



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLAS DE HIDALGO**

FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA

**“LA METODOLOGIA DE LEAN
THINKING APLICADA A PROCESOS
DE INGENIERÍA”**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO QUÍMICO**

PRESENTA:

ANA LUISA FLORES MUÑOZ



MORELIA, MICHOACAN



U.M.S.N.H.

**FACULTAD DE
INGENIERIA QUIMICA**

Of. No. 115/2005/2006

C.
ANA LUISA FLORES MUÑOZ
PASANTE DE INGENIERÍA QUÍMICA
P R E S E N T E

En contestación a su atenta solicitud de fecha 18 de Mayo de 2005 permito comunicarle a usted que se aprueba el tema de tesis propuesto para presentar Examen Recepcional en la Carrera de Ingeniero Químico.

El tema aprobado: "LA METODOLOGIA DE LEAN THINKING APLICADA A PROCESOS DE INGENIERIA." el cual se desarrollará bajo el siguiente indice:

- I.- ANTECEDENTES
- II.- INTRODUCCION
- III.- GENERALIDADES
- IV.- APLICACION DE LOS PRINCIPIOS
- V.- LEAN THINKING PASO A PASO
- VI.- APLICACION DE LEAN THINKING A UN ESTUDIO DE CASO
- VII.- CONCLUSIONES
- VIII.- APENDICES
- IX.- BIBLIOGRAFIA

Para tales efectos fungirán como asesor de su tesis la C. M. A. DELIA MORENO JUAREZ Profesora de la Facultad de Ingeniería Química y su mesa de jurado para revisión y realización de este trabajo estará integrada por:

ING. ERIC SALDIVAR MEDINA	(PRESIDENTE)
M. A. DELIA MORENO JUÁREZ	(VOCAL)
ING. LUIS NIETO LEMUS	(VOCAL)
ING. REGINALDO MONDRAGON SÁNCHEZ	(SUPLENTE)

ATENTAMENTE
Morelia, Mich., 21 de Noviembre de 2005.

M. en A. DELIA MORENO JUAREZ
DIRECTORA DE LA FACULTAD



FACULTAD DE INGENIERIA
QUIMICA

C.c. p. La secc. de certificación y titulación



U.M.S.N.H.

**FACULTAD DE
INGENIERIA QUIMICA**

No. Oficio 153/2005/2006.

**C.
GUADALUPE RANGEL SUAREZ
JEFE DE LA SECCIÓN DE CERTIFICACIÓN
Y TITULACIÓN DE LA UNIVERSIDAD MICHOCANA
P R E S E N T E**

Por medio del presente, me estoy permitiendo transcribir a esa Sección de Certificación a su digno cargo la comunicación enviada a esta Dirección por la mesa de jurado de examen recepcional de esta fecha y que a la letra dice:

“ Atendiendo a las indicaciones se hizo la revisión de manuscrito de tesis presentado por el pasante de Ingeniería Química: ANA LUISA FLORES MUÑOZ.

Creemos que es de aceptarse dicho manuscrito con las modificaciones sugeridas verbalmente al interesado: ENTERADOS:

PRESIDENTE	ING. ERIC SALDIVAR MEDINA (6802201-8)
V O C A L	M. A. DELIA MORENO JUAREZ (8800066-4)
V O C A L	ING. LUIS NIETO LEMUS (8600122-1)
SUPLENTE	ING. REGINALDO MONDRAGON SANCHEZ(8900050-1)

Comunico a usted lo anterior para los fines legales a que haya lugar.

ATENTAMENTE
Morelia Mich., 2 de Diciembre de 2005.

M. A. DELIA MORENO JUAREZ
DIRECTORA DE LA FACULTAD



**FACULTAD DE INGENIERIA
QUIMICA**

C.c. p. La secc. de certificación y titulación

AGRADECIMIENTOS

Le Doy Gracias a Dios por haberme
permitido ponerle la cereza al pastel.

Gracias a ti madre, porque siempre supiste que el mejor camino para tus hijas era el de la educación.

Gracias a mis tres reflejos,
Ana Gabriela, Francisco, y Alejandro
porque siempre han sido mi mejor impulso para seguir adelante. Me gusta mucho lo que veo en ustedes.

Gracias a ti Francisco que me diste tu apoyo.

Gracias a mis hermanas Ma. Guadalupe, Rosalinda y
Rosario por estar presentes en mi vida.

Gracias al Ing. Manuel Sánchez por todo su invaluable apoyo.

Gracias a todos y cada uno de mis maestros. Siempre los recordaré con gratitud.

Gracias a mis compañeros y amigos, porque siempre nos impulsamos para alcanzar nuestras metas, y por estar conmigo en momentos difíciles.

LA METODOLOGIA DE LEAN THINKING
APLICADA A PROCESOS DE INGENIERIA

“Puedes elegir no cambiar, pero no lo hagas aquí.”
(Referencia No. 7) Jack Welch

I. Antecedentes

En los últimos años, la ingeniería ha puesto su máximo esfuerzo en mejorar la producción industrial. Durante muchos años se tuvo la creencia (y aún se tiene en muchas industrias) de que el sistema de producción por batches y después el tiempo de espera necesario para producir otro batche era lo mejor para optimizar la producción.

De hecho, el mejor ejemplo de la eficacia de la producción en masa y con los mejores resultados es la línea de ensamble que se utilizó en la época de los Modelo T de Henry Ford. En ésta época el montaje era estacionario; es decir, las partes se llevaban al chasis y los submontajes los realizaban obreros en sus mesas de trabajo. Los componentes se trasladaban a la siguiente etapa por medio de carros, grúas o diversas técnicas. Aunque Henry Ford al principio empleó al principio este proceso de montaje estacionario, él sabía que era lento y que requería mucho trabajo y mano de obra. Después se hizo la transición a la banda transportadora y así descubrieron que la línea de ensamble literalmente cobraba vida y los resultados fueron sorprendentes. Es esta misma línea de ensamble es la que se utiliza hoy en día para la industria de producción en masa. Pero los resultados ya no son tan sorprendentes. ¿Porqué?

