

El value stream mapping – una herramienta básica para hacer progresos hacia la producción ajustada

Pablo Díaz de Basurto Uruga¹ y Patxi Ruiz de Arbulo López²

¹Pablo Díaz de Basurto Uruga, Catedrático de Universidad. Escuela Superior de Ingenieros de Bilbao. Almd. Urquijo, s/n 48013 BILBAO. oeptdiurp@bi.ehu.es, Tfno: 946014246, Fax: 946014280

²Patxi Ruiz de Arbulo López, Profesor de la Facultad de Ingeniería (ESIDE) de la Universidad de Deusto. Avda. de las Universidades, s/n 48007 BILBAO. parbulo@eside.deusto.es, Tfno: 944139000, Fax: 944139101

RESUMEN

El siglo XXI se va a caracterizar por la implantación de la gestión “lean” en las empresas. Esta forma de gestionar las empresas supone una mejora espectacular pues permite obtener simultáneamente un producto diversificado, con la máxima eficiencia, al mínimo coste, la máxima rapidez, con un nivel mínimo de stocks, con una gran nivel de calidad y con mucha flexibilidad. Este trabajo presenta una herramienta básica para migrar hacia una gestión “lean”, Análisis de la Cadena de Valor (el Value Stream Mapping).

1. Introducción.

En los últimos años las empresas están caminando hacia la excelencia en la Gestión, fruto del nuevo entorno competitivo. Implantar una estrategia de gestión “lean” permite avanzar de una forma ordenada en la secuencia de fases que conducen a la excelencia operacional. Muchas empresas que han implantado estrategias “lean” han empezado por una parte de la empresa sin tener en cuenta toda La Cadena de Valor para sus familias de productos. Esta forma de actuar puede provocar óptimos locales pero no siempre eficiencias para la globalidad de la empresa. En un proceso de esta naturaleza la empresa habrá gastado recursos humanos y económicos pero no habrá conseguido mejorar de una manera significativa. El presente artículo se centra en presentar y explicar la manera de utilizar la herramienta “**Análisis de la Cadena de Valor**” (Value Stream Mapping, en adelante, VSM herramienta desarrollada por J. Shook en su libro “learning to see”) para hacer progresos reales hacia la Producción Ajustada (Lean Manufacturing) dentro de las empresas industriales, como fórmula para conducir las actividades de mejora (Kaizen) y hacer que estas sean realizadas del modo más eficiente posible y siempre desde la perspectiva del cliente. Para ello se utilizará un caso práctico para visualizar mejor el uso de la herramienta.

2. El Value Stream Mapping (VSM).

El análisis de la cadena de valor trata de ayudar a las empresas a centrar toda su atención en todo el flujo del proceso de producción (de puerta a puerta dentro de una planta, desde la recepción de componentes y de materiales hasta el envío del producto al cliente) en lugar de ver los procesos de manera aislada. Incluso permite expandirse hacia fuera llegando a los

proveedores y clientes. Ello supone adoptar una perspectiva que requiere trabajar con amplitud de miras no solo fijándose en los procesos individuales sino en todo el conjunto.

El uso del VSM es algo sencillo, pero extremadamente potente. Es una herramienta de lápiz y papel que ayuda a ver y comprender el flujo de materiales y el de información a medida que el producto sigue su transformación.

Para ello en el VSM se representa cada proceso mediante diagramas de bloques. Al diagramar el flujo de la cadena de valor, se visualiza fácilmente los bloqueos o estancamientos del flujo de los materiales.

Los pasos que una organización debe seguir para llevar a cabo la implementación del VSM son los siguientes:

1. Seleccionar una familia de productos. Se considera familia de productos a un conjunto de variantes de producto que se someten a un proceso de fabricación similar utilizando medios de producción comunes.
2. Formar el equipo de personas participante en el análisis.
3. Dibujar los procesos de producción básicos seguidos por el producto, identificando los parámetros clave de cada proceso (tiempo ciclo, tiempo de cambio de utillaje, número de operarios, porcentaje de defectivo, fiabilidad de la instalación, etc).
4. Trazar el mapa del flujo de material, es decir, como se mueve el material de proceso en proceso, que inventarios existen y de que magnitud, así como el análisis del flujo de las materias primas de los proveedores a la empresa y del producto terminado a los clientes.
5. Dibujar el mapa del flujo de información entre el cliente y la empresa, entre la empresa y proveedores y entre el departamento de planificación y los procesos de producción.
6. Calcular el Lead Time total del producto y el Lead Time de proceso.

