



Centro de
Especializaciones
Noeder



Florida
Global
University

Diplomado de Especialización

GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES

CICLO REGULAR

MÓDULO V

CLASE 2

LEAN MANUFACTURING

Ing. Paul Cirilo Flores



SMED

SMED son las siglas en inglés de Single Minute Exchange of Die, que se traduce como Cambio de matriz en minutos de 1 solo dígito es decir, cambios menores a 10 minutos. Objetivo principal es reducir drásticamente el tiempo que se tarda en pasar de la producción de un artículo al siguiente en una misma máquina.

Tiempo de cambio: Es el tiempo transcurrido desde que se produce la última pieza buena del lote anterior hasta que se obtiene la primera pieza buena del lote siguiente a la velocidad nominal de la máquina.

SMED divide las actividades de este proceso en 2 tipos fundamentales:

- **Actividades Internas:** Aquellas tareas que solo pueden realizarse cuando la máquina está completamente detenida
- **Actividades externas:** Son aquellas tareas que pueden realizarse mientras la máquina está en funcionamiento y produciendo el lote actual



Fases de Implementación

Fase 0: Observar y registrar la situación actual

Se graba en video un cambio de formato completo de principio a fin, sin intervenir. Se cronometran todas las acciones del operario y se crea un listado detallado de actividades “ mapa de tiempos”

Fase 1: Separar las actividades internas de las externas

Se analiza el listado anterior. Muchas veces, los operarios detiene la máquina y recién van a buscar sus herramientas o leen el manual o limpian. Todo lo que se pueda hacer con la máquina en marcha se clasifica como “ externo”. Se prohíbe parar la máquina para hacer actividades externas. Solo con este paso se reduce aprox. un 30% o 50%

Fase 2: Convertir actividades internas en externas

El objetivo es transformar tareas que hoy se hacen con la máquina parada para que se hagan antes o después del cambio.

Fase 3: Optimizar todos los aspectos del cambio (Internos y Externos)

Una vez separadas y convertidas, se busca reducir al mínimos el tiempo de las tareas restantes mediante la ingeniería y la mejora continua.

- Optimizar las externas: Organizar el taller (aplicando las 5S), estandarizar los carritos de cambio
- Optimizar las internas: Reemplazar tornillos largos por sistemas de fijación rápida (abrazaderas de un solo toque, pasadores, imanes, sistemas de un cuarto de vuelta); estandarizar las alturas de los moldes para no tener que calibrar la máquina.



Herramientas

1. Análisis de Videograbación

Qué es: Registrar en video el proceso de cambio completo desde 3 ángulos si es posible (focalizado en las manos del operador, en la máquina y un toma abierta)

Por qué se usa: El ojo humano y la memoria de los operadores omiten los micro movimientos y desperdicios (búsquedas, esperas). El video permite congelar el tiempo, analizar cuadro por cuadro y eliminar la subjetividad.

2. Grafico de Balanceo de Operadores o Diagrama de Gantt del Cambio

Qué es: Una línea de tiempo visual donde se desglosan todas las tareas en barras horizontales, separando lo que hace cada operario involucrado

Por qué se usa: Permite identificar visualmente los “ tiempos muertos” y diseñar el trabajo en paralelo. Ayuda a ver qué tareas internas se pueden solapar para que la máquina se detenga el menor tiempo posible.

3. Diagrama de Hilos o Diagrama de Spaghetti

Qué es: Un plano a escala de la máquina y sus alrededores donde se traza una línea continua por cada paso que da el operadore durante el cambio de formato.

Por qué se usa: Expone el desperdicio de movimiento y transporte. Si el diagrama parece un plato de espaguetis demuestra que el operador camina innecesariamente buscando herramientas, moldes o tornillos

