se posicionó como una de las cuatro áreas industriales más importantes de dicho país.

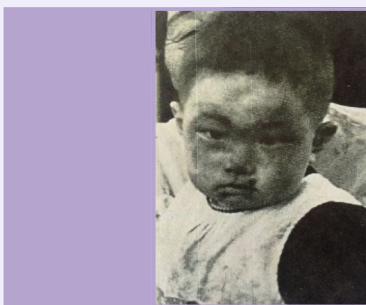
Sin embargo, con el transcurso de los años, este continuo progreso industrial trajo aparejado que Kitakyushu sufriera un grado severo de contaminación.

En 1966, se observó la principal caída de hollín proveniente de chimeneas industriales, con un registro mensual de 123 t/km² siendo la contaminación de aire más importante del país. Los techos cayeron bajo el peso del polvo. Las aulas de las escuelas estaban equipadas con máquinas de limpieza de aire y se instalaban aspersores en los patios para evitar que el polvo soplara en las aulas.



Asimismo, la Bahía de Dokai por el estado de sus aguas, comenzó a denominarse como “Mar de la Muerte”. Estudios realizados para determinar la calidad del agua detectaban valores fuera de parámetros reglamentarios de Oxígeno Disuelto (OD) y Demanda Química de Oxígeno (DQO), como así también altos niveles de sustancias nocivas (cianógenos y arsénico).

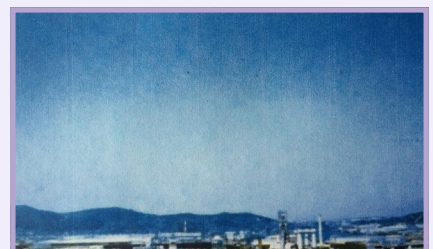
Con el transcurso de los años, el grado de contaminación se fue agravando. Los pobladores de Kitakyushu se mantenían silenciosos y ello se debía a diversas razones. En principio, la ignorancia que los efectos de la contaminación podían causar sobre la salud y que, los empleados de las fábricas y sus familias consideraban como prosperidad el humo de las industrias, denominándolo “humo feliz”. Asimismo, la mayoría de ellos provenían de zonas rurales por lo cual consideraban a Kitakyushu solo como un sitio para trabajar, sin importarles la calidad de su medio ambiente.



Debido a que el bienestar laboral y económico continuaba en ascenso, la ciudad comenzó a transformarse en un lugar para residir y no sólo para trabajar. Es allí donde un grupo de mujeres fueron las primeras en realizar acciones para enfrentar el problema, exigiendo que se comiencen a tomar medidas ya que, les preocupaba cada vez más los problemas de salud que tenían sus hijos. Las **“Mujeres de Tobata”** formaron una asociación, y elaboraron un documental denominado “Queremos que nuestros cielos azules vuelvan”. Sus protestas comenzaron a tomar mayor relevancia, y fueron el disparador para iniciar un trabajo conjunto entre el gobierno, las industrias, las universidades y los pobladores del lugar.

A partir de allí, se dieron grandes pasos desde el aspecto normativo, como así también; se realizaron diversas acciones de remediación y prevención. Las oficinas gubernamentales de Fukuoka y Kitakyushu con colaboración de las principales industrias, instauraron un Comité Conjunto sobre la Prevención de la Contaminación del Aire, que incluía representantes de las 30 fábricas que emitían 97% de óxido de azufre de la ciudad. Asimismo, se instaló un Centro de Monitoreo para la medición y seguimiento de diversos parámetros (agua, aire y suelo), se diseñó un sistema público para el tratamiento de aguas residuales, se construyó una planta de incineración de residuos y se realizó el dragado y remoción de lodos de los ríos, entre otras.

El esfuerzo conjunto entre los residentes, industrias, gobierno y universidades resultó de vital importancia para lograr la mejora del medio ambiente. En la década de 1980, Kitakyushu fue reconocida internacionalmente como modelo de ciudad sustentable, ya que a partir de la prevención lograron revertir sus problemas de contaminación provenientes de la industria pesada.



Producción más Limpia en Industrias Lácteas de la provincia de Santa Fe

En esta experiencia piloto, se contó con la participación de 10 empresas, que procesan entre 4.000 y 40.000 litros de leche diarios, la gran mayoría de ellas dedicadas a la elaboración de quesos y en menor medida dulce de leche. Las empresas participantes se localizan en el sector Centro-Sur de la provincia de Santa Fe, siendo una de las principales cuencas lecheras del país.

El eslabón lácteo de la provincia es uno de los más importantes en términos de su contribución, tanto económica como social en las distintas regiones. No obstante su vital importancia, la industrialización de la leche genera una contaminación de tipo orgánica y biodegradable (dada las características de los efluentes) como así también una serie de residuos sólidos por lo que las herramientas de Producción más Limpia contribuyen en gran medida a lograr una minimización de la contaminación en origen reduciendo el impacto ambiental de esta actividad industrial.

Este trabajo se llevó a cabo entre la Secretaría de Ambiente de la provincia de Santa Fe, la Asociación de Pequeñas y Medianas Industrias Lácteas e INTI Lácteos. Los objetivos propuestos en esta etapa fueron:

- Establecer la situación de los procesos y prácticas de las empresas en ese momento.
- Identificar problemas comunes en la rama quesera y diseñar las correspondientes soluciones.
- Determinar indicadores ambientales para su posterior comparación.

La intervención se realizó en dos grandes etapas:

a) Diagnóstico / Medición de línea de base (en la tabla siguiente se detallan algunos elementos)

b) Implementación de las mejoras sugeridas (consensuadas en cada caso particular con los representantes de cada empresa).

Herramientas utilizadas para el diagnóstico y establecimiento de la línea de base:

HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN
Ficha de datos de la empresa	Ubicación geográfica y datos de contacto. Datos generales de la empresa
Diagrama de Flujo de Procesos	Representación gráfica de la secuencia de etapas de los procesos, con identificación cualitativa de las entradas y salidas de cada una de ellas.
Diagrama de flujo de materiales	Representación gráfica cualitativa y cuantitativa de los flujos de energía, agua, materias primas, sustancias auxiliares, productos, efluentes, residuos y emisiones
Lista de chequeo	Listado de preguntas tendientes a detectar problemas u oportunidades de mejoras en los rubros: Materias primas, agua, energía, efluentes, residuos, emisiones, higiene y seguridad, calidad, limpieza y mantenimiento, cumplimiento legal, etc.
Matriz de valoración	A los problemas detectados se les asignó un puntaje adimensional, considerando los aspectos económicos, de gestión, ambientales y legales. El aspecto social solo se valoró en aquellas empresas que lindan con viviendas del predio urbano. El producto de la matriz es un listado de problemas con prioridades asignadas, que se utiliza para y consensuar las respectivas soluciones.



Las herramientas utilizadas en la fase de implementación incluyeron un plan de trabajo por empresa y un cronograma de actividades para el seguimiento de las mejoras programadas.

Problemas comunes detectados y mejoras implementadas

A partir de las visitas realizadas, las listas de chequeos y otra información entregada por las empresas, se pudieron detectar los siguientes problemas comunes, los cuales fueron abordados individualmente en cada empresa a los fines de analizar las posibles alternativas de solución.

ASPECTO / ÁREA	PROBLEMA IDENTIFICADO
Materia Prima e Insumos	Pérdida de leche en recibo y sala de elaboración
Agua	Ausencia de limpieza en seco, mantenimiento insuficiente o nulo de cañerías, falta de conductas de minimización de uso.
Energía	Falta de mantenimiento en calderas, aprovechamiento regular de combustibles, falta de recuperación de condensados, ausencia o inadecuada aislación de conductos de vapor, mala utilización de la luz natural.
Residuos Sólidos	Inadecuada gestión y por ende disposición final de residuos, realización de prácticas inadecuadas (incineración a cielo abierto).
Manejo del lactosuero	Falta de control sobre el suero como materia prima para otros procesos, se vierte en la mayoría de los casos con el efluente general de la planta o su valorización en casi nula.
Efluentes líquidos	Inadecuada gestión. Falencias a nivel de los sistemas de tratamiento de efluentes.
Higiene y Seguridad	Escasa implementación de planes de capacitación en prevención de accidentes de trabajo, falencias en el manejo y depósito de sustancias químicas.

Los problemas identificados fueron calificados o ponderados según las alternativas existentes para su mejora siendo calificados como:

- 1) Mejora de ordenamiento interno con nula o escasa inversión
- 2) Mejora con adquisición de tecnología con moderada a importante inversión
- 3) Mejora que involucra innovación tecnológica

La calificación precedente se basó en relación al nivel de inversión que involucra la resolución del problema detectado, lo cual determinó en gran medida que algunas de las oportunidades de mejora no fueran implementadas durante la duración de esta experiencia. En general se pudo

apreciar que se pudieron resolver los problemas detectados en un 71%.

A modo de ejemplo, en la figura siguiente se muestran los resultados obtenidos a partir de la implementación de las mejoras sugeridas. La gráfica corresponde a la carga orgánica de los efluentes de proceso de una de las empresas participantes del programa durante múltiples muestreos llevados a cabo antes de la implementación de las mejoras (línea de base) y una vez implementadas (final). El indicador utilizado para la evaluación y el seguimiento fue la Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg/l), el cual da una idea de la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas presentes en el efluente.

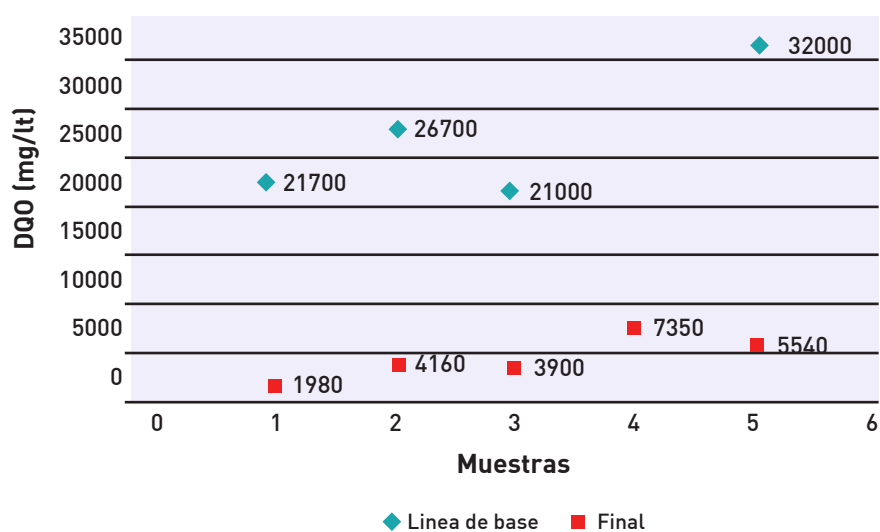
Mejoras realizadas:

Concientización en el uso del agua, reducción de la cantidad de agua utilizada, redistribución de los equipos dentro de la planta para recolectar las pérdidas de materia prima y poder reutilizarlas junto con el suero lácteo.

En el gráfico se puede observar la drástica reducción de la contaminación orgánica presente en el efluente luego

de la implementación de las mejoras. Esto sumado a la disminución del caudal generado permitió que el sistema de tratamiento necesario para la depuración de estos efluentes sea de mucho menor tamaño y sofisticación, lo que contribuyó a que la inversión requerida por parte de la empresa para adecuar el vuelco de sus efluentes a los parámetros establecidos por la normativa vigente haya sido mucho menor.

Evolución de la concentración DQO presente en el efluente:



Bibliografía_

- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). Manual de Producción más Limpia.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (1999). Producción más Limpia, un paquete de recursos de capacitación.
- IHOBE, Sociedad Pública Gestión Ambiental, Gobierno Vasco (1999). 200 Recomendaciones para la Reducción de Residuos.
- Bianchi, A., Cruz W., Nakamura M. (2005). Local Approaches to Environmental Compliance Japanese Case Studies and Lessons for Developing Countries. Washington D.C: WBI Learning Resources Series.
- Centro Tecnológico para la Sustentabilidad-CTS-UTN (2006), Rosemberg, A., ¿Que es la Producción más Limpia?
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2004), Informe Programa de Producción más Limpia y Competitividad Empresarial para Plantas de Proceso de la Actividad Pesquera
- Observatorio de Medio Ambiente de Aragón- Guía de Producción más Limpia para Trabajadores
- Oliveira, Dilson Campos (2013). Cómo desarrollar controles financieros. Belo Horizonte: SEBRAE/MG.
- Kitakyushu's International Environmental Cooperation, Eco-thereby enhancing Global Partnership (2007), The strinking recovery from a Smoke Filled Sky and the Sea of Death.