Hasta aquí la empresa habrá conseguido entender el mapa del flujo de valor del estado actual (VSM actual) y reconocer las áreas de desperdicio o despilfarro como la sobreproducción, los transportes innecesarios, los tiempos de espera, los inventarios, el defectivo, las dobles o triples manipulaciones, etc.

El siguiente paso es diseñar el mapa del flujo de valor de su empresa futuro con un enfoque “lean” o de producción ajustada. Para ello su empresa debe ajustar la producción a la demanda con la máxima eficiencia.

Unas pautas para ajustar su producción a la demanda son:

1. Producir en su “Tack Time”.

El Tack Time (Tiempo disponible / Demanda del Producto) define cual debe ser la cadencia de salida del producto que permite adaptar la producción a la demanda.

Por ejemplo si la demanda diaria de nuestro producto son 100 unidades y el tiempo disponible de nuestra jornada laboral son 7,5 horas (27.000 segundos), significa que cada 270 segundos debemos producir una unidad de nuestro producto para poder adaptar nuestra producción a la demanda.

2. Implantar procesos en flujo lineal, unidad a unidad donde sea posible.

Con la implantación en línea y flujo unitario dispondremos de un sistema productivo que reduce al mínimo todo tipo de manipulaciones y movimientos innecesarios, además de eliminar stocks intermedios.

3. Usar sistemas kanban en aquellos puntos donde el flujo continuo no sea posible.

4. Distribuir uniformemente en el tiempo la producción de diferentes productos (nivelar la producción).

3. El uso de la herramienta Value Stream Mapping: un caso práctico.

a) La cadena de valor actual (VSM actual)

Se ilustrará el uso del VSM, aplicándolo al proceso de fabricación de una empresa que suministra puertas para vehículos comerciales. Concretamente seleccionaremos los portones traseros existiendo dos tipos de portones. Uno para el acabado alto de gama con opción de limpiaparabrisas trasero y otro para el acabado bajo de gama sin limpiaparabrisas trasero. Las diferencias básicas son que el portón alto de gama cuenta con dos operaciones más que el portón bajo de gama. Se trata de una planta de una con una distribución por talleres y lotes de transferencia entre estaciones de trabajo de 20 paneles.

A continuación formaremos el equipo de personas participante. Estará integrado por representantes de las diferentes funciones de la empresa, familiarizados con el producto. De todos ellos se elegirá un jefe de equipo.

La tercera fase es identificar los procesos de producción básicos del portón trasero. A través de la **gama de trabajo** se pueden enumerar de forma sencilla todos los puestos de trabajo.

La gama de trabajo de cada portón es la siguiente:

Artículo	Descripción
01	Portón gama alta
02	Portón gama baja

Componentes:

Componentes	Descripción	Nº de unidades	Artículo	
			01	02
10	Panel exterior	1	X	X
11	Panel interior	1	X	X
12	Cruceta	2	X	X
13	Barra seguridad	1	X	X
14	Soporte motor limpia	1	X	

Procesos:

- Corte de chapa y estampado para panel exterior e interior.
- Embutido y punzonado de panel exterior e interior. (Punzonado de panel exterior → solo gama alta). En la prensa se producen tres referencias distintas, una para el panel interior que es común para la gama alta y baja y dos para el panel exterior, una para la gama alta y otra para la baja.
- Soldadura barra seguridad en panel interior.
- Soldadura crucetas en panel interior.
- Soldadura soporte motor del limpiaparabrisas en el panel exterior (solo gama alta).
- Enmasillado panel interior para ensamblado.
- Soldadura y engastado de panel interior y exterior.

Información de procesos:

1. Corte y estampado.

- Proceso automático con 1 operario.
- Tiempo de ciclo: 5 segundos.
- Tiempo de cambio: 15 minutos.
- Fiabilidad: 100%.
- Defectivo: 2%.
- Inventario observado:
 - 15 bobinas.
 - 2.100 paneles exteriores y 2.100 paneles interiores.