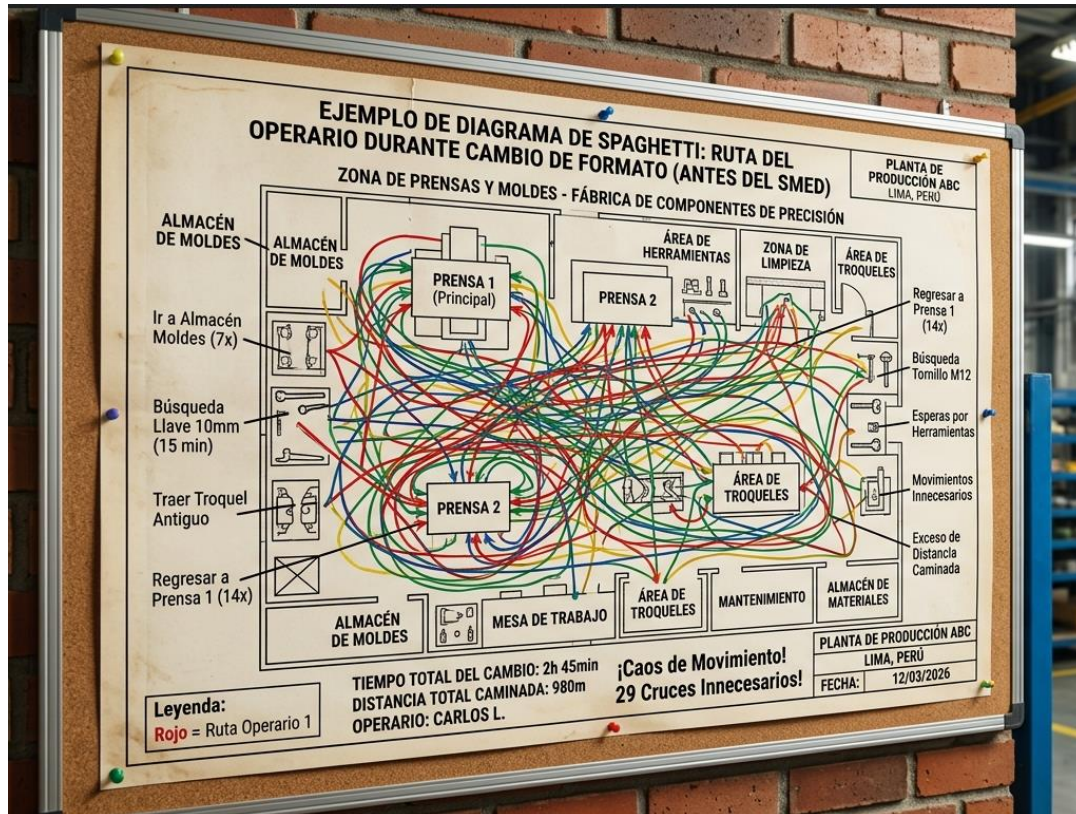
[illegible]