Tema

././04



Círculos de control de calidad_

1. Antecedentes

Luego de la segunda guerra mundial, las empresas Japonesas se comprometieron a mejorar la calidad de sus productos cuidando los recursos utilizados para poder ser competitivos en los mercados mundiales. Una de las herramientas que desarrollaron para lograr este objetivo fueron los “Círculos de Control de Calidad” que se introdujeron en los años sesenta por el Dr. Kaoru Ishikawa, desde entonces, han representado un elemento fundamental de participación de los trabajadores en las empresas que han implantado sistemas de mejora continua.

2. Círculos de Control de Calidad

Los Círculos de Control de Calidad (CCC), son equipos que implementan mejora continua (kaizen), como método permanente y sistemático. Estos equipos utilizan herramientas estadísticas y el ciclo de Deming (de Edwards Deming), también conocido como círculo PDCA (del inglés plan-do-check-act, esto es, planificar-hacer-verificar-actuar), para resolver problemas o mejor dicho oportunidades de mejora.

Este método requiere que los integrantes del equipo no sólo identifiquen las oportunidades de mejora, sino que también identifiquen las causas, las analicen, propongan acciones preventivas y establezcan nuevos estándares y/o procedimientos. Una sola persona no busca la solución, sino que se analiza la situación entre varias personas, de esta manera se amplía la visión del problema y se generan mejores ideas.

Las personas que ocupan los diferentes puestos de trabajo son las que más conocen de las actividades y dificultades que allí se desarrollan. Cuando estas personas participan en el análisis, propuesta de mejora e implementación de cambios acordados, se apropian de la idea. De esta manera la probabilidad de que se sostenga en el tiempo y se propongan nuevas mejoras aumenta, por incremento de la autoestima y motivación de los participantes.

a. Objetivos

1. Contribuir a la mejora de la Calidad en la organización.
2. Generar un mejor entorno laboral propiciando espacios de participación y diálogo en los cuales el trabajador toma decisiones y propone soluciones.
3. Mejorar la comunicación horizontal y vertical en la organización.

b. Características

Tamaño: el número de personas que debe integrar el círculo suele estar comprendido entre un mínimo de 4 y un máximo de 15. El tamaño de los círculos puede variar en cada organización y depende de distintos factores, como la cultura organizacional, el contexto sociocultural/geográfico y también los objetivos específicos que se estén buscando con la implementación de los círculos. De acuerdo a la experiencia de implementación en empresas de Latinoamérica, los equipos conformados entre 4 a 8 personas suelen ser más productivos en términos de identificar e implementar mejoras.

Frecuencia: los integrantes se reunirán a intervalos fijos, normalmente una vez por semana y por un período corto, estimado en dos a tres meses, este período de trabajo se estima a partir del planteo de objetivos alcanzables por el CCC.

Integrantes: El grupo suele estar conformado por miembros de distintos sectores, combinando puestos y funciones. En algunos casos podría estar formado sólo por miembros de un sector o proceso. El CCC podrá incluir: operarios, mandos medios y gerentes, las combinaciones podrán ser diversas en función del objetivo planteado.

Participación: en los equipos de CCC se busca la participación del personal correspondiente al área operativa y de la dirección. Los roles que se asumen dependerán de la instancia en que se encuentre el CCC y de la metodología que se aplique. Por ejemplo puede suceder que el jefe o encargado interactúe en la instancia de Brainstorming (Tormenta de Ideas) como un participante más y en otra instancia asuma el rol de moderador, enfocando el análisis en función de las prioridades de mejora que se quieran implementar. Es fundamental el compromiso de cada integrante para el funcionamiento del grupo.

Capacitación: La capacitación les permite a las personas abordar con una metodología adecuada las actividades de los CCC y contar con herramientas específicas para definir la situación problemática, analizar las causas, identificar las acciones que eliminan las causas e implementarlas. Los miembros deberán recibir capacitación permanente para que puedan participar de forma adecuada.

Evaluación/Revisión: Se sugiere realizar una evaluación/ revisión de las actividades realizadas, analizando el cumplimiento de los objetivos definidos al inicio. Esto permitirá determinar la eficacia y eficiencia del CCC, y en caso de ser necesario poder realizar acciones correctivas si no se tuvieron los resultados esperados con las actividades ejecutadas.

c. Equipo de trabajo

Entre los miembros del CCC se distinguen dos roles o figuras que pueden ser asumidas por una misma persona: el moderador y el facilitador. El trabajo del moderador es, fundamentalmente hacia adentro del CCC y es quien posee los conocimientos más acabados de la metodología a implementar. Por otro lado el rol del facilitador apunta a establecer un puente entre el círculo y el resto de la organización, particularmente a los niveles gerenciales. Pudiendo en algunos casos ser la misma persona quien asuma ambos roles.

Las funciones del Moderador son:

- Coordinar las reuniones de trabajo y participar de ellas dirigiéndolas.
- Fomentar los aportes de ideas para solucionar los problemas en discusión, estimulando al grupo a presentar sus contribuciones y experiencias.

Las funciones del Facilitador son:

- Obtener información y recursos.
- Elevar a las autoridades las conclusiones a que arribe el círculo mediante un documento con formato de minuta donde se notifique lo acordado por el grupo y el plan de acción a llevar adelante.
- Coordinar reuniones del círculo con la gerencia o autoridades correspondientes.

Es conveniente que tanto el moderador como el facilitador hayan tenido algún tipo de entrenamiento en cuanto a la función al frente de círculos de calidad.

d. Beneficios

La empresa, con la implementación de CCC, estimula la motivación de los empleados y el compromiso con la empresa, lo cual servirá para fortalecer la base para el desarrollo de los negocios de la misma, además de:

- Capacitar al personal.
- Elevar la conciencia hacia los problemas, el control y las mejoras.
- Mejorar la comunicación.
- Revitalizar el lugar de trabajo.
- Mejorar la calidad, reducir costos, cumplir con las fechas de entrega, procurar la seguridad.
- Elevar el nivel de estandarización.
- Mejorar las relaciones humanas.
- Incrementar la satisfacción en el trabajo y mejorar el ánimo de los trabajadores.
- Compartir la conciencia de los problemas en el grupo.
- Generar un entendimiento mutuo y se estimula la postura de aceptación de uno a otro.
- Facilitar la realización del trabajo.
- Aumentar el conocimiento técnico.
- Mejorar el trabajo en equipo.
- Aumentar el conocimiento de los Círculos de Control (CC).
- Estimular el aprendizaje y la capacidad de liderar.
- Incrementar la autoconfianza.
- Reducir los problemas laborales.

3. Tipos de CCC_

• Interdisciplinario:

Sus integrantes pertenecen a diferentes sectores y son de distinta jerarquía. Este tipo de CCC tiene la ventaja de favorecer la comunicación e integración entre sus miembros y suele ser disparador de un gran volumen de oportunidades de mejora.

• Específico:

Se constituye cuando se detecta la necesidad de resolver un problema específico y se compone con personal involucrado de manera directa con el asunto.

• Rector:

Es el de mayor responsabilidad y capacidad de decisión. Su función es la de coordinar las actividades de los CC y la de abordar problemáticas de alto impacto para la empresa. Se conforma con referentes de distintas áreas.

4. Implementación de CCC - Paso a Paso_

Conceptos generales para una buena implantación de los CCC:

- Convencimiento de la dirección: conocer los beneficios, brindar los aportes económicos y autorizaciones pertinentes, confiar en el grupo de mejora y estar convencidos de su implementación. La comunicación del compromiso, por parte de la dirección, resulta imprescindible para el éxito de los CCC.
- Disponibilidad de recursos: RRHH, tiempo y materiales para desarrollar una correcta implementación del CCC.

ETAPA	ACCIÓN
1. Seleccionar el tema de mejora	Lo define el sector de Administración/Calidad que tiene datos de reclamos del cliente externo o bien de demandas y/o sugerencias provenientes de los referentes del sector incluyendo a los operarios.
2. Armar el equipo de trabajo (Círculo de Control de Calidad)	Se convoca a los voluntarios que trabajarán en tema de mejora y se define el cronograma de las reuniones.
3. Identificar el problema	Cuantificar las problemáticas mediante el uso de las 7 Herramientas de control de calidad (por ejemplo hoja de datos, histograma) y definir el tema específico en el que se intervendrá.
4. Establecer el objetivo de mejora	El equipo determinará la meta de mejora a alcanzar
5. Analizar los factores de causa	Determinación de las causas raíces del problema, con el uso de las herramientas de control de calidad. Ejemplos: diagrama espina de pescado, árbol de causas, diagrama de Pareto (clasificarlas y priorizarlas).
6. Definir las acciones de mejora que eliminan las causas del problema y evaluar costos/beneficios de su aplicación	Elaborar el plan de acción que describa: quién hará las acciones correctivas, como las hará, cuándo y durante cuánto tiempo, con qué recursos, qué registros llevará, quien realizará el seguimiento, etc.
7. Presentación a la Dirección o a la Gerencia	Se presenta la problemática analizada y la solución propuesta. Se espera la devolución de la propuesta para poder avanzar en la implementación.
8. Implementar las acciones de mejora	Ejecutar el plan
9. Seguimiento de las acciones implementadas	Obtención de los nuevos valores y exhibición de la evolución del cambio mediante la utilización de carteleras, por ejemplo Diagrama de CCC. (Ver Anexo).
10. Evaluar los efectos de la implementación	Comparación, análisis y aprobación de la mejora. Si las medidas correctivas han mejorado las características del proceso, éstas se establecerán como nuevos estándares del proceso. En caso que las mejoras no sean lo esperado, se debe volver al punto 6 y redefinir las acciones de mejora.



11. Estandarizar	Establecer el nuevo método de trabajo mediante la difusión de la nueva metodología de trabajo.
12. Difusión	Presentación del trabajo realizado por el CCC a la dirección y resto de la empresa. El objetivo que se busca es que se tome conciencia y demuestre la efectividad de los Círculos de Control de Calidad para que éstos se repliquen en otros sectores y procesos que requieran una mejora.



Ejemplo de la etapa 12, difusión al resto de los miembros de la empresa

5. Casos de Implementación - Práctica_

El caso que se describe a continuación, se desarrolló en una industria metalúrgica que cuenta con 53 empleados. La empresa se inició como una planta dedicada a la fundición de productos de aluminio y posteriormente incorporó el proceso de fundición de acero de alta precisión.

Si bien existían iniciativas de mejora en los diferentes sectores de la empresa, las mismas no eran gestionadas con una metodología de trabajo que permitiese alcanzar resultados significativos y sostenibles en el tiempo. Por este motivo, la empresa comenzó a implementar CCC para dar tratamiento a las oportunidades de mejora detectadas.

1. Selección del tema de mejora

Durante los primeros CCC surgió la necesidad analizar la distribución de las máquinas y puestos de trabajo en el sector de Terminación dado que se identificaron entrecruzamiento en el flujo productivo y transportes innecesarios de materiales.

2. Armado del equipo de trabajo (Círculo de Control de Calidad)

El grupo estuvo integrado por 6 personas, incluyendo personal de los sectores de Terminación y Control de Calidad y por mandos medios de producción. Todos ellos estaban involucrados, directa o indirectamente, en el proceso que se debía analizar.

3. Identificación del problema

Las principales ineficiencias observadas fueron:

- Falta de información respecto a la secuencia de operaciones involucradas en el proceso.
- Avances y retrocesos en las distancias recorridas en el proceso de fabricación.
- Grandes distancias recorridas por los productos en proceso.
- Traslado de productos en proceso de manera deficiente ocasionando desgaste físico en los operarios.