2. Embutido y punzonado.

- Proceso automático con 4 operarios para carga y descarga.
- Tiempo de ciclo: 90 segundos.
- Tiempo de cambio de utillaje: 30 minutos.
- Fiabilidad: 100%.
- Defectivo: 10%.
- Inventario observado:
 - 700 paneles exteriores gama alta y 700 paneles interiores gama alta.
 - 1.400 paneles exteriores gama baja y 1.400 paneles interiores gama baja.

Nota: El punzón al parabrisas trasero en el panel exterior supone cambio de utillaje.

3. Soldadura.

- Proceso manual con 2 operarios para carga, soldadura y descarga.
- Tiempo de ciclo: 110 segundos.
- Tiempo de cambio de utillaje (cambio de electrodos): 5 minutos.
- Fiabilidad: 90%.
- Defectivo: 10%.
- Inventario observado:

- 500 paneles interiores gama alta.
- 1.000 paneles interiores gama baja.

4. Enmasillado.

- Proceso manual con 1 operarios para carga, enmasillado y descarga.
- Tiempo de ciclo gama alta: 110 segundos.
- Tiempo de ciclo gama baja: 110 segundos.
- Defectivo: 5%.
- Inventario observado:
 - 500 paneles interiores gama alta.
 - 1.000 paneles interiores gama baja.

5. Soldadura y engastado panel interior y exterior.

- Proceso automático con 1 operario en carga y 2 operarios en descarga.
- Tiempo de ciclo gama alta: 140 segundos.
- Tiempo de ciclo gama baja: 140 segundos.
- Tiempo de cambio de utillaje (cambio de electrodos): 10 minutos.
- Fiabilidad: 90%.
- Defectivo: 2%.
- Inventario observado:
 - 400 portones gama alta.
 - 800 portones gama baja.

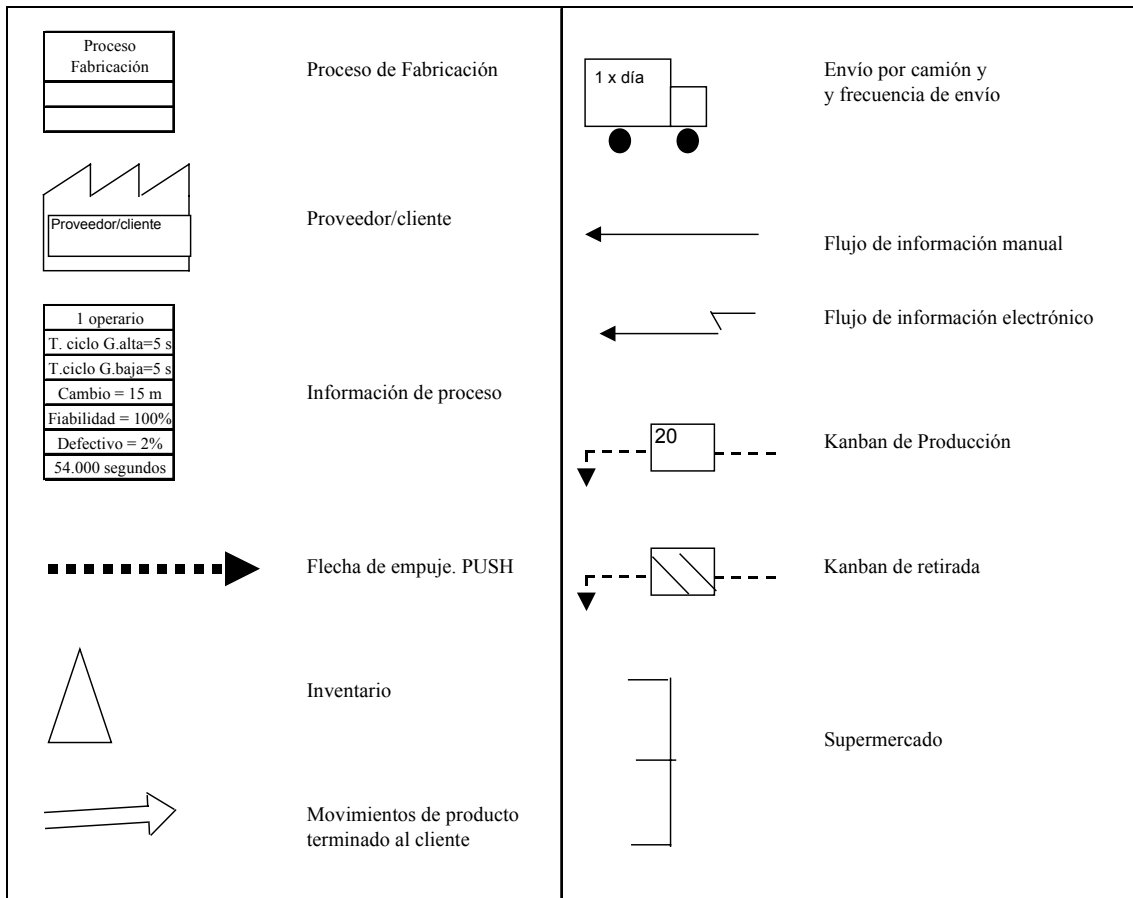
Nota: Para simplificar los cálculo se ha supuesto que los tiempos ciclo son iguales en ambos portones. Por último indicar que dentro del tiempo ciclo está contemplado el tanto por ciento de defectivo.