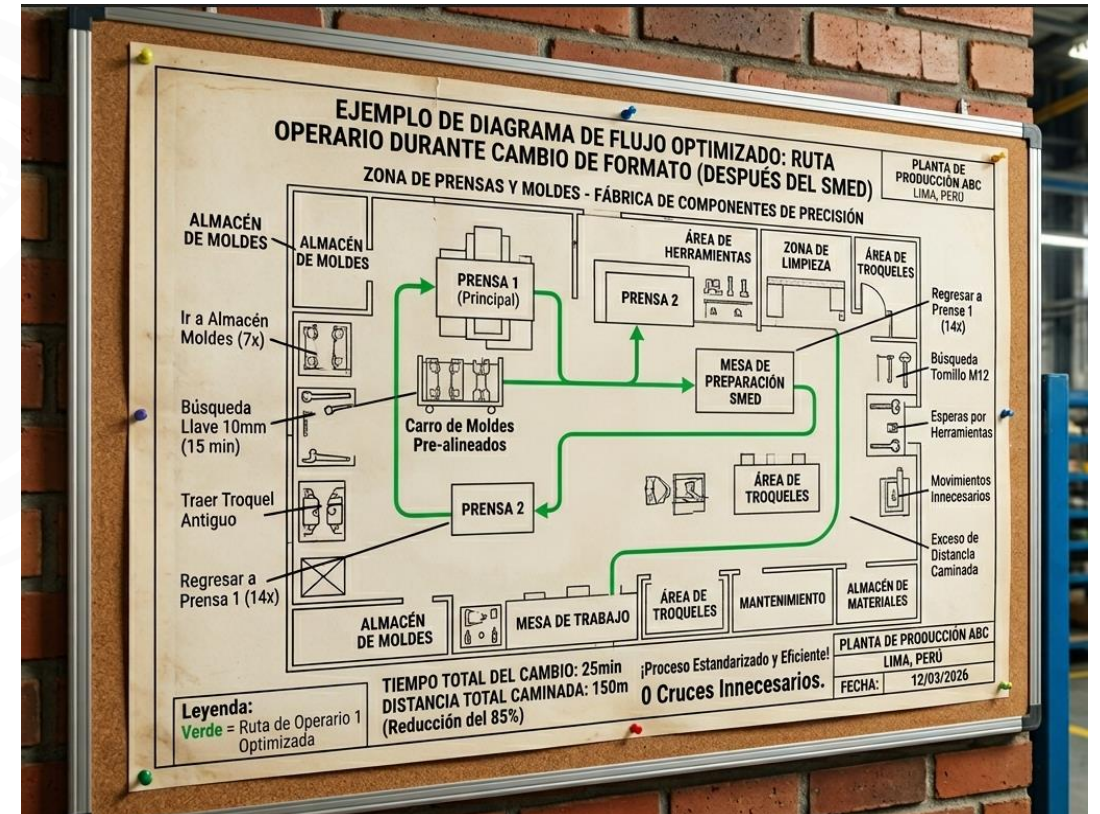
SMED

Diagrama Spaghetti

ANTES



DESPUES





POKA-YOKE (A PRUEBA DE ERRORES)

01

Diseño del proceso para evitar errores o hacerlos imposibles. Elimina fallas humanas y defectos

Prevención

Diseñar procesos o dispositivos que eviten errores antes de que ocurran, como el uso de plantillas o conexiones únicas.

02

Detección

Identificar errores inmediatamente después de que ocurren para corregirlos antes de que causen mayores problemas.

03

Simplicidad

Crear soluciones prácticas, económicas y fáciles de implementar para garantizar que los sistemas sean fiables y efectivos.