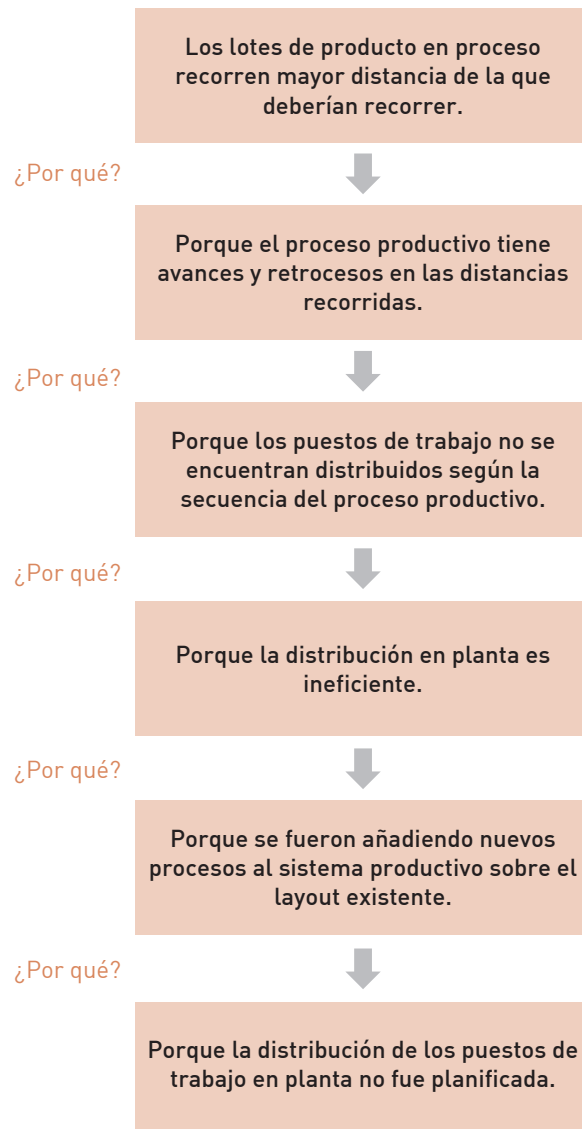
Se relevó el perímetro de la planta, las dimensiones de los distintos sectores, se tomaron medidas de máquinas, puestos de trabajo, caminos de circulación y se elaboró un plano de la planta a escala, además de confeccionarse el diagrama de flujo del proceso. Se pudo establecer **que cada lote se trasladaba 4585 metros con avances y retrocesos durante la fabricación.**

4. Objetivo de mejora propuesto

- Reducir en al menos un 30% los transportes recorridos por lote de producto terminado en 4 semanas.

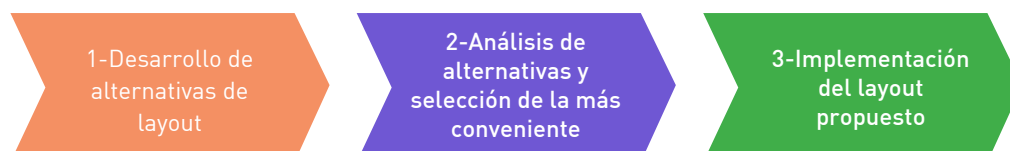
5. Analizar los factores de causa

El análisis de causas se realizó mediante la utilización de la técnica de resolución de problemas denominada 5 por qué.



6. Definición de las acciones de mejora que eliminan las causas del problema y evaluar costos/beneficios de su aplicación

El plan de acción definido para la implementación de la mejora fue:



PLAN DE ACCIÓN DE LA MEJORA	SEMANA			
	1	2	3	4
	MES			
	1			
Grupo de mejora N° 1				
Desarrollo de alternativas de layout				
Análisis de alternativas y selección de la más conveniente				
Implementación del layout propuesto				

Para estimar los potenciales beneficios a obtener, se calculó la distancia total a recorrer por mes, tanto para la situación actual como para la situación objetivo, teniendo en cuenta que la producción mensual es de 15000 unidades y que cada lote está compuesto 425 unidades. Para calcular el tiempo total, se consideró una velocidad de transporte de 1m/s. Finalmente, para estimar el impacto económico de la mejora, se tomó un valor de \$100/h, correspondiente al costo de la hora hombre de un operario. **Los resultados se muestran a continuación:**

	Distancia por lote (m)	Distancia mensual (m)	Tiempo mensual (h)	Costo mensual
Situación inicial	4585	161824	45	\$ 4.495,10
Objetivo	3210	113294	31	\$ 3.147,06

Puede observarse que, una vez implementadas las mejoras, se obtendría un ahorro mensual de \$ 1348,04.

7. Presentación a la Dirección o a la Gerencia

Las propuestas de mejora y los potenciales beneficios a obtener se presentaron a los directivos de la empresa, quienes prestaron conformidad para llevar adelante las acciones planteadas.

8. Implementar las acciones de mejora

Durante la implementación del plan de acción se desarrollaron las siguientes acciones:

Desarrollo de alternativas de layout

Los participantes del CCC contaron con un plazo de una semana para pensar y proponer mejoras de manera individual o grupal. Éstas luego serían analizadas y discutidas en la siguiente reunión.

Análisis de alternativas y selección de la más conveniente

Durante una reunión del CCC se analizaron las diferentes opciones de layout utilizando un plano de la planta, máquinas, mesas de trabajo y demás elementos a escala, lo que permitió poder reubicarlos, buscar alternativas factibles y compararlas entre sí hasta encontrar la óptima.

Implementación del layout propuesto

Una vez analizada la factibilidad de la alternativa seleccionada se comenzó su implementación:

- Se eliminó una máquina que se encontraba en desuso.
- Se redistribuyeron las máquinas en el sector terminación.
- Se reubicó el almacenamiento de chatarra y arena.
- Se reubicó el puesto de soldado.

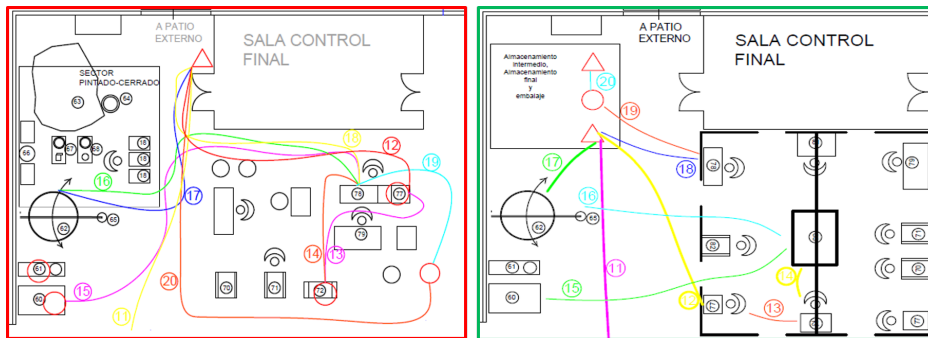
9. Seguimiento de las acciones implementadas

Por tratarse de un plan de acción de corta duración no fue necesario desarrollar este punto. En caso de que se trate de un proyecto de mayor duración, se pueden realizar evaluaciones intermedias para analizar su evolución.

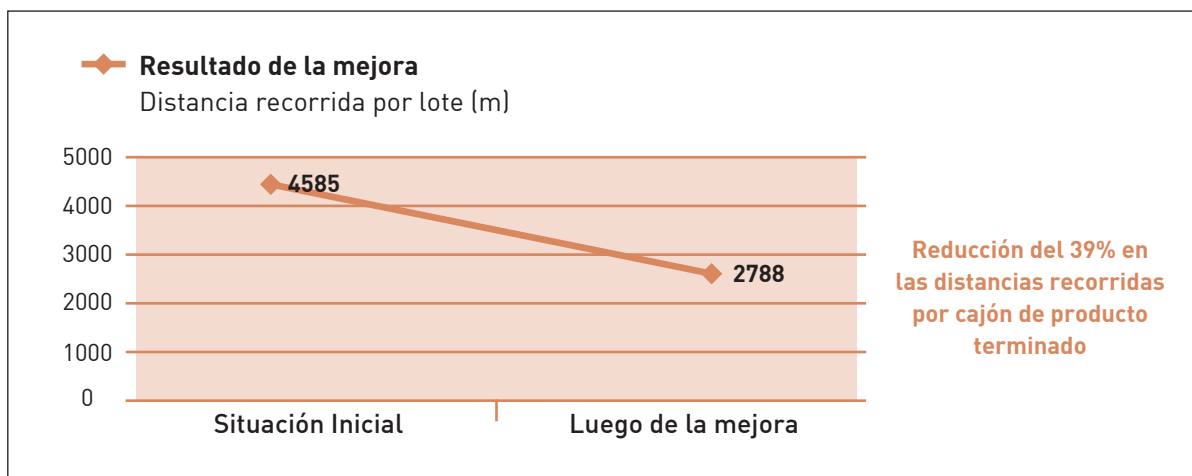
10. Evaluar los efectos de la implementación

En la siguiente figura se muestra la distribución en planta y las distancias recorridas en la fabricación de los productos antes y después de las mejoras implementadas.

Para evaluar el impacto de las mismas, se volvieron a cuantificar las distancias una vez aplicados los cambios, obteniendo como resultado una **reducción del 39% de las distancias recorridas (cada lote pasó de recorrer 4585 m a 2788 m)**.



Layout antes y después de la mejora



A continuación se presenta una tabla comparativa que permite analizar el impacto de las mejoras implementadas. A partir de las mismas, se pudo obtener un ahorro mensual de \$1761,76.

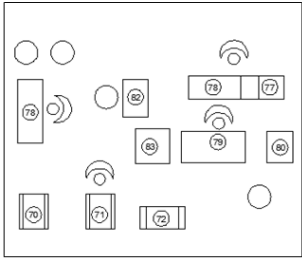
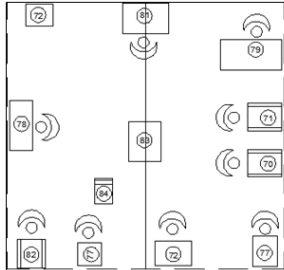
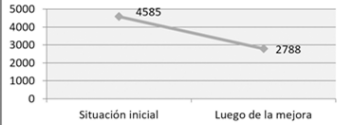
	Distancia por lote (m)	Distancia mensual (m)	Tiempo mensual (h)	Costo mensual
Situación inicial	4585	161824	45	\$ 4.495,10
Objetivo	3210	113294	31	\$ 3.147,06
Situación final	4585	98400	27	\$ 2.733,33

11. Estandarizar

Para mantener las mejoras alcanzadas, se delimitaron en la planta las nuevas ubicaciones de máquinas y puestos de trabajo, obtenidas a partir de la distribución definida en el CCC. Además, la nueva metodología de trabajo fue publicada en una cartelera ubicada en la planta para comunicar a todo el personal los resultados obtenidos. (Ver punto 12)

12. Difusión

Todos los problemas resueltos mediante los CCC se vuelcan en hojas que permiten comunicar sintéticamente las mejoras efectuadas. A continuación se presenta la hoja correspondiente al caso analizado:

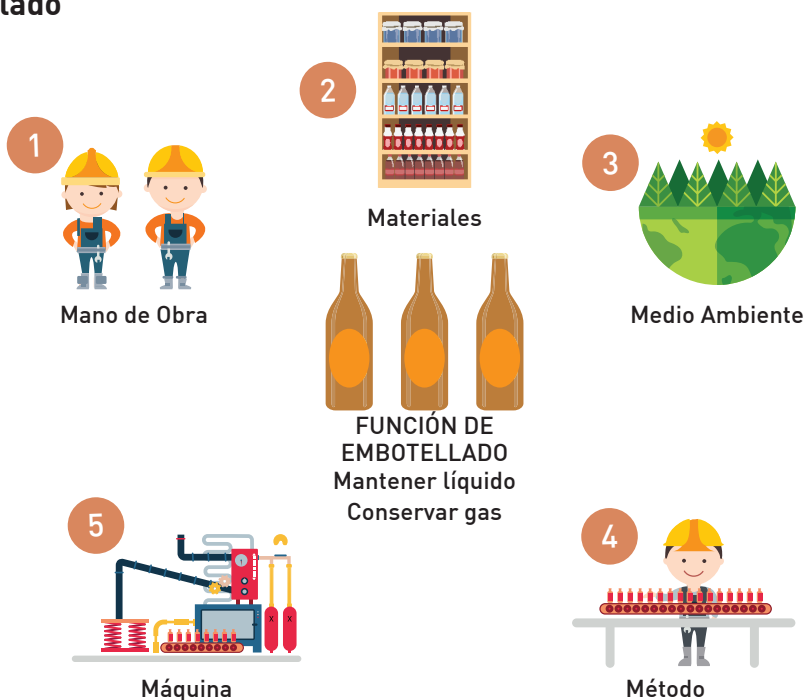
Círculos de Control de Calidad		Fecha de Inicio: 1/5/2015																				
		Fecha de Fin: 6/6/2015																				
Mejora: Distribución de máquinas en el sector Terminación		Objetivo: Reducir en al menos un 30% los transportes recorridos por cajón de producto terminado en 4 semanas																				
Grupo Kaizen 1	Sector: Terminación	Responsables de la mejora: BJ, RL, CM, MS, LL, MV																				
Antes del Kaizen		Después del Kaizen																				
<p>Problema: El crecimiento de la planta y los cambios sufridos en los procesos hacen que la distribución actual de las máquinas en el sector no sea la adecuada, generándose flujos cruzados y trasportes en exceso.</p>		<p>Descripción de la mejora:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se redistribuyeron las máquinas por proceso. - Se incorporó una soldadora MIG en el sector. - Se diseñó e implementó un carro para el transporte de piezas. 																				
<p>DISTRIBUCIÓN EN EL SECTOR TERMINACIÓN</p> 		<p>DISTRIBUCIÓN EN EL SECTOR TERMINACIÓN</p> 																				
<p>IMPACTO DE LA MEJORA</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Distancia por lote (m)</th> <th>Distancia mensual (m)</th> <th>Tiempo mensual (h)</th> <th>Costo mensual</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Situación actual</td> <td>4585</td> <td>161824</td> <td>45</td> <td>\$ 4.495,10</td> </tr> <tr> <td>Objetivo</td> <td>3210</td> <td>113294</td> <td>31</td> <td>\$ 3.147,06</td> </tr> <tr> <td>Situación final</td> <td>2788</td> <td>98400</td> <td>27</td> <td>\$ 2.733,33</td> </tr> </tbody> </table>			Distancia por lote (m)	Distancia mensual (m)	Tiempo mensual (h)	Costo mensual	Situación actual	4585	161824	45	\$ 4.495,10	Objetivo	3210	113294	31	\$ 3.147,06	Situación final	2788	98400	27	\$ 2.733,33	<p>Resultado de la mejora:</p> <p>← Distancia recorrida por lote (m)</p>  <p>Reducción del 39% en las distancias recorridas por cajón de producto terminado.</p>
	Distancia por lote (m)	Distancia mensual (m)	Tiempo mensual (h)	Costo mensual																		
Situación actual	4585	161824	45	\$ 4.495,10																		
Objetivo	3210	113294	31	\$ 3.147,06																		
Situación final	2788	98400	27	\$ 2.733,33																		
Costo de la mejora	<p>Materiales: Soldadora MIG, Carro de transporte</p> <p>Proveedor: Personal de la empresa y ME</p> <p>Horas de trabajo: 20 horas.</p>	<p>Ahorro/Beneficio logrado:</p> <ul style="list-style-type: none"> ★ Reducción de trasportes. ★ Distribución de las máquinas por proceso. 																				

4.1. EJERCICIO PRÁCTICO

CASO: Empresa productora de cerveza artesanal.

- Problema planteado: Reducir reclamos de clientes por fallas en embotellado (pérdida de contenido y gas)
- Construya un diagrama como se muestra a continuación (Diagrama de Afinidad o Mapa de Problema Potencial), escribiendo potenciales causas que podrían estar originando un problema en el proceso de embotellado.
- Forme grupos con las tarjetas escritas de acuerdo a las temáticas: MATERIALES, MANO DE OBRA, MÁQUINA Y MÉTODO Y MEDIO AMBIENTE
- Pondere cada conjunto para determinar cuál es el más crítico y cuyas soluciones serán de fácil aplicación.
- Escriba al menos 10 mejoras para el proceso de embotellado relacionada al conjunto que obtuvo el mayor puntaje.
- Suponiendo que las mejoras implementadas solucionan en parte el problema, realice el ejercicio de plantear una lista de mejoras para el conjunto de tarjetas que obtuvo el segundo puntaje mayor.

Mapa de problema potencial: Proceso de Embotellado



Nombres de integrantes del CCC

Anexo

Herramientas utilizadas en el CCC

7 Herramientas de control de la calidad

Son herramientas que nos permiten conocer el estado del proceso y en base a los resultados obtenidos definir una intervención que nos permita alcanzar la meta propuesta. Las siete herramientas de la calidad son:

1. Diagrama causa-efecto

Es un método gráfico que refleja la relación entre una característica de calidad y los factores que posiblemente contribuyen a que exista. Sirve para conocer en profundidad el proceso con el que se trabaja, visualizando con claridad las relaciones entre los problemas y sus causas raíces. Asimismo, es de utilidad para guiar las discusiones, al exponer con claridad los orígenes de un problema de calidad y permitiendo encontrar rápidamente sus causas.

2. Planilla de inspección

Sirve para recolectar datos de manera estructurada y documentada al medir una característica de calidad. Al mismo tiempo permite observar cual es la tendencia central y la dispersión de los mismos.

3. Gráfico de control

Se visualizan los datos que se registran durante el proceso de fabricación, mediante un gráfico de control en el que se define el límite superior e inferior. Si los valores se ubican de forma aleatoria dentro de dichos límites sin ninguna tendencia en particular, se considera que el proceso se encuentra bajo control.

4. Diagrama de flujo

Es una representación gráfica de la secuencia de actividades, movimientos, operaciones y otros eventos que ocurren en un proceso. Este diagrama ayuda a:

- Visualizar globalmente el proceso
- Definir y analizar procesos
- Documentar y estandarizar procesos
- Localizar actividades de control o puntos de medición
- Identificar etapas clave o potencialmente problemáticas
- Planear y coordinar responsabilidades en diferentes áreas
- Trabajar sobre el diseño de nuevos procesos

5. Histograma

Es un gráfico o diagrama que muestra el número de veces que se repiten cada uno de los resultados cuando se realizan mediciones sucesivas. Su utilización permite visualizar rápidamente información que puede estar oculta en una tabla original de datos, conocer la tendencia de forma y dispersión de los datos, y tomar decisiones para implementar mejoras.

6. Diagrama de Pareto

Permite detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto: “unos pocos elementos (el 20%) generan la mayor parte del efecto (el 80%)”, permitiendo concentrar los esfuerzos en la solución de los problemas importantes.

7. Diagrama de dispersión

El uso de esta herramienta permite estudiar la relación entre 2 variables. Por ejemplo: una característica de calidad y un factor que la afecte, dos atributos de calidad relacionados, dos factores relacionados con una sola característica de calidad. Al haber dos variables (X e Y), puede que exista una correlación entre ambas, si cada vez que aumenta el valor de X aumenta proporcionalmente el valor de Y (Correlación positiva) o si cada vez que aumenta el valor de X disminuye en igual proporción el valor de Y (Correlación negativa).

Diagrama de Círculo de Control de Calidad

Ya vimos que un aspecto importante en el funcionamiento del CCC es la participación de los operarios intervinientes en el proceso a mejorar, ahora bien, es importante llevar un registro de las acciones de lo actuado, el grado de avance, mejoras y logros alcanzados mediante el uso de carteleras.

Se sugiere realizar este diagrama con el uso de papel, marcadores y tarjetas autoadhesivas en lugar de una computadora y plotter. La actividad es colaborativa, fomenta la creatividad y participación de todos los integrantes del Círculo de Control de Calidad.

Contenido del diagrama:

- A. Lema o frase motivacional de la actividad de CCC (Ejemplos: “Juntos mejoramos la calidad”, “Mejor calidad de los productos”, “Participando en la mejora de la calidad”, etc.).
- B. Nombres y fotos de los miembros.
- C. Nombre del equipo (Ejemplos: “Los buenos muchachos”, “Los perfeccionistas”, “Los chicos malos”, etc.).
- D. Plan de reunión. (Fechas programadas y fechas de realización)

- E. Fecha de inicio y fecha de fin del CCC.
- F. Tema general: Necesidad de mejora, normalmente lo propone el referente de calidad o máximo responsable de la empresa (Ejemplos: “Reducción de retrabajos en sector prensa”, “Mayor aprovechamiento del Torno CNC”, etc.).
- G. Tema enfocado: tema de mejora específico en base al tema general (Ejemplos: “Mejora del proceso de prensa”, “Mejorar la disponibilidad del Torno de CNC”, etc.).
- H. Meta a alcanzar (Ejemplos: “Mejorar el coeficiente de confianza del proceso de prensado en un 20%”, “Aumentar el coeficiente de uso del Torno CNC en un 15%”, etc.) La meta debe ser medible, específica, clara, exigente y alcanzable.
- I. La razón por la que elige el tema.
- J. Recopilación de datos y análisis. (herramientas de Control de la Calidad)
- K. Gráficas con metas. (Gráficas de Control)
- L. Medidas a tomar para alcanzar la meta. (medidas acordadas)
- M. Evaluación de los resultados. Comparación situación inicial y luego de la mejora (final).
- N. Estandarización, métodos para mantener y mejorar la meta alcanzada.
- O. Tema a futuro. El grupo propone un nuevo tema para la segunda aplicación del CCC.

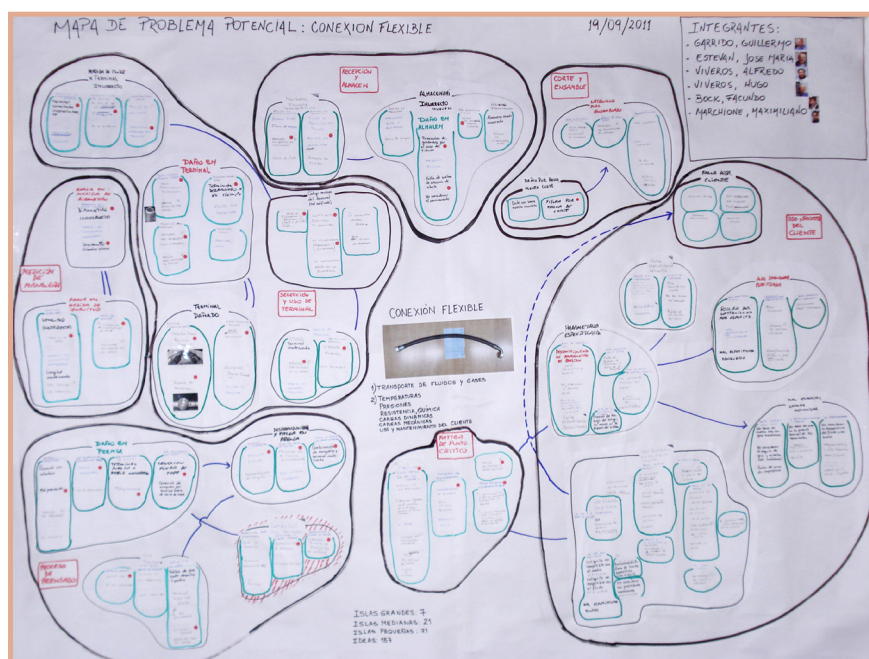
Diagrama de Afinidad ó

Mapa de Problema Potencial:

Es un método utilizado para organizar las ideas que aporta un grupo para resolver un problema complejo. Para ello se confeccionan un conjunto de fichas o tarjetas con causas que se colocan sobre un afiche agrupadas por semejanza del problema que genera.

Los propósitos de la herramienta son:

- a) Recopilar las posibles causas que los integrantes del equipo de CCC creen que pudieran ocasionar el problema en estudio
- b) Participación creativa de los operarios.
- c) Validación y valorización de la experiencia de los operarios.



Cómo construir un Diagrama de Afinidad o Mapa de Problema Potencial_

Primer paso: armado del afiche o pizarra de trabajo

- **Imagen Central:** imagen del producto o representativa del proceso a analizar
- **Integrantes:** Nombres de los integrantes del grupo de trabajo
- **Título:** Describe el producto o proceso a analizar

Segundo paso:

- **Lluvia de ideas:** se escriben en tarjetas las posibles causas que pudieran producir una falla en el producto o proceso.
- **Filtrado:** se filtran las tarjetas con ideas repetidas o similares.
- **Agrupación:** las tarjetas se agrupan en conjuntos por temáticas que las relacionen.
- **Ponderación:** determinar el conjunto de problemas potenciales que mayor incidencia tiene en la falla, problema del producto o proceso evaluado. Para realizar esta valorización se asignan valores a los conjuntos resultantes en función del grado de dificultad en la implementación de una solución y del impacto esperado. Matriz de ponderación de ejemplo.

	IMPACTO	
IMPLEMENTACIÓN	ALTO	BAJO
FÁCIL	4	3
DIFÍCIL	1	2

Diagrama de Proceso de Control de Calidad (DPCC):

Es un mapa que en el cual se detalla de cada etapa del proceso, especificando sus puntos de control y verificación de la calidad.

Los propósitos del DPCC son:

- a) Detallar todas y cada una de las etapas del Proceso.
- b) Estandarización del trabajo.
- c) Mantener el estándar del proceso.
- d) Aseguramiento de la calidad del proceso.
- e) Mostrar al cliente como es el proceso y los controles sobre cada etapa.