Por último la tabla 1 muestra las operaciones de cada uno de los procesos con los tiempos.

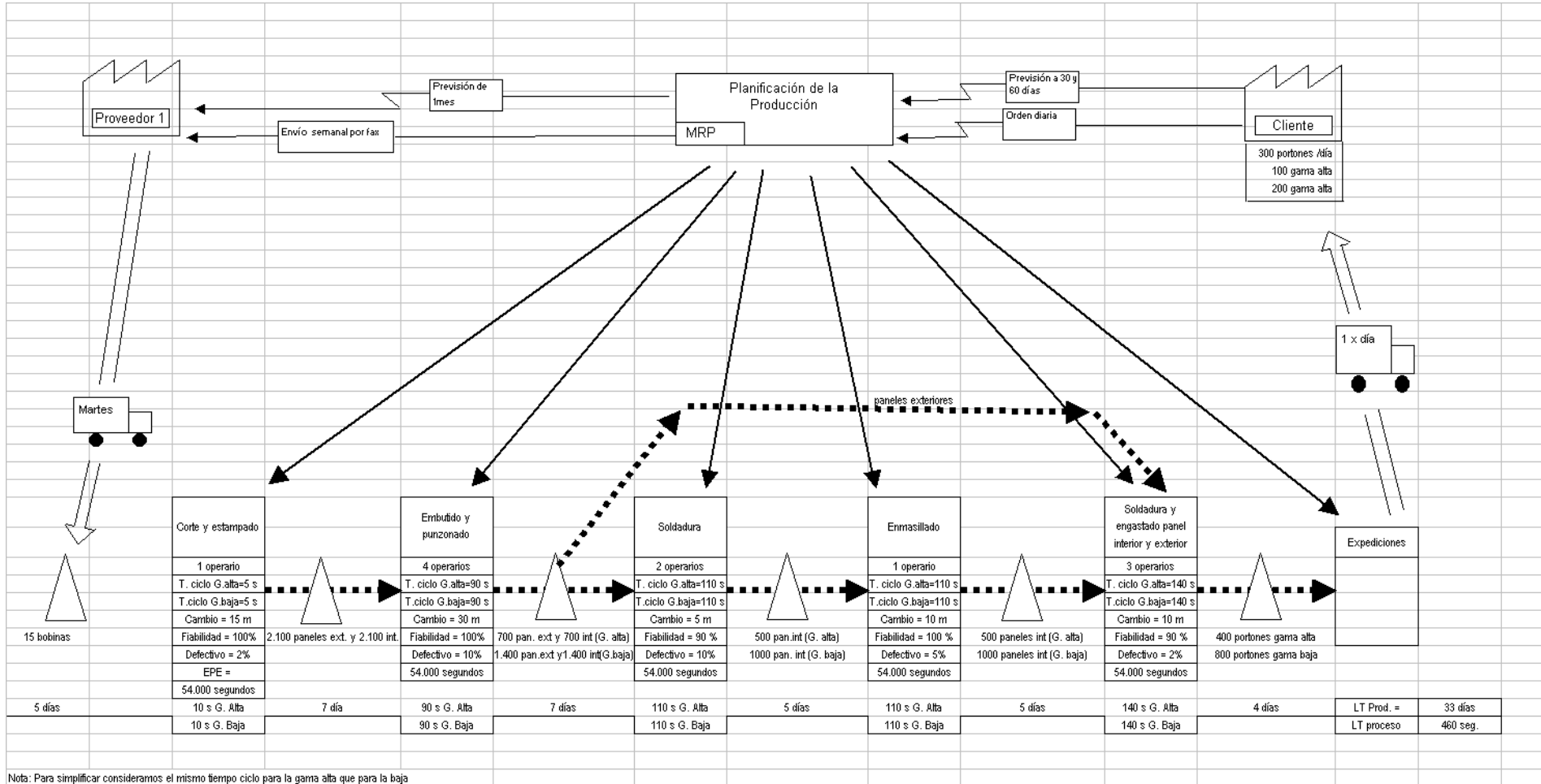
Proceso	Operación	Operación	Tiempo
Corte y estampado	a	Corte chapas y estampado chapas	10
Embutición y punzonado	b	Carga a la prensa	40
	c	Embutición y punzonado	10
	d	Descarga de la prensa	40
Soldadura	e	Carga y fijación del panel interior	40
	f	Soldadura de las crucetas y barra	30
	g	Descarga	40
Enmasillado	h	Carga del panel interior	40
	i	Enmasillado	30
	j	Descarga del panel interior	40
Soldadura y engastado panel int. Y ext.	k	Carga del panel interior y exterior	40
	l	Engastado	30
	m	Soldadura de paneles	30
	n	Descarga del portón	40
		Totales >>	460