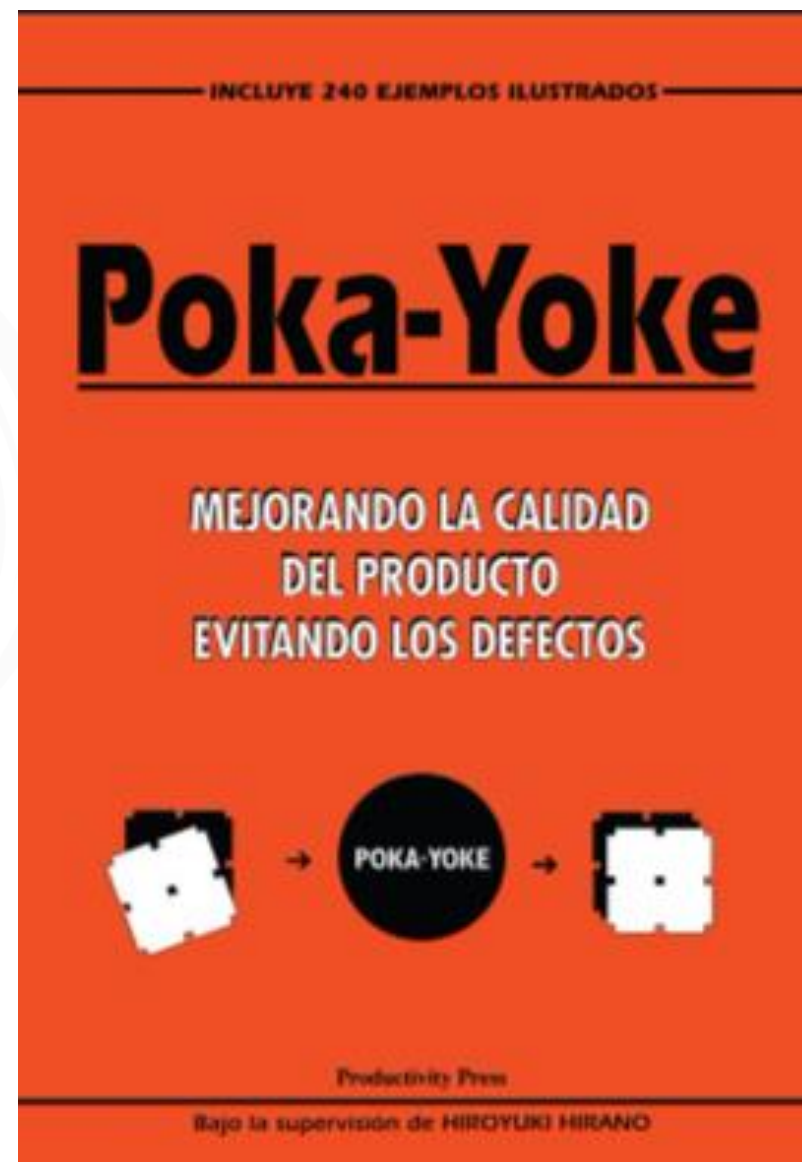
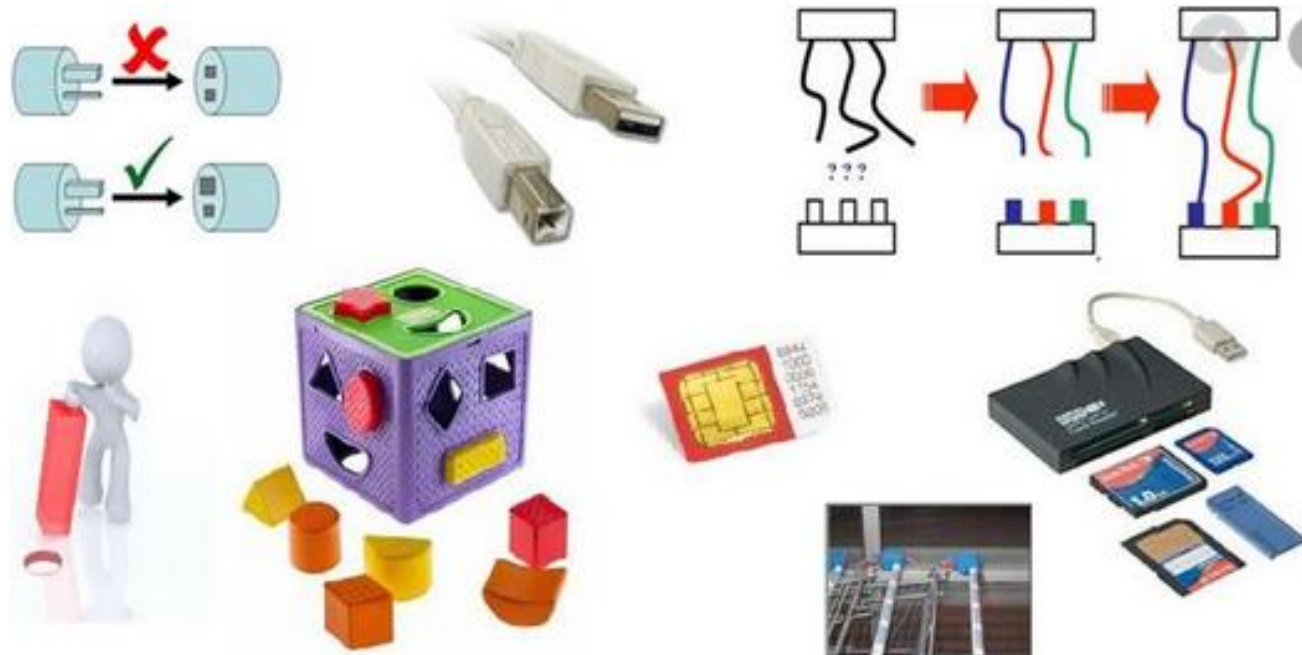
04

Seguridad

Reducir riesgos y mejorar la calidad al garantizar que los productos y servicios cumplan con las especificaciones desde el primer intento.



POKA-YOKE (A PRUEBA DE ERRORES)





VSM

El VSM es una herramienta visual de Lean Manufacturing que permite mapear, analizar y diseñar el flujo tanto de materiales como de información necesarios para llevar un producto o servicio desde el proveedor hasta las manos del cliente.

Pilares fundamentales:

1. Flujo de materiales: El movimiento físico de las materias primas a través de los centros de maquinado, ensambles, almacenes temporales, hasta el embarque final
2. Flujo de información: Cómo se transmiten las órdenes del cliente, las previsiones de compra, las ordenes de producción y las señales de despacho. La información es el gatillo que mueve al material



1

Herramienta visual

El mapeo del flujo de valor es una herramienta gráfica que permite analizar y representar cada paso en un proceso productivo, desde la materia prima hasta la entrega al cliente final.