Cómo construir un DPCC

Encabezado

- Integrantes: Nombres de los integrantes del grupo de trabajo
- Fecha: Fecha de edición / Fecha de cambio
- Título DPCC: Indica el proceso sobre el cual se trabajará

1ra Columna

- Nombre: Nombre que se le da a cada etapa del proceso
- Fotos: Fotos de la etapa en donde se efectúa la modificación del producto.
- Trabajo: Descripción de la actividad aplicada al producto.
- Punto de Atención: Especificación a tener en cuenta para realizar esta actividad conforme a calidad o especificación técnica.
- Especificación: valor o parámetro a tener en cuenta en esta etapa.
- Método de Inspección: Sistema por el cual se verifica el cumplimiento de la especificación, puede ser visual, mediante una medición o ensayo.
- Anotación: Método de registro de la actividad, planilla de control o registro.
- Herramienta de Inspección: instrumento o herramienta de control (Ejemplos: planilla de colores, matriz, calibre, balanza, etc.).
- Historial de Defecto: registro para el seguimiento de fallas en el proceso.


Columnas: 1,2,3,4,5,6,7, etc. representan cada etapa/acción del proceso.

INTEGRANTES:		DPCG: PRENSADO							FECHA: 31/10/2011 FECHA DE CAMBIO:	
N°	1	2	3	4	5	6	7			
NOMBRE:	Selección de matriz y accesorios	Limpieza y Lubricación	Montaje de mordaza	Colocación de anillo	Prensar	Corte automático por presión	Medir diámetro de prensado			
FOTOS:										
TRABAJO:	- Selección de accesorios - Configuración prensa	- Eliminar impurezas - Lubricación del cubo	- Colocación de mordaza en el cubo	- Colocación de anillo según tabla Parkmap 2	- Mordaza centrada - Quitar mangos a un term - Alinear mordaza	- Automático	- Medir 1" y último prensado			
PUNTO DE ATENCIÓN:	- Diámetro de manguera - Quitar de matriz - Necesidad de anillo o no	- Utilización periódica del cubo - Quitar libre de impurezas	- Mordaza bien ubicada	- Anillo centrado en matriz - Chequear prensa o no de anillo	- Mordaza centrada en la mordaza	- Obtener valor en monedas - Chequear	- Ejes "x" e "y"			
ESPECIFICACIÓN:	- Según tabla Parkmap 2	- Según programa de mantenimiento. Una vez por semana (Limpieza)	- Mordaza correcta	- Según tabla	- Según manual	- Rango de Anillo - 5150 Psi - 3000 Psi	- Estándar Becker - Tabla			
METODO DE INSPECCIÓN:	- Visual	- Visual	- Visual	- Visual	- Visual	- Visual	- Medición			
ANOTACIÓN:	- Planilla de trabajo	- Programa de mantenimiento					- Planilla de trabajo - Registrar valor Psi y altura en fuera de rango	- Planilla de trabajo		
HERRAMIENTA DE INSPECCIÓN:	- Código de colores	- Pinal para grasa - Trapa para limpieza	- Código de colores y series - Mordaza color correcto	- Código según tabla		- Manómetro	- Calibre			
HISTORIAL DE DEFECTO:										

Bibliografía_

- Massaki Imai, KAIZEN. Páginas: 135-166
- Koichi Kimura, Diplomatura en Gestión de PyMES. Becario JICA



Tema
././05


Lean Manufacturing_

Introducción_

Hoy en día los clientes requieren diversidad de productos de buena calidad, al menor costo y rápida entrega. Estos tres requerimientos son criterios de elección para la decisión de una compra de producto tanto a nivel usuario final como empresarial. Sirven también de base para comenzar la internacionalización de los negocios de las empresas.

Por otro lado una empresa debe ser capaz de obtener beneficios económicos bajo dichos términos, lo que obliga

a tener un sistema de producción eficaz para cumplir con el cliente y a la vez eficiente sin desperdiciar recursos que generarían altos costos.

Para cumplir con este desafío, adaptar la empresa al sistema *Lean Manufacturing* es una oportunidad, tal que su aplicación permitiría ganar mercados obteniendo beneficios, sin sacrificar la calidad ni el buen servicio al cliente.

Qué es Lean Manufacturing_

Los sistemas productivos tradicionales se organizan por áreas en correspondencia a los procesos, por ejemplo un proceso de corte y mecanizado. Dentro de esta área se encuentran gran cantidad de operaciones (escuadrado, perforado, etc.) pero, generalmente, tienden a estar algo desorganizadas ocasionando que la circulación del material se efectúe en varias direcciones y sentidos dentro de los sectores de trabajo.

Esta forma de trabajo también genera complicaciones en lo referido al Control y Programación de la Producción, fundamentalmente con lotes grandes de productos. Si no están bien establecidas las reglas y el método de programación, se puede producir un estancamiento del flujo del trabajo por descoordinación entre los procesos generando altos inventarios intermedios lo que implica capital inmovilizado en la planta. En la organización tradicional por área de procesos, es común enfocarse en la eficiencia individual de cada uno de ellos en vez de lograr la eficiencia global de todos los procesos. Todo lo expresado resulta en una potencial fuente de generación de pérdidas de tiempo, ocasionando entrega demorada y reclamos de calidad del cliente.

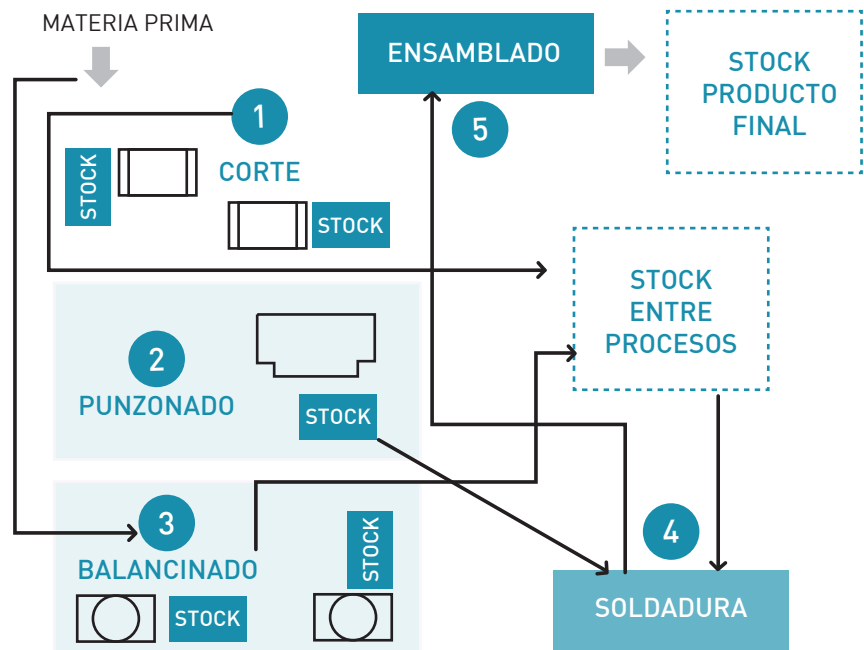


Figura 1 – Layout organizado por procesos

Lean Manufacturing propone:

- Eliminar la situación problemática anterior ordenando la distribución en planta basada en el producto logrando que la circulación del material sea en una dirección y sentido.
- Fabricación en flujo es decir un producto tras otro, sin stocks intermedios o limitados.
- Fabricar solo lo que necesita el cliente.
- Control y programación de la producción mucho más simple: rige el principio “proceso posterior toma solo la pieza parte que necesita del proceso anterior”.
- El proceso garantiza la calidad del producto.

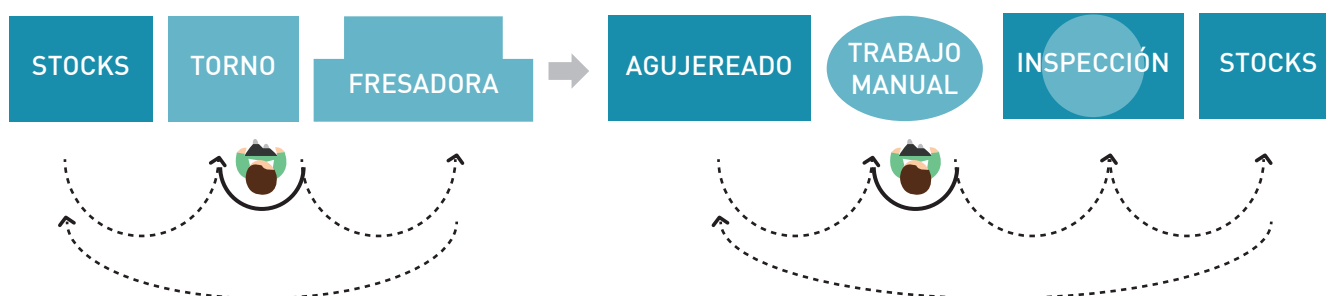


Figura 2 – Layout organizado en flujo

Ventajas del Lean Manufacturing:

- Menor probabilidad de cometer errores y pérdidas de tiempo.
- Se acortan los tiempos de entrega del producto.
- Se cumple de una vez con la calidad requerida.
- La empresa opera sin pérdidas de eficiencia lo que se traduce en beneficios económicos, que le permitirán aumentar su rentabilidad, invertir en desarrollos de nuevos emprendimientos e innovación y mejorar las condiciones del ambiente laboral.

Origen de Lean_

El concepto Lean Manufacturing tiene su origen a principio de los 90 con la publicación de “La máquina que cambio el mundo” de Womak, Jones y Roos. Allí se explicaban las características de un sistema de producción japonés: el “Sistema de producción Toyota – SPT”, que combina eficiencia, flexibilidad y calidad. El SPT tiene sus orígenes en los postulados de numerosos estudiosos tales como: Eli Whitney, Henry Ford, Frederick Taylor, Joseph Juran, etc. y se sustenta en el sistema *Justo a tiempo*¹ y la *Automatización con un toque humano, autonomatización o Jidoka*. Las compañías occidentales naturalmente se interesaron en el Sistema de Producción Toyota, y el enfoque occidental logrado se volvió conocido como *Lean Manufacturing*.

Precios competitivos por reducción de costo_

Los clientes presionan para reducir el precio y el mercado es tan competitivo que siempre hay alguien listo para ofertar a bajo precio. Bajo éstas circunstancias, el único camino para obtener utilidades es eliminando los desperdicios de sus procesos y por lo tanto, reducir sus costos.

Antes la ecuación era:

$$\text{PRECIO} = \text{COSTO} + \text{UTILIDAD DESEADA}$$

Hoy se debe calcular así:

$$\text{PRECIO} - \text{COSTO} = \text{UTILIDAD DESEADA}$$

Estructura del sistema Lean_

Considerando la afirmación del apartado anterior es importante conocer *qué* pretende el sistema Lean. Su objetivo es aplicar distintas herramientas que ayuden a eliminar todos los desperdicios y operaciones que no le agreguen valor al producto o a los procesos, y todo lo que no se requiera, aumentando así el valor de cada actividad realizada. De esta manera es posible reducir costos y mejorar los procesos con el fin de aumentar la satisfacción de los clientes, y lograr una utilidad adecuada. Para poder *visualizar* rápidamente la filosofía que encierra el Lean y las técnicas disponibles para su aplicación, se utiliza el esquema de la “Casa del Sistema de Producción Toyota”.

¹ Si desea obtener mayor información acerca del Sistema Justo a tiempo consulte el manual “Introducción a las Tecnologías de Gestión. //02. INTI. Año 2014.

¿Por qué una casa?

Porque constituye un sistema estructural que es fuerte siempre que los cimientos, las columnas y el techo lo sean; una parte en mal estado debilitaría todo el sistema. El techo representa las metas a alcanzar.

Soportando el techo están **las columnas** del sistema: **JIT** que significa producir el artículo indicado en el momento requerido y en la cantidad exacta y **Autonomatización o Jidoka** que consiste en dar a las máquinas y operadores la habilidad para determinar cuando se produce una condición anormal e inmediatamente detener el proceso de manera que los defectos no pasen a las etapas siguientes.