Con la información facilitada hasta el momento ya se puede empezar a dibujar el VSM actual.

La simbología utilizada es la siguiente:



V Congreso de Ingeniería de Organización
 Valladolid-Burgos, 4-5 Septiembre 2003



Con el estado actual de la cadena de valor de la empresa nos encontramos en condiciones de pensar cual tiene que ser su estado futuro teniendo en cuenta las pautas comentadas en el punto segundo.

Si nos centramos en lo almacenes nos podrán parecer en muchos casos excesivos, pero tenemos que tener en cuenta por ejemplo que si nosotros no funcionamos con nuestro proveedor con entregas diarias nunca podremos disminuir nuestro almacén de 5 días a 1 día. Con esto se quiere hacer ver que muchos de los problemas actuales son debidos a la forma en que se transmite la información.

b) La cadena de valor futura (VSM futura)

El propósito de esta fase es resaltar las fuentes de desperdicios de la cadena de valor actual y eliminarlas. El objetivo principal es producir sólo y únicamente lo que el cliente necesita y cuando lo necesita. Pero antes de nada, su empresa debe tener en cuenta que pasar a una situación "lean" es un proceso largo y para ello piense por ejemplo que parte del despilfarro existente en su organización es el resultado de decisiones tomadas con anterioridad, por ejemplo la maquinaria de proceso existente, la distribución en planta de algunas actividades, y que el cambio de alguno de estos aspectos suponen importantes inversiones y tiempo de ejecución.

En resumen en una primera fase la empresa debe centrarse en las fuentes de despilfarro que puedan ser eliminadas en un período de tiempo corto dejando a un lado los grandes cambios.

Una forma sencilla de diseñar el VSM futuro es contestar a una lista de preguntas y marcar las ideas derivadas de las respuestas sobre el VSM actual. Una vez trabajada la viabilidad de estas ideas ya se puede comenzar a dibujar el VSM futuro.

¿Cuál es el Tack Time para la familia de productos elegida (portones para vehículos comerciales)?.

Como ya sabemos el cálculo del Tack Time comienza con el tiempo de trabajo disponible, que será igual al tiempo de la jornada menos todos los descansos y paradas que son tiempos de no trabajo.