2

Enfoque en valor

Su objetivo principal es identificar actividades que agregan valor frente a aquellas que generan desperdicio, facilitando la mejora continua.

3

Procesos integrados

Ayuda a visualizar cómo los diferentes procesos están conectados, destacando puntos críticos o ineficiencias.



VSM

Te permite identificar....

01

Tiempos

VSM identifica áreas de desperdicio donde va medir principalmente los tiempos que tarda el proceso en producir una unidad.

02

Inventarios

Material que tenemos en proceso pero en espera que no genera valor.

03

Esperas y cuellos de botellas

El análisis de flujo permite integrar estrategias para detectar de forma visual y rápida los cuellos de Botellas en el proceso



Conceptos claves

1

Takt time

Ritmo al que se debe producir para satisfacer la demanda del cliente

$\text{Takt time} = \text{Tiempo disponible} / \text{Demanda del cliente}$

2

Tiempo de ciclo

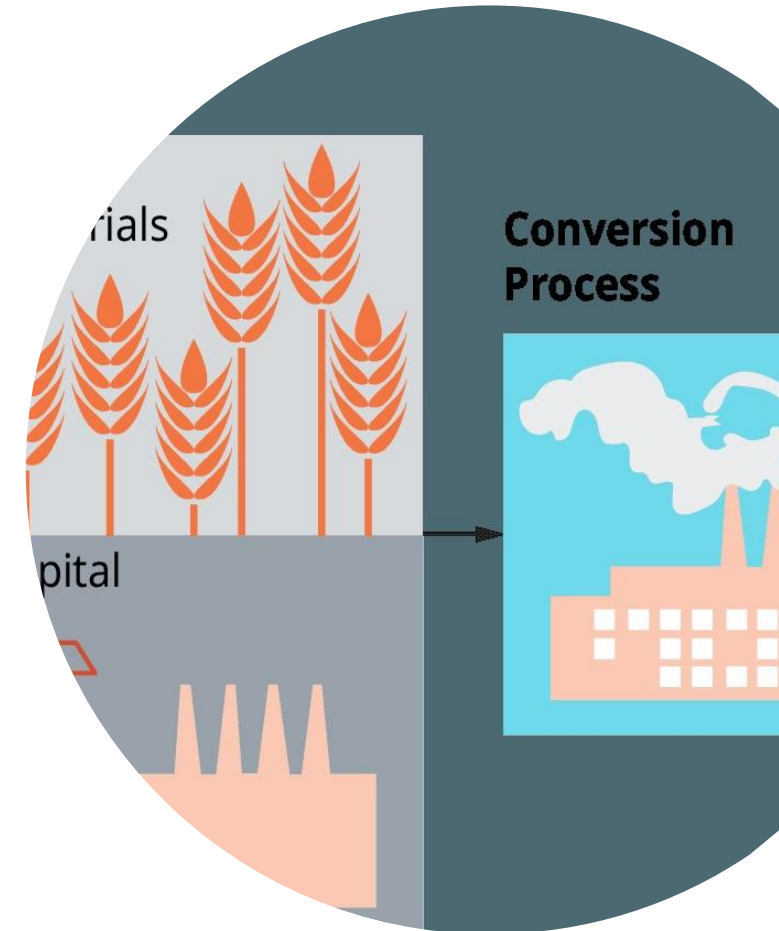
Tiempo real que tarda el proceso en producir una unidad

$\text{Tiempo de Ciclo} = \text{Tiempo total de Producción} / \text{Unidades producidas}$

3

Lead time

Tiempo total que tarda una unidad en atravesar todo el proceso, incluyendo esperas





Paso 1: Selección de la Familia de Productos

No se puede mapear toda la planta en un solo VSM. Se utiliza una Matriz Producto – Proceso para agrupar aquellos productos que comparten pasos de fabricación y equipos similares (utilizan al menos 80% de los mismos pasos). Delimitación del alcance estratégico del proyecto

Paso 2: Mapeo del Estado Actual

Es la radiografía del “caos actual”. Las reglas para esta fase son:

- Se hace en el Gemba (el piso de trabajo), no se dibuja en una sala de juntas usando los datos teóricos de la computadora.
- Se dibuja con lápiz y papel
- Línea de tiempo: al fondo del mapa se dibuja una gráfica escalonada (en forma de dientes de sierra). Los escalones superiores muestran el tiempo que no genera valor y los inferiores el tiempo de valor agregado.