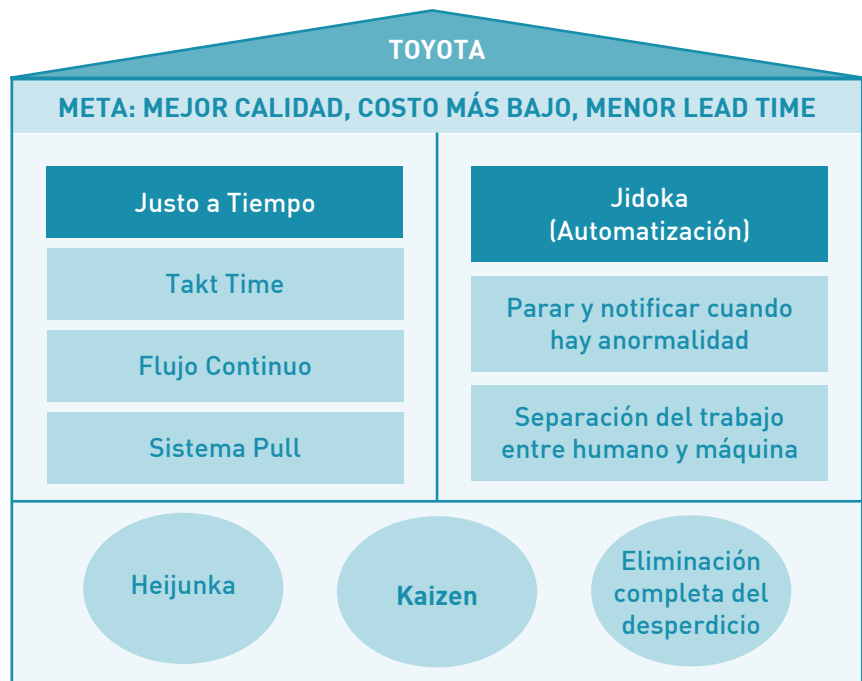


Figura 3 - La casa Toyota (Uegaki 2015)

La base de la casa incluye la necesidad de: estabilidad de los procesos, nivelación de la producción tanto en cantidad como en variedad de productos (*Heijunka*), estandarización y la aplicación sistemática de la mejora continua. Es fundamental el significado que se le da a las **personas** en esta estructura, ya que sin alguien que sirva de soporte al mejoramiento continuo no es posible lograr la estabilidad necesaria de las operaciones. Una vez afianzada la base o cimientos de la casa, se puede comenzar a trabajar en los pilares.

// No olvidar!!!! Igual que en una casa... comenzar trabajando desde la base!!!!//

Y... ¿qué técnicas están incluidas en el Lean Manufacturing?_

Todas aquellas que contribuyan a agregar valor y a eliminar los desperdicios, tales como: organización de puestos de trabajo, gestión de la calidad, flujo interno de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de abastecimiento y cualquier otra que optimice los recursos. Entre las numerosas herramientas que pueden utilizarse se encuentran²:

• SMED	• Orientación al cliente
• Kanban	• Análisis de modos de fallos y efectos (AMFE)
• VSM	• Mantenimiento Productivo Total (TPM)
• Ciclo PDCA	• Control Estadístico de Procesos
• 5 S	• Benchmarking
• Detección, y eliminación de desperdicios	• Análisis e ingeniería de valor
• Trabajo en equipo	• TOC (Teoría de las restricciones)
• Técnicas de gestión de calidad	• Cuadro de Mando Integral (CMI)

Tabla 1 – Herramientas del Lean Manufacturing

² Si desea obtener mayor información acerca de algunas de las herramientas mencionadas consulte los manuales "Introducción a las Tecnologías de Gestión.//01, //02 y //03 INTI. Año 2014.

Principios del sistema Lean_

Ya familiarizados con la estructura del sistema, es necesario considerar una serie de principios sobre los que se fundamenta el *Lean Manufacturing*:

- Especificar el Valor para el cliente quien paga por las cosas que para él tienen valor y no por las cosas que pensamos que son valiosas. Las actividades de valor agregado son aquellas de interés para el cliente. Todas las otras son desperdicios (*MUDA*).
- Definir la cadena de procesos que aportan valor para cada producto/servicio e identificar aquellas actividades que no agregan valor a fin de poder eliminarlas.
- Favorecer el flujo continuo (sin interrupciones) del producto/servicio a través de los diferentes procesos, eliminando los obstáculos.
- Aplicar el sistema *PULL* (los clientes “tiran” la producción) que junto con el Flujo continuo permite producir sólo lo que el cliente pide, generando una respuesta más rápida, con menores desperdicios, menor esfuerzo y evitando la generación de stock innecesario.
- Nivelar la carga de trabajo para equilibrar las líneas de producción y eliminar o, al menos reducir, los inventarios de materia prima, producto en proceso y producto terminado.
- Buscar siempre la mejora continua para lograr ciclos de producción más cortos, obtener la calidad y cantidad de productos requeridos, enfocándose en el valor para el cliente. Para lograrlo, partir de la estandarización de las tareas.

Ya se dijo que las actividades de interés para el cliente son aquellas de valor agregado. Veamos de que se trata...

Valor agregado y desperdicio (Mudas)_

Un proceso productivo hace uso de materias primas, máquinas, recursos naturales, mano de obra, tecnología y recursos financieros generando como resultado de su combinación productos o servicios. Lean Manufacturing propone analizar y medir la eficiencia y productividad de todos los procesos en términos de “valor agregado” y “desperdicios o muda”³.

¿Qué se entiende por Valor Agregado?

Es el **valor adicional** que adquieren los bienes y servicios al ser transformados durante el proceso productivo. En otras palabras, es el valor económico que un determinado proceso productivo adiciona al ya plasmado en las materias primas utilizadas en la producción. Si un proceso o una operación no está agregando valor, se debe cuestionar su propósito y buscar formas de reducirlo o eliminarlo

Es muy importante:_

1. Obtener el compromiso total de la dirección con el modelo Lean.
2. Lograr la participación y el compromiso de todos los niveles de la organización
3. Recorrer permanentemente la fábrica observando y comprobando las cosas en el lugar, no dirigiendo desde el escritorio.
4. Incorporar la cultura de “parar la línea”, cuando sea necesario, para resolver los problemas de raíz.
5. Cambiar el enfoque tradicional de decirle a cada empleado lo que debe hacer, poniendo más énfasis en la necesidad de respetar a los trabajadores e incluir sus aportes.
6. Fomentar la reflexión constante y la mejora continua.
7. Identificar y eliminar los desperdicios³ y procesos que no sean necesarios.
8. Promover el trabajo en equipos y el desarrollo de personas multidisciplinarias.
9. Descentralizar la toma de decisiones.
10. Integrar los sistemas de información.

// Ninguna máquina o proceso llegará a un punto a partir del cual no se pueda seguir mejorando” (Sakichi Toyoda - 1890). //

³ Si desea obtener mayor información acerca de las “pérdidas de la producción” consulte el manual “Introducción a las Tecnologías de Gestión. //02. INTI. Año 2014.

Y... ¿desperdicio o Muda?_

(en idioma japonés), en este contexto, es toda actividad que absorbe recursos, pero no crea valor para el cliente” (Womack & Jones, 2003)

Frente a cada tipo de actividad, se debe analizar:

TIPO DE ACTIVIDAD	SON NECESARIAS	ACCIÓN
Agrega valor (valor añadido)	SI	Optimizar
No Agrega Valor Añadido	SI	Reducir al máximo
	NO	Eliminar totalmente

Tabla 2 – Clasificación de las actividades – Elaboración propia.

Como concepto fundamental del *Lean* se mencionó producir lo que nuestros clientes solicitan, por lo que se debe tener claro cuál es la demanda.

Demanda y Takt Time_

Lo que permite la existencia y permanencia de una empresa en el mercado es poder satisfacer la demanda que tiene el cliente sobre un determinado artículo o servicio. El cliente es el que marca el ritmo, decide la manera y la forma en la que se le entregarán los productos o servicios que desea. Surge el concepto **Takt Time** que nos permite transmitir el ritmo de la demanda del cliente a producción. Define el tiempo que tarda el cliente en consumir una unidad de producto o servicio.

¿Cómo se calcula?

...aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{TIEMPO DE PRODUCCIÓN DISPONIBLE POR DÍA}}{\text{DEMANDA POR DÍA}}$$

Veamos un ejemplo:

Tiempo disponible de producción: 8 horas diarias (neto de refrigerios, reuniones, etc.): 28.800 seg

Demanda del cliente: 2600 unidades diarias.

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{TIEMPO DE PRODUCCIÓN DISPONIBLE}}{\text{DEMANDA POR DÍA}} = \frac{28800 \text{ SEGUNDOS}}{2600 \text{ UNIDADES}} = 11.07 \text{ segundos por unidad}$$

¿Qué significan estos datos?:

- Que el cliente está comprando este producto a un ritmo de una unidad cada 11,07 segundos.
- Es el tiempo de producción objetivo de cada proceso, es decir, dentro de la cadena productiva del sistema de fabricación, cada proceso debe fabricar una pieza o producto completo, en este tiempo.

Resultados esperados de Lean_

Según estudios de casos de aplicación, *Lean Manufacturing* permite lograr los siguientes resultados:

- Aumento de productividad de la mano de obra.
- Aumento de capacidad del proceso.
- Reducción del tiempo total de fabricación.
- Reducción de costo por fallas.
- Reducción del costo de los materiales comprados.
- Reducciones de inventarios.
- Reducciones de requerimientos de espacio.
- El respeto por el trabajador.
- La mejora de la Calidad

// Ve y observa //



"Se trata de pensar en maneras más efectivas de utilizar el equipamiento existente. En lugar de comprar nuevo equipamiento, es importante pensar cómo el trabajo debe ser realizado".

Taiichi Ohno (1912-1990)

Implementación de Lean_

Si bien no hay una forma generalizada para implementar Lean en las empresas, ya que cada organización tiene una realidad, una cultura y un contexto diferente, existen ciertos lineamientos generales para llevar adelante una implementación, con el propósito de alcanzar los objetivos propuestos. (Hernández & Vizán Idoipe, 2013)

Fase 1: Diagnóstico y Formación

Lo primero es conocer el estado actual del sistema de fabricación y emprender un programa específico de formación interna en los conceptos de *Lean Manufacturing* a todo el personal involucrado en las áreas de mejora. Luego se debe continuar con:

1. Relevamiento y análisis de datos. Referida a los productos y los procesos y la demanda de cada uno. Posteriormente realizar un análisis de la variedad de productos y volúmenes de producción (análisis P-Q) para priorizar donde tendrá mayor impacto la implementación.
2. Trazado del Mapa del Flujo del Valor (VSM - Value Stream Mapping) actual. Se debe ordenar la información de la situación actual y graficarla mediante este diagrama VSM, el cual muestra los flujos de producto, materiales e información. Más adelante se explica cómo se interpreta y realiza.
3. Trazado del VSM futuro. Se plantean las posibles soluciones y se diseña un VSM futuro con el nuevo flujo de producto, materiales e información.

Fase 2: Planificación de la Implementación

Este plan de mejora debe definir objetivos a corto, mediano y largo plazo, teniendo en cuenta:

- Planificación detallada del proyecto de implementación *Lean*.
- Definición de indicadores de seguimiento.
- Organización de los equipos de trabajo.
- Selección de la línea o área piloto. El cambio que provoca el Lean en un sistema productivo es muy grande y hay que minimizar los riesgos desde el principio. Por ello, es aconsejable seleccionar un área limitada para iniciar la implementación de las técnicas.

Fase 3: Implementación

En un primer momento es aconsejable perseguir cambios impactantes, rápidos y motivadores que faciliten la implementación del resto del sistema.

Se utilizan las herramientas esenciales como son las 5S⁴, SMED⁵ y técnicas específicas como los mecanismos anti-error.

Se deben realizar grupos de mejora continua en todos los niveles de la organización que vayan ayudando en el proceso de "revolución cultural".

⁴ Ver "Introducción a las Tecnologías de Gestión". //01. INTI. Año 2014.

⁵ Ver "Introducción a las Tecnologías de Gestión". //02. INTI. Año 2014.

Fase 4: Estabilización de Mejoras

En esta etapa se utilizan las herramientas de Mantenimiento Productivo Total (TPM)⁶ y todas aquellas técnicas de calidad disponibles, con el objetivo de reducir el desperdicio de estas actividades, aumentar la efectividad global de los equipos y aumentar los niveles de calidad.

Según se vayan logrando las mejoras y haciendo más confiable y estable el proceso, permitirá usar menores tamaños de lote y mayor flexibilidad.

También se realizan talleres de mejora continua con metodologías referentes a mantenimiento preventivo y control estadístico de proceso, etc.

Fase 5: Estandarización

Cumplidas las etapas anteriores se pueden afrontar acciones más específicas relacionadas con la optimización de los métodos de trabajo y el control de la gestión, con el objetivo de optimizar métodos de trabajo, adaptando el ritmo de producción a las variaciones de la demanda.