Supongamos en nuestro ejemplo que se trabaja a dos turnos de 8 horas y que los tiempos de no trabajo ascienden a 30 minutos por turno, resulta que el Tiempo Disponible será 15 h o lo que es lo mismo 54.000 segundos.

A continuación dicho tiempo disponible lo dividimos entre la demanda diaria de portones que en nuestro ejemplo supongamos que son trescientos, cien de gama alta y doscientos de gama baja.

$Tack\ Time = 54.000 / 300 = 180$ segundos.

Esto quiere decir que nuestra empresa para atender a la demanda diaria de su cliente necesita producir un portón cada 180 segundos.

¿En que partes del proceso podemos realizar una distribución en línea con flujo de producto de unidad a unidad?.

Como se ha comentado anteriormente la empresa tiene una distribución por talleres con almacenes intermedios en todos los puestos de trabajo. El lote de transferencia es de 20 paneles, existiendo stock en curso en todos los puestos de trabajo. Todas las instalaciones están dedicadas a la familia de productos que estamos estudiando, excepto las instalaciones de corte y estampado y embutición y punzonado que se dedican para servir a otras familias de producto. Esto hace que no sea posible implantar una línea con flujo continuo en todo el proceso, dado que a corto plazo dedicar las dos primeras instalaciones exclusivamente a los portones supondría desaprovechar mucha parte del tiempo de las instalaciones de corte y embutición y por otra parte la necesidad de invertir en nuevas instalaciones de corte y embutición para el resto de familias de productos. De todas formas, aún sólo dedicándose estas instalaciones a los portones no sería posible un flujo continuo dado que al disponer de una sola máquina de estampar y otra de embutir, la misma máquina debe realizar el panel interior y el exterior y hoy por hoy no es posible una producción mezclada por los altos tiempos de cambio de utillaje de la matriz. Por lo tanto lo más sensato es que las instalaciones de corte y embutición funcionen por lotes.

Respecto al resto de instalaciones (soldadura, enmasillado y soldadura y engastado) las acercaremos físicamente formando una línea de producción con transferencia unidad a unidad. Con esto disminuirá el stock en proceso. La siguiente mejora que se debe introducir es equilibrar los puestos de trabajo, teniendo cuenta que el tiempo ciclo no puede superar la barrera del tack time, 180 segundos. En la tabla 3 puede observarse las asignaciones de las operaciones por puestos, donde se alcanza un equilibrado.

		Tiempo	Situación inicial		Situación nueva	
			Nº de trabaj.	Tciclo/seg	Nº de trabaj.	Tciclo/seg
e	Carga y fijación del panel interior	40	2 operarios	110	2 operarios	180
f	Soldadura de las crucetas y barra	30				
g	Descarga	40				
h	Carga del panel interior	40	1 operario	110		
i	Enmasillado	30				
j	Descarga del panel interior	40	1 operario en carga y 2 operarios en descarga	140	1 operario	180
k	Carga del panel interior y exterior	40				
l	Engastado	30				
m	Soldadura de paneles	30				
n	Descarga del portón	40				

¿El proceso será diseñado para un almacén de Productos Terminados antes del envío al cliente o será diseñado para envíos directos al cliente?.

A pesar que el cliente de nuestra empresa tiene una demanda muy estable (300 portones diarios) y por tanto se podría trabajar sobre pedido, se optará en este caso por establecer un almacén de producto terminado para suplir posibles variaciones en la demanda y/o deficiencias en el proceso productivo. Eso no quita que en futuras mejoras de la cadena VSM se tienda a eliminar este almacén. El almacén se regirá por tarjetas Kanban.

¿Dónde necesitará la empresa implantar sistemas pull?.