Paso 3: Análisis del estado Actual

Se calcula la Eficiencia del ciclo del proceso (PCE):

$$\text{PCE (\%)} = \text{Tiempo de valor Agregado (VA)} / \text{Lead Time Total}$$

Paso 4: Plan de Acción y Ejecución

Se redacta el plan para pasar del estado actual al futuro, dividiendo el trabajo en bucles u olas de bucles de implantación (Eventos Kaizen de 3 a 5 días)



VSM

Familia de Productos

Es un grupo de productos o servicios que comparten pasos de procesos similares y utilizan maquinaria o equipos comunes.

Para que diferentes productos pertenezcan a la misma familia, deben compartir al menos el 80%% de los pasos del proceso aguas abajo. No importa si las materias primas son un poco diferentes o si el tamaño final varía; lo que importa es que pasen por los mismos centros de trabajo.

Herramienta Matriz Producto – Proceso

Sirve para identificar las familias de forma visual, se utiliza la Matriz Producto – Proceso. Es una tabla de doble entrada donde:

- Las filas representan los productos, modelos o SKU de la empresa
- Las columnas representan las máquinas, operaciones o centros de trabajo de la planta, ordenados cronológicamente de izquierda a derecha.



VSM

Producto / SKU	Corte	Punzonado	Doblado	Soldadura	Pintura	Ensamble
Producto A (Escritorio Estándar)	X	X	X	X	X	X
Producto B (Escritorio Ejecutivo)	X	X	X	X	X	X
Producto C (Mesa de Reuniones)	X	X	X	X	X	
Producto D (Gabinete Metálico)	X		X		X	X
Producto E (Archivador Móvil)	X		X		X	X
Producto F (Silla de Oficina)				X	X	X
Producto G (Soporte de Monitor)	X					



Criterios de selección

1. Criterio de Volumen (Pareto): La familia que represente el mayor volumen de producción o el mayor porcentaje de ingresos para la compañía.
2. Criterio de Dolor: La familia de productos que tenga la mayor tasa de defectos, la mayor cantidad de quejas por entregas tardías o el Lead time mas caótico.
3. Criterio de estratégico: Aquella línea de productos que la empresa planea expandir el próximo año y necesita urgencia en liberar capacidad instalada.



VSM

Niveles de Alcance del VSM

1. VSM Extendido

- Alcance: Va desde el proveedor de materia prima en origen, pasando por los puertos, aduanas, plantas de manufactura, centros de distribución, hasta el consumidor final.
- Cuando se usa: Lo utilizan los Directores de Cadena Suministro para optimizar la logística global, el inventario en tránsito y los tiempos de aduanas. Involucra a múltiples empresas independientes.

2. VSM Planta

- Alcance: Es el mapa estándar y el más utilizado en el mundo. Comienza en el muelle de recepción de materia prima de la fábrica y termina en el muelle de embarque de producto terminado de la fábrica.
- Cómo se maneja: El proveedor que se dibuja arriba a la izquierda es el camión que te entrega el material y el “Cliente” arriba a la derecha es quién compra el producto final. Toda la transformación ocurre dentro de los muros de la empresa.

3. VSM de Proceso

- Alcance: Se delimita a un área, departamento o célula específica dentro de la misma planta. El proveedor es un proceso interno previo y el cliente es un proceso interno posterior. El foco de aplicar el VSM de Proceso se orienta principalmente en el cuello de botella



Pasos para Graficar

Paso 1: Grafica del cliente

- Icono: Se usa la silueta de una fábrica con techo de sierra
- Caja de datos del cliente: Debajo de la fábrica del cliente, se coloca una caja de texto indicando sus requerimiento (Ej: Demanda = 1000 unid/semana, trabaja 3 turnos, despachos semanales, etc.)