Se deben aplicar las herramientas de Takt time, Polivalencia y estandarización del trabajo.

Fase 6: Fabricación en Flujo

Una vez transitadas las etapas anteriores es posible plantearse los principios más ambiciosos de *Lean Manufacturing*, producir en la cantidad, tiempo y lugar requeridos con niveles de desperdicio tendentes a cero, implementando la Producción en flujo y el JIT (*Just in time*).

Estos objetivos pueden alcanzarse controlando el flujo de producción con herramientas como KANBAN⁷, nivelación de la producción y sistemas avanzados de logística Lean de materiales.

// Es importante tener en cuenta que el proceso de implementación Lean nunca termina debido a la lógica misma de la mejora continua.//

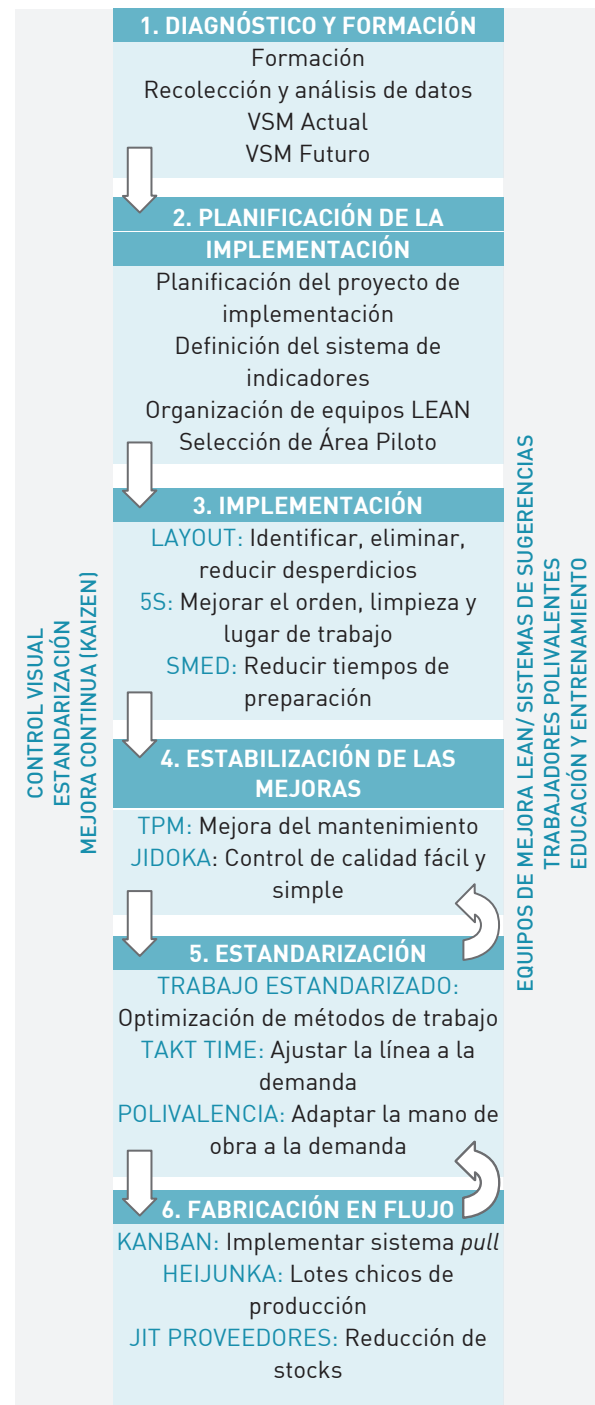


Figura 4 – basada en (Hernandez & Vizán Idoipe, 2013)

⁶ Ver "Introducción a las Tecnologías de Gestión". //02. INTI. Año 2014.

⁷ Ver "Introducción a las Tecnologías de Gestión". //02. INTI. Año 2014.

Diagnóstico VSM_

El Mapa de Cadena de Valor, o VSM (*Value Stream Mapping*) es un modelo gráfico que proporciona una visión panorámica de la cadena de valor. Muestra el flujo de materiales, pero también el flujo de información, desde la provisión de materiales hasta la de Producto Terminado (al cliente). Su objeto, es mostrar en una imagen, de forma simple, las actividades productivas en su totalidad, para detectar los principales desperdicios del proceso, y las actividades que no agregan valor, para eliminarlas. Existe software especializado, para elaborar gráficos VSM (Por ejemplo *Smartdraw*, *e-Vsm*, o *Microsoft Visio*).



Figura 5: Ejemplos de Símbolos VSM

Algunos beneficios de VSM son:

- La mayor visualización del proceso
- La vinculación del flujo de información y materiales
- Un sistema estructurado para implementar mejoras
- La visión de cómo tendría que ser el sistema, es decir una forma de expresar las mejoras

El VSM se debe elaborar por separado, para cada familia de productos. Al describir de qué forma define cada proceso lo que debe producir, para el proceso siguiente (su cliente interno), y cuándo procesarlo, queda claro cuál es el flujo real del material. En VSM, se representa además el flujo de la información (previsiones, programas, pedidos de clientes y sus frecuencias). Lo mismo para la empresa para con sus proveedores. Al final, se detalla la manera en que se comunica el programa de producción a los procesos de la planta.

Un aspecto clave de VSM, es que describe una línea de tiempos; y en ella distingue los tiempos "VA" (en que se agrega valor), y los tiempos "NVA" (en los que no). La simple comparación entre estos tiempos de valor agregado y sin valor agregado, es un muy buen indicador de las oportunidades de mejora que hay que marcar y aprovechar. Vale la pena conocer algunos detalles de la Fase 1, Etapa de Trazado del VSM Actual. Para esto se estudia cada operación del proceso, como hoy se las realiza, cuantificando el contenido de Valor Agregado, y destacando las tareas que no agregan valor.

Los pasos para la elaboración del VSM son:

1. Graficar los iconos de: cliente, proveedores, y control de la producción.
2. Definir los requisitos de clientes por mes/ día en el diagrama.
3. Relevar la producción diaria y los requisitos de contenedores, empaque.
4. Graficar los iconos de logística, con las frecuencias de entrega.
5. Graficar las cajas de los procesos, en debida secuencia (de izquierda a derecha).
6. Graficar las cajas de datos, bajo cada proceso (incluyendo la línea de tiempos) Flechas de comunicación, métodos y frecuencias. Relevar los datos de los procesos y agregarlos a las cajas.

Los tiempos que se indican generalmente, son:

- Tiempo del Ciclo (CT o TC): Tiempo de fabricación de una pieza completa.
- Tiempo del valor agregado (VA). Tiempo de trabajo en que se transforma el producto.
- Producto no conforme en % (es el porcentaje de piezas malas, NQ o N/ C).
- Plazo de Entrega o Lead Time (LT): Tiempo en el que una pieza recorre un proceso (o una serie de procesos).
- Eficiencia General de los Equipos (OEE): es un indicador, que surge como producto de otros tres indicadores típicos (el de Disponibilidad de los equipos,

el de Ritmo de trabajo, y el de Calidad de las piezas). Su cálculo es complejo y requiere un cuidadoso relevamiento. Indica la cantidad de piezas que se obtienen hoy en un proceso, por cada cien piezas que podrían obtenerse, si la máquina trabajase sin interrupciones, al ritmo correcto, y sin descarte por mala calidad.

- Tiempo de cambio de lote (o de set up, TS): Tiempo que toma hacer un cambio de lote en el proceso.

7. Graficar los operadores. Graficar los sitios de inventario (y sus niveles, en días de demanda) Para esto, se pueden usar las siguientes fórmulas:

- Tiempo permanencia = (Cantidad inventario) * (Takt Time) / (Tiempo disponible diario).
- Tiempo permanencia = (Cantidad de Inventario) / (Requerimiento diario del Cliente).
- Takt Time = (Tiempo Disponible por día) / (Demanda del Cliente por día). Para cada producto se calcula un Takt Time.

8. Graficar las flechas de flujo, los datos de tiempo, como turnos diarios, tiempos de descanso y tiempo de producción disponible que resulta.

9. Anotar en la línea de tiempos, las horas de trabajo de valor agregado (VA), y tiempos de almacenaje y entrega.

10. Finalmente se calcula el tiempo total de valor agregado, el tiempo total de procesamiento para cada pieza.

Ya mapeado el proceso como es hoy, se pasa al trazado del VSM futuro. Para esto, básicamente se debe analizar cuáles son los indicadores de tiempo que el cliente demanda, y evaluar críticamente el proceso actual, modificándolo para que los cumpla. Es preciso indagar sobre el cuello de botella del proceso, adaptar sus tiempos al Tiempo Takt, nivelar la producción y buscar un flujo continuo de producción.

Las oportunidades de mejora, se destacan en el VSM, usando el símbolo de hallazgo Kaizen (ver en la figura 5). Luego se define la Situación Futura, elaborando el nuevo VSM Futuro, para proponer un plan de trabajo e implementación.