En el VSM futuro se ha decidido producir portones para almacén de productos terminados. Dado que no es posible diseñar un flujo continuo con todas las estaciones de trabajo se va a establecer sistemas **pull** entre corte y embutición y entre embutición y soldadura. Para ello la empresa se ayudará del **Kanban**, por lo que se establecerá un tamaño del “cestón” de paneles. Si observamos el tiempo de proceso de la instalación de corte y estampado, éste es muy pequeño, por lo que no tiene mucho sentido definir un tamaño de cestón de 20 unidades (200 segundos de proceso) para luego cambiar de utillaje (15 minutos). Parece que lo más lógico es que esta instalación que tiene un tiempo de proceso muy bajo produzca un lote más grande, por ejemplo el necesario para cubrir la demanda diaria de portones (300 paneles exteriores y 300 interiores). Esto supone 0,83 horas de trabajo.

Por otra parte a partir de ahora se negociará la posibilidad de que nuestro proveedor nos envíe las bobinas necesarias para un día de producción (3 bobinas). Para ello estableceremos un sistema de Kanban con el proveedor. Con esto conseguiremos que los pedidos a nuestro proveedor se realicen en base al consumo real y no en base a planificaciones generadas del MRP.

El que el proveedor nos envíe las bobinas de forma diaria supone una muy importante reducción del inventario de bobinas que pasaría de 15 bobinas actuales a 3 bobinas, como stock de seguridad.

Nuestro progreso hasta ahora.

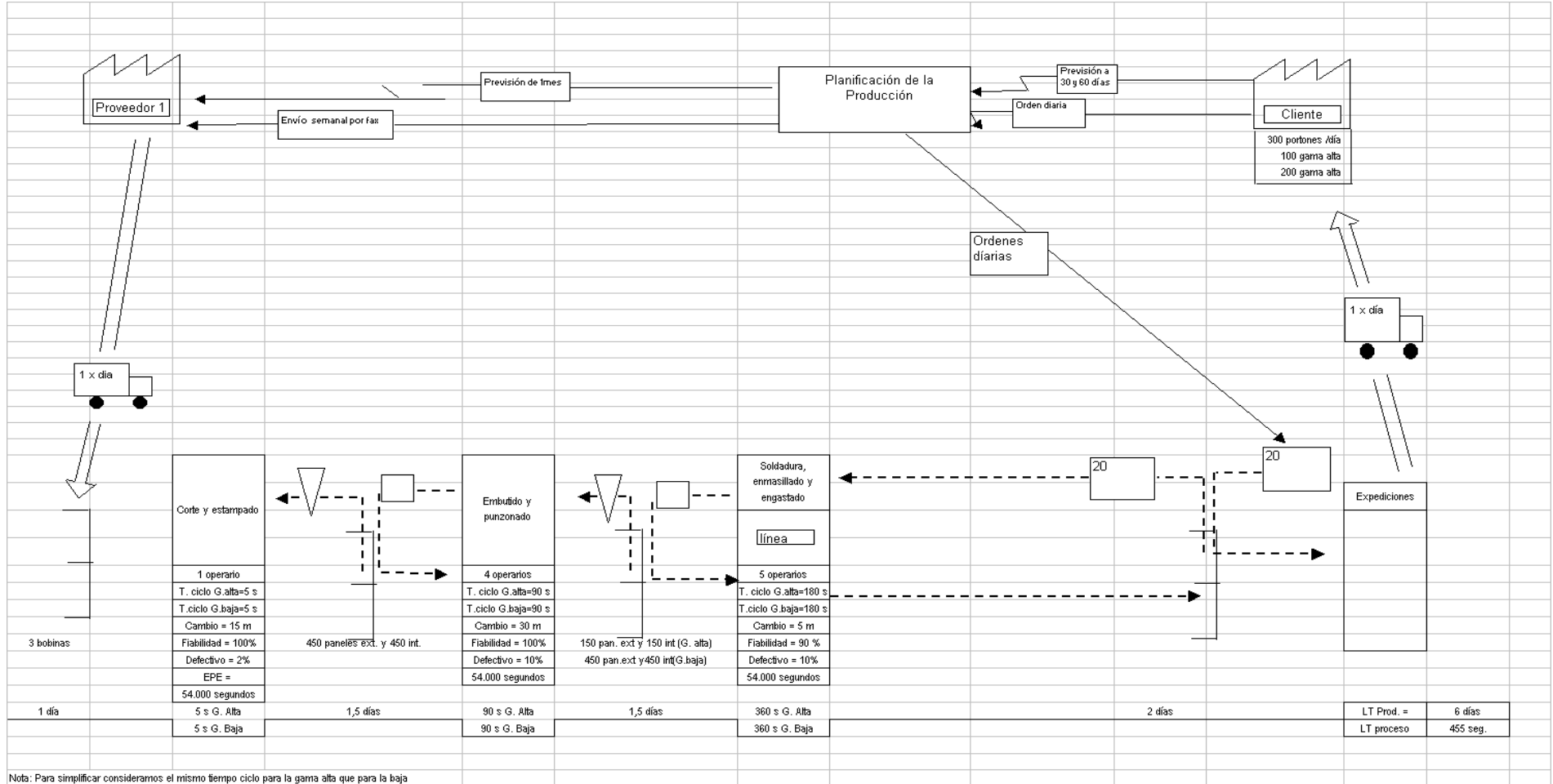
Hasta ahora se ha propuesto una línea de producción para los procesos de soldadura, enmasillado y soldadura y engastado con flujo unitario y equilibrada. Por otra parte se ha establecido un sistema pull entre los procesos corte-estampado, embutido y soldadura, pero nos falta un **tema muy importante y es que la información fluya y un proceso haga sólo lo que el siguiente proceso necesita y cuando éste lo necesita.**