Paso 2: Graficar el Proveedor

- Icono: Otra fabrica con techo de sierra
- Caja de datos del proveedor: Indica la frecuencia de entrega de materia prima (Ej: Entrega los martes y jueves, lote mínimo de 500 unidades)

Paso 3: Grafica de Control de Producción

- Icono: Un rectángulo simple que representa el “cerebro” de la planta (PCP, Planeación)
- Flujo de información: Se trazan flechas desde el Cliente hacia el Control de Producción (Indicando que entran pedidos) y desde Control de Producción hacia el Proveedor (Indicando los pronósticos de compra)

Paso 4: Graficar los Procesos de Manufactura

- Se dibujan rectángulos en fila, de izquierda a derecha representando los centros de trabajo de la familia de productos.
- Cajas de Datos : Debajo de cada rectángulo de proceso se dibuja una tabla de métricas que se midieron en piso: Tiempo de ciclo, Tiempo de cambio, Disponibilidad, número de operadores, etc



Pasos para Graficar

Paso 5: Graficar los inventarios (WIP)

- Icono: Un triángulo
- Ubicación: Se coloca entre cada caja de proceso
- Abajo del triángulo se escribe la cantidad exacta de piezas que se encontraron acumuladas (esperando)

Paso 6: Graficar las Flechas de Movimiento de Material

- Si una estación empuja el material sin importar si está lista o no se usa una flecha de Empuje (Push)
- Si el proceso es esbelto y usa tarjetas Kanban se usan flechas circulares de Pull

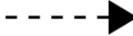
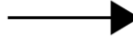
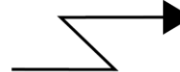
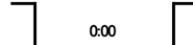
Paso 7: Trazar la línea de tiempo

- Se dibuja una línea quebrada (dientes de sierra) debajo de las cajas de proceso e inventarios
- Los valles quedan alineados directamente debajo de la cajas de proceso. Ahí se anota el tiempo en segundos o minutos que dura el proceso
- Las crestas: Quedan alineadas debajo de los triángulos de inventario. Aquí se anota el tiempo de espera