Ejemplo de VSM - Fabricación de piezas metálicas

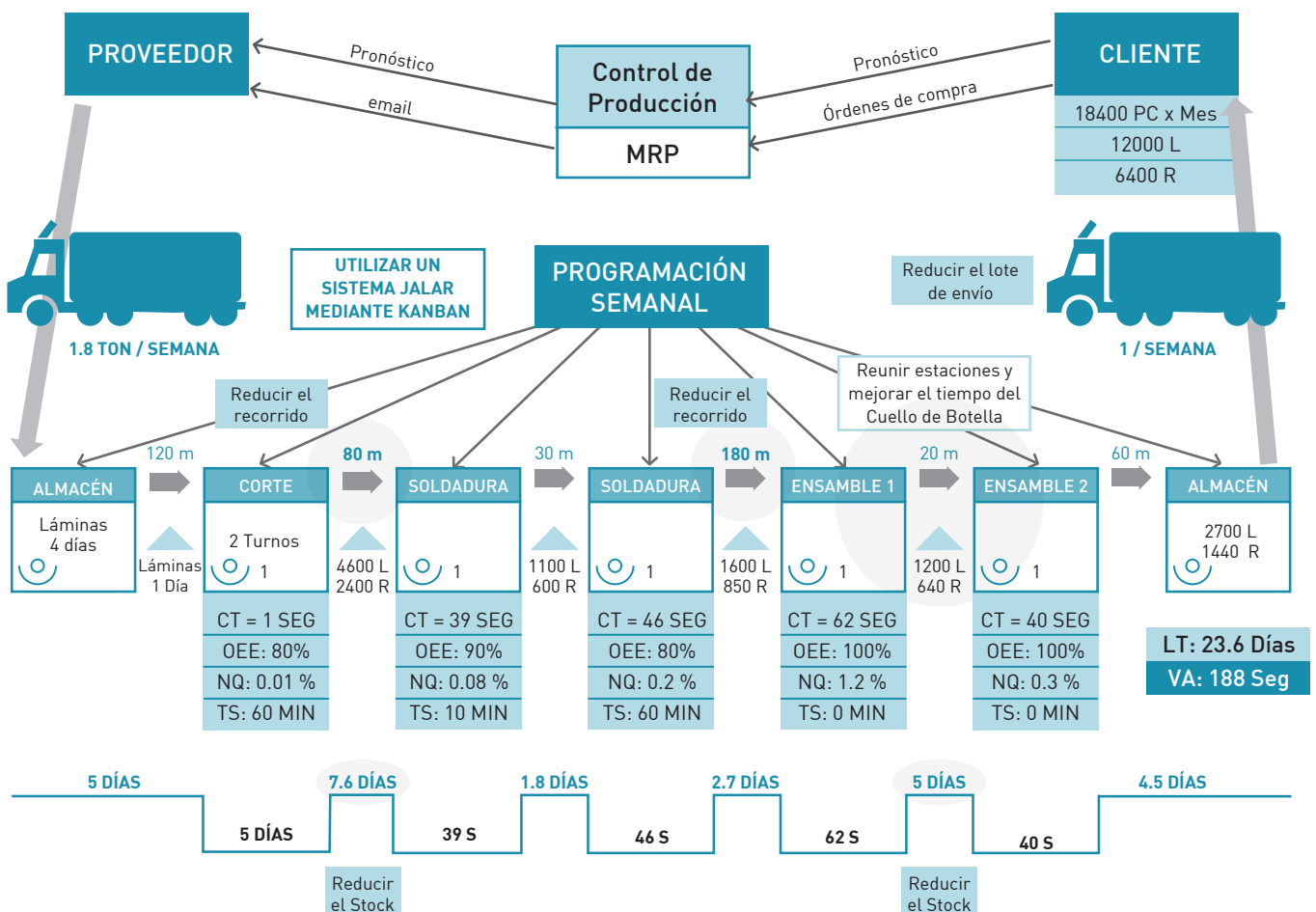


Figura 6: VSM actual

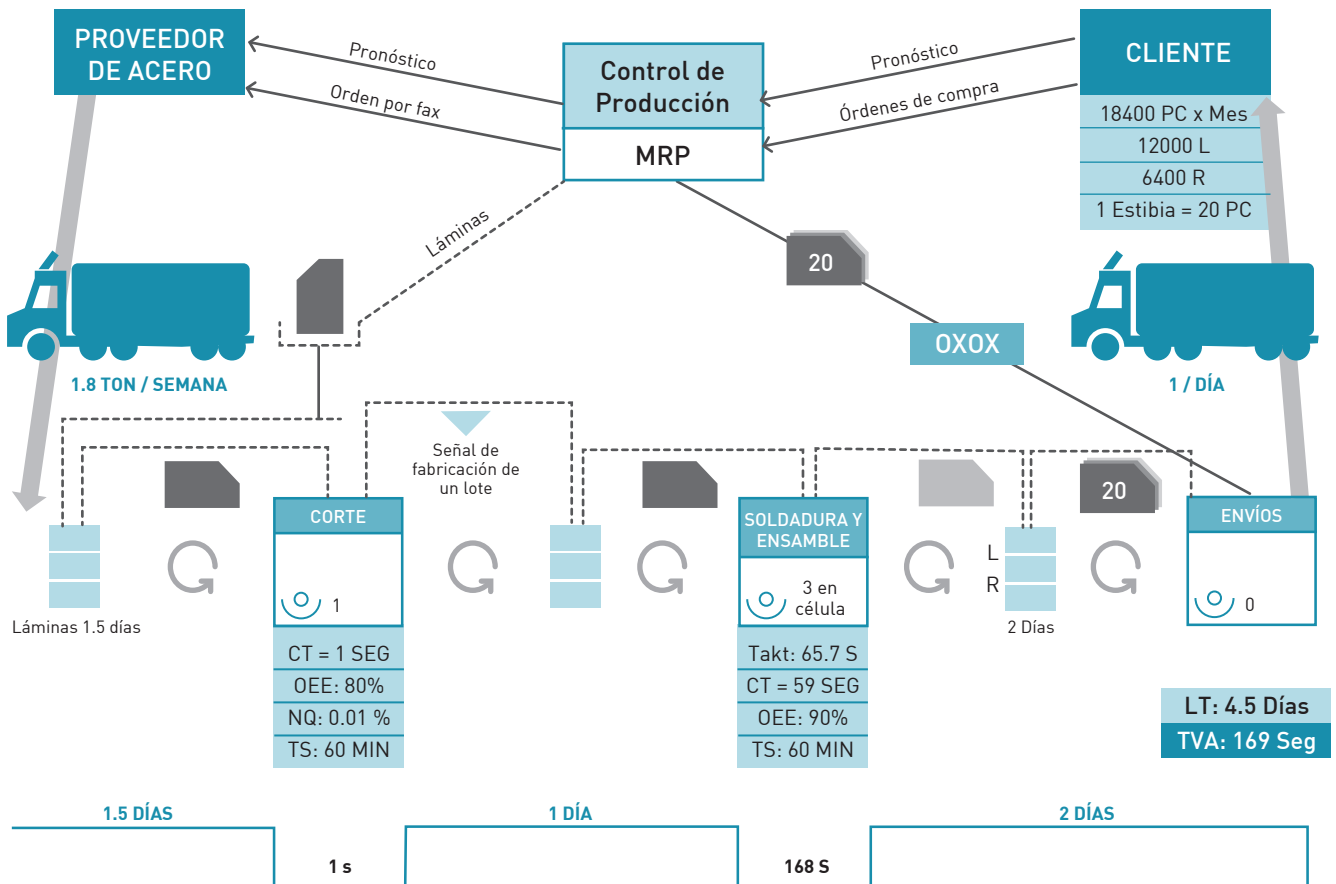


Figura 7: VSM futuro

Medición de resultados Lean a través de indicadores_

Una de las claves del sistema Lean, es analizar los datos para evaluar resultados. Por eso es vital definir un sistema de indicadores para monitorear las acciones implementadas.

// Lo que no se mide, no mejora y, en una organización, lo que no mejora,... empeora!!!!. //

Los buenos indicadores, son fáciles de entender y ayudan a ver los problemas, cuando empiezan a ocurrir. Son simples y sencillos de elaborar.

Para definir buenos indicadores hay que aclarar:

- La meta o nivel a lograr, y en cuánto tiempo.
- Su fórmula, frecuencia de cálculo y de donde tomar los datos.
- Responsables de acciones correctivas.
- Qué hacer si el indicador no puede completarse correctamente.
- La forma de graficarlo.
- De qué variables depende el Indicador.
- Valores esperados para el indicador (estudios externos, desempeño de otras empresas)
- Forma de mostrar a todos el indicador (Cartelera, Control Visual).

A continuación se muestra un ejemplo:

Equipo: Nombre

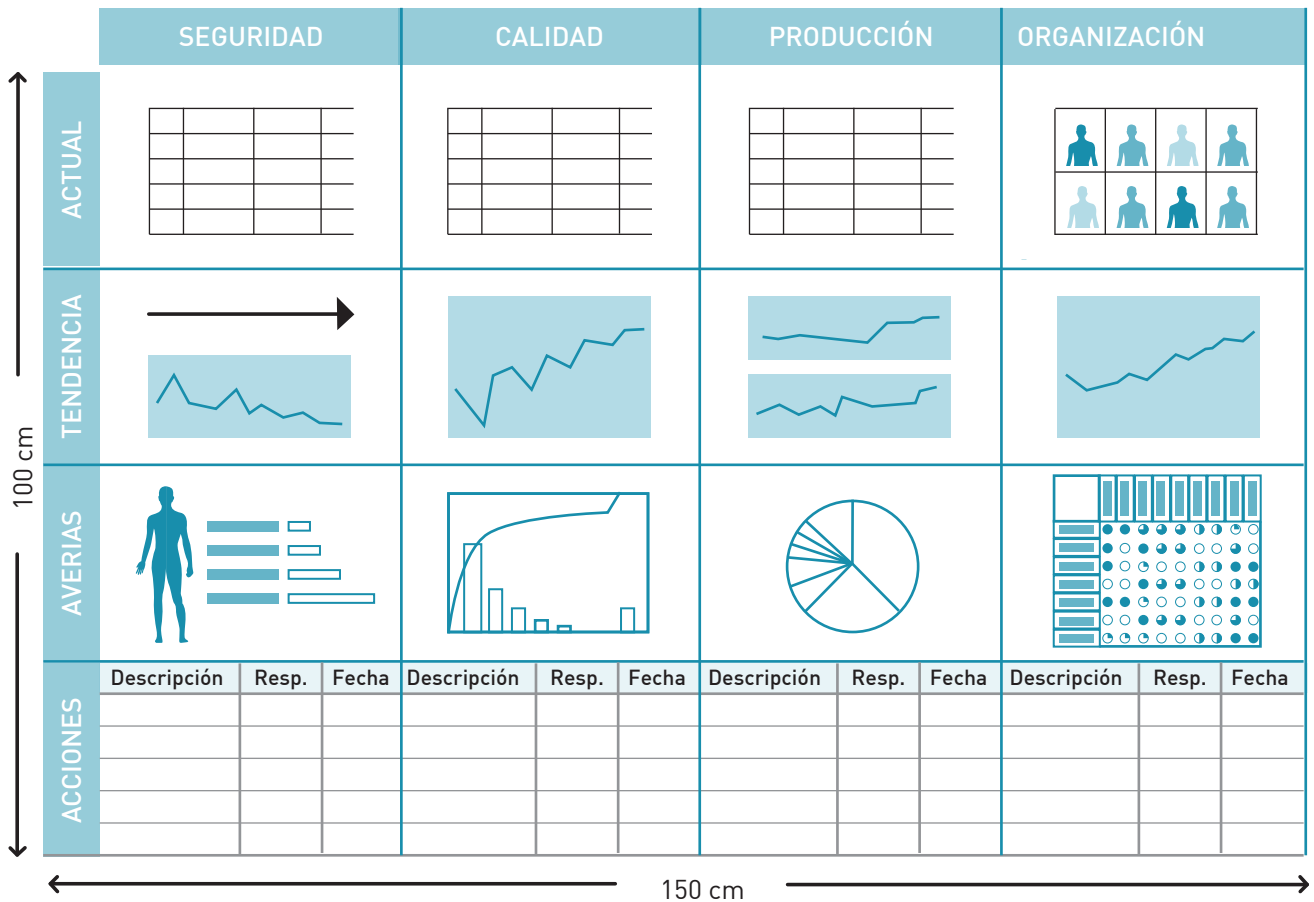


Figura 8 – Ejemplo de Cartelera para indicadores.

Algunos indicadores Lean, de uso frecuente en la industria:

ÁREA DE RRHH. PARTICIPACIÓN DE LA GENTE	ÁREA DE DISEÑO. USO DE LA INGENIERÍA SIMULTÁNEA	ÁREA DE PRODUCCIÓN. PROCESOS	ÁREA DE LOGÍSTICA: HERRAMIENTAS COLABORATIVAS CON PROVEEDORES
<ul style="list-style-type: none"> • Sugerencias por empleado por año. • Reuniones Kaizen realizadas. • Polivalencia del personal. • Horas de capacitación Lean por empleado/ año. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de ingeniería simultánea. • Porcentaje de defectos en planta. • Tiempo de puesta en la calle de un nuevo producto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Piezas de uso simultáneo en varios productos. • Rotación de inventarios. • Tiempo de entrega a clientes. • Nivel de servicio (Porcentaje de entregas a tiempo). • Costo del desperdicio. • Balanceo de líneas. • Estandarización. • Tiempo de Cambio de lotes y herramientas. • Orden y Limpieza. 	<ul style="list-style-type: none"> • Piezas diseñadas en conjunto (con los proveedores). • Proveedores certificados.

Actividades_



Ejercicios prácticos

Una pyme dedicada a la fabricación de cocinas vende mensualmente 2000 cocinas. La empresa trabaja un turno de 9 horas diarias con 1 hora de parada (para almuerzo y otras actividades) durante 20 días promedio al mes.

01_ Determine el Takt Time.

Los tiempos de proceso (manual) de cada etapa son los siguientes:

ETAPA	TIEMPO DE OPERACIÓN MANUAL (MIN)
Corte	3
Plegado	4
Pintura	5
Armado	7
Embalaje	2

02_ Grafique los tiempos de operación y línea de tiempo Takt.

8 min					
7 min					
6 min					
5 min					
4 min					
3 min					
2 min					
1 min					
	CORTE	PLEGADO	PINTURA	ARMADO	EMBALAJE

Preguntas_

- 1-Identificar si existen operaciones cuello de botella comparando con el Takt Time.
- 2-¿Qué acciones de mejora propondría?

Referencias:

- Hernandez, J. C., & Vizán Idoipe, M. A. (2013). Lean manufacturing. Concepto , técnicas e implantación. Madrid: Fundación EOI - Escuela de Organización Industrial - Gobierno de España.
- Kasahara, T. (6 de Abril de 2010). Modern Manufacturing System. Lean Manufacturing - INTI. Buenos Aires: Strealine Strategy Japan, Inc.
- López, A. M., Ramírez, G., Rodríguez, M., & Wyngaard, G. J. (2010). Introducción a las Tecnologías de Gestión - Proceso Productivo - Modulo 1. Buenos Aires: INTI - JICA - ABJA.
- Pirosanto, I., Owczarczyn, L., Martínez, E., & Wyngaard, G. J. (2012). Introducción a las Tecnologías de Gestión - Proceso productivo - Módulo 3. Buenos Aires: INTI - JICA - ABJA.
- Pirosanto, I., Wyngaard, G. J., Owczarczyn, L., & Rodriguez, M. (2012). Introducción a las Tecnologías de Gestión - Proceso productivo - Modulo 2. Buenos Aires: INTI - JICA - ABJA.
- Uegaki, E. (17 de Abril de 2015). Presentación del Sistema de Producción de Toyota, basado en Toyota Production System – Toshiko Narusawa & John Shook - 2007. Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina: JICA.
- Villaseñor , A., & Galindo, E. (2007). Manual de Lean Manufacturing - Guía básica 2a. Edición. México: LIMUSA.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). Lean Thinking.