En lugar de enviar la información del cliente a un sistema MRP centralizado para que este a su vez envíe instrucciones a cada estación de trabajo, se *nivelan* las órdenes del cliente y se envían a un solo lugar por ejemplo al almacén de producto terminado y desde aquí mediante los sistemas pull conseguimos, que el resto de procesos hagan lo que justo se necesita y cuando se necesita.

El Value Stream Futuro.

Con lo anterior ya estamos en disposición de dibujar el nuevo VSM.

Value Stream Futuro.



4. Conclusiones.

La principal aportación del VSM reside en los aspectos siguientes:

1. Ayuda a ver los procesos individuales y el conjunto de todos ellos.
2. No sólo ayuda a ver el despilfarro, sino el origen del mismo. Esto permitirá eliminarlo de forma sencilla.
3. Sienta las bases de un plan de implementación “lean”, ayudando a diseñar como debería ser el flujo completo.
4. Muestra la unión entre el flujo de información y el flujo de materiales. En este sentido no es una herramienta que informa de datos (lead time, distancia recorridas, stocks en curso) de forma aislada sino que describe como debería ser la fábrica para que todo funcionase en flujo.

Este último apartado es fundamental para una implementación “lean”. En la fabricación “lean” el flujo de información es tratado con la misma importancia que el flujo de materiales. Así tenemos que Toyota y sus proveedores utilizan los mismos procesos básicos de transformación de material que los fabricantes en masa, tales como estampado, fundido, ensamblado, pero las plantas de Toyota regulan su producción de forma bastante diferente que los fabricantes en masa. La cuestión clave que uno debe tratar de responder es: *¿Cómo hacer que la información fluya de forma que cada proceso produzca solamente lo que el siguiente proceso necesita y cuando este lo necesita?*

La forma de utilizar la herramienta VSM consiste en primer lugar en dibujar el estado actual de la cadena de valor, lo que se consigue recogiendo información directamente en el taller. Esto nos proporcionará la información necesaria para visualizar el estado deseado de nuestra fábrica. Las ideas sobre el estado deseado surgirán a medida que vaya representándose el mapa del estado actual de la cadena de valor. Del mismo modo al dibujar el estado futuro a menudo se identificará información importante del estado actual que se ha pasado por alto y que requerirá de una toma de datos.

Bibliografía:

Cuatrecasas Arbós, Luis. *Organización de la Producción y Dirección de Operaciones*. (Editorial Centro de Estudios Ramón Areces. 2000).

Cuatrecasas Arbós, Luis. *Diseño de Procesos de Producción Flexible*. (TGP-Productivity Press, 1998).

Rother, Mike / Shook Jhon. *Leaning too See*. (The Lean Enterprise Institute, Inc. 1998).

Documentación Curso de Postgrado “Organización e Ingeniería de la Producción y Plantas Industriales”. Departamento de Organización de Empresas. UPC. 2002.