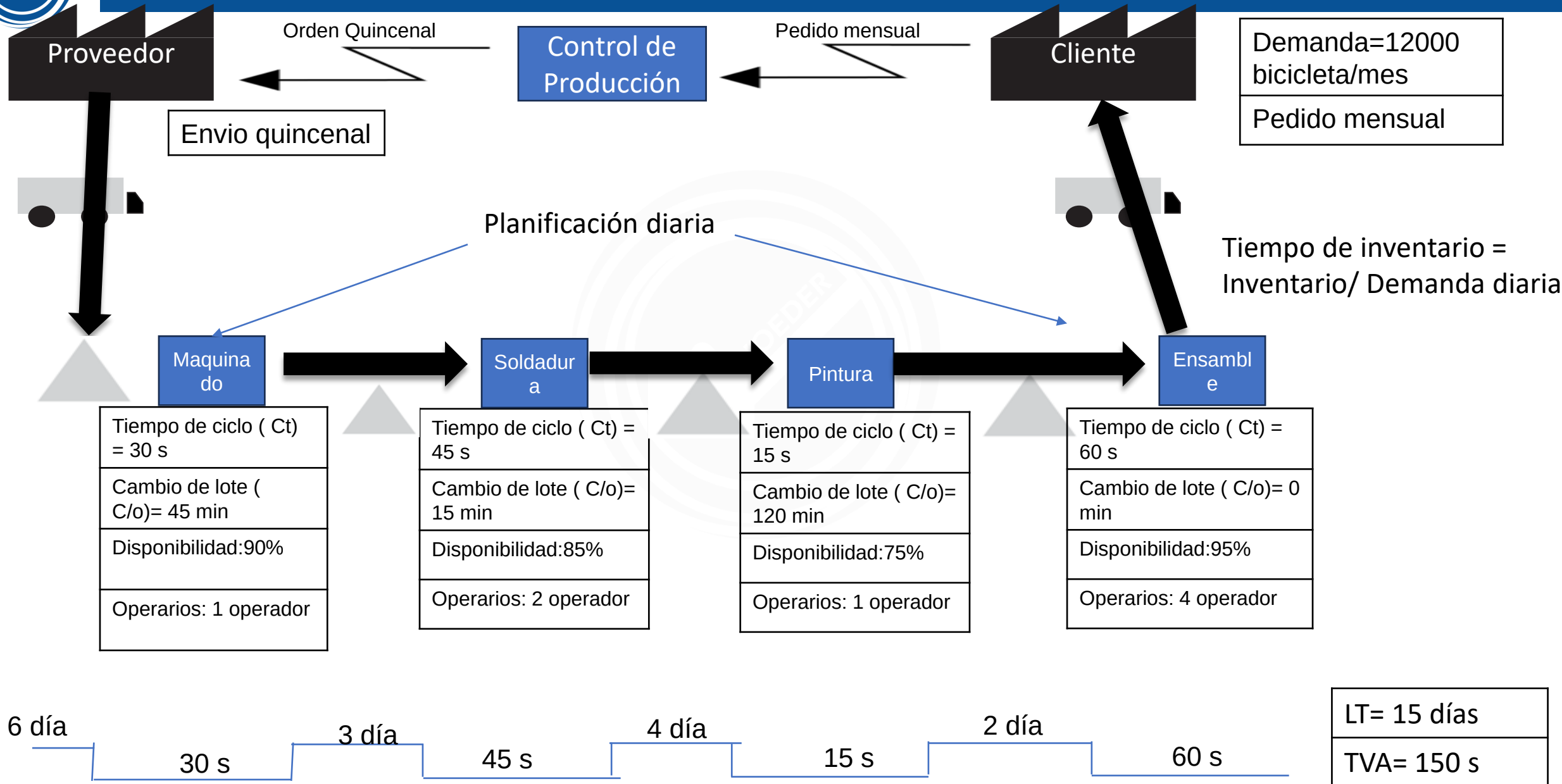
VSM

ÍCONOS LEYENDA

 Cuadro de proceso: representa un proceso u operación.	 Proveedor o cliente: representa a los proveedores o clientes externos.	 Cuadro de datos: contiene datos relacionados con el proceso.	 Flecha de empuje: indica el acto del paso del flujo de material de un proceso a otro.	 Flecha de envío: indica los productos terminados que se envían al cliente.
 Flecha de extracción: indica un sistema de extracción.	 Supermercado: punto de inventario que actúa como amortiguador de inventario.	 Kanban post/Señal Kanban: un punto de señalización de inventario.	 Control de producción: representa el control de producción central.	 Inventario: indica el inventario entre procesos.
 Nivelación de carga: muestra la nivelación de carga.	 Existencias de seguridad: muestra los niveles de existencias de seguridad.	 Bienes terminados: representa el inventario de bienes terminados.	 Kanban de producción: producción necesaria de una cantidad específica para suministrar piezas.	 Kanban de retiro: indica el retiro de una cantidad específica.
 Celda de trabajo: representa una configuración de celdas de trabajo de varios procesos.	 Información manual: representa el flujo de información manual.	 Información electrónica: describe el flujo de información electrónica.	 Extracción física: indica el acto de extracción física de materiales.	 Ícono de operador: representa la cantidad de operadores.
 Línea de tiempo: la línea de tiempo o el tiempo necesarios para los procesos.	 Caja Heijunka: representa la nivelación de la carga para la programación.	 Envío externo: indica los envíos a clientes externos.	 Envío interno: muestra el movimiento interno del material.	 Mejora: Kaizen burst y mejoras.
 Comunicación: diferentes formas de comunicación.	 Información: flujo más detallado de información.  Control de calidad: indica los puntos de control de calidad.	 CARRIL FIFO: (primero entrado, primero salido); cada pieza sale en el mismo orden en que llega.	 Cliente/Proveedor (extendido): representaciones más detalladas para los tipos de clientes y proveedores.	 Transporte: específico para diferentes métodos de transporte.



VSM





VSM

Producto	C/T Repetible Individual	Volumen Mensual	% del Mix de Producción
Producto A	30 segundos	6,000 unidades	50% (0.50)
Producto B	35 segundos	3,600 unidades	30% (0.30)
Producto C	25 segundos	2,400 unidades	20% (0.20)
TOTAL		12,000 unidades	

Ponderado= $(30 \times 0.50) + (35 \times 0.30) + (25 \times 0.20)$

Ponderado = 30.5 seg

¡Gracias!



Centro de
Especializaciones
Noeder

Conéctate con nuestra comunidad