Analicemos esta situación. Todos los Modelo T que producía Henry Ford eran de un solo color (negro), todos tenían los mismos acabados, todos tenían los mismos rines, las mismas defensas, los mismos volantes, el mismo número de ocupantes, las mismas dimensiones, etc. La industria actual es más complaciente en producir productos o servicios como los pida el cliente. ¿Porqué se le da gusto al cliente ahora? Por una sencilla razón: porque existe la **competencia**. Las empresas actuales saben que si no se fabrica un producto como lo pide el cliente, el cliente simplemente recurrirá a otra empresa. Saben también que si no se le da un buen precio al cliente, este recurrirá a otra empresa. Y saben también que si no se le entrega a tiempo, el cliente recurrirá a otra empresa. Así pues, la industria actual tiene el reto de tener contento al consumidor final.

Pero hay diferentes aspectos que se interponen en el camino. Las cosas no siempre salen bien. Nunca falta que se pierda tiempo porque un material no llegó a tiempo, o que existe mucho inventario apilado y cuesta mucho tener material ocioso. Nunca falta que los bienes y servicios resultantes no cumplen con las expectativas del cliente, o que los obreros pierdan tiempo esperando porque los de la actividad anterior no han terminado. En fin, la lista es interminable.

Después de décadas de reingeniería y re-trabajos, la mayoría de las empresas en América del Norte, Europa, y Japón aún siguen buscando una fórmula para un crecimiento sustentable y exitoso. Es por eso que se han desarrollado diferentes filosofías y métodos de trabajo para optimizar en todos sentidos a los productos y servicios que se ven afectados directamente. Algunas filosofías han funcionado muy bien, otras no tanto.

Cabe mencionar que filosofías y metodologías como Ruta Crítica, PERT e ISO (sólo por nombrar algunas) tienen enfoques muy diferentes de Lean Thinking y no deberían ser confundidas con el Pensamiento Esbelto.

Debo mencionar también que Lean Thinking sí hace uso de algunas herramientas como por ejemplo el JIT (Just in Time) y más adelante se precisarán con todo detalle.

Pero el problema está en la forma arcaica de pensar de los gerentes y las personas quienes dirigen las empresas. Les cuesta mucho el cambiar las cosas. ¿Para qué si siempre se han hecho así las cosas, verdad? No puede haber error más grande. Los cambios se hacen para mejorar. Pero la gran pregunta era ¿cómo nos deshacemos de todo este desperdicio para optimizar procesos, manufactura, tiempos, producción, y resultados en general?

Aunado al desperdicio, está la producción en masa a la que están acostumbradas las empresas. Es necesario enfatizar que la producción en masa es la causante de tanto desperdicio.

Debido a esto es que se volvió la vista hacia una empresa que llamó mucho la atención por sus resultados ejemplares. Esto fue alrededor de la Segunda Guerra Mundial. La empresa de la que estamos hablando es Toyota. Se considera a Toyota como pionera en la introducción de la metodología de la que trata este trabajo de tesis a la que atinadamente se le ha llamado "Lean Thinking", porque hace mucho más con mucho menos.

II. INTRODUCCION

Se analizó a la empresa Toyota por sus sorprendentes resultados. A la metodología que utilizó Taiichi Ohno (Toyota Production System), se le rebautizó con el nombre de "Lean Thinking". ¿Pero, qué hace Lean Thinking?

Lean Thinking redefinió el viejo concepto de producción eliminando todo tipo de desperdicio.

Esto lo hace al ayudar a los gerentes a especificar el *valor*, alinear todas las actividades creadoras de valor para un producto específico a lo largo de una *corriente de valor*, y hace que el valor *fluya* suavemente cuando el cliente *jala*, para así, obtener la *perfección*.

Como claramente lo demostrará Lean Thinking, estas simples ideas pueden traer nueva vida a cualquier industria, en donde de manera rutinaria se dobla tanto la productividad como las ventas al mismo tiempo que se estabiliza el empleo.

Comencemos a definir qué es Lean Thinking. Es necesario que comencemos con la definición de "lean", según el diccionario, "lean" significa **magro**. Es claro que esta definición se refiere a un trozo de buena carne libre de grasa.

Según los principios de Lean Thinking, "lean" significa libre de desperdicio. Es pues una metodología enfocada a eliminar todo tipo de desperdicio. Pero entonces, tenemos qué definir ¿qué es desperdicio? Al desperdicio en Lean Thinking se le llama **muda**, es una palabra japonesa que se utiliza frecuentemente en Lean Thinking y que significa "desperdicio". Desperdicio se refiere específicamente a cualquier actividad humana que absorbe recursos pero que no genera valor alguno: son errores que requieren ser rectificadas; la producción de artículos que nadie quiere; así que los inventarios y artículos remanentes se siguen apilando; son pasos de procesamiento que realmente no son necesarios; es el movimiento de empleados y el transporte de bienes de un lugar a otro sin ningún propósito; son grupos de personas en una actividad esperando porque la actividad anterior no ha sido terminada a tiempo; y son bienes y servicios que no satisfacen las necesidades del cliente (Referencia No. 1).

Afortunadamente, existe una solución para el **muda**: **Lean thinking**. Nos da una forma para especificar el valor, formar en fila acciones que crean valor en la mejor secuencia, conducir estas actividades sin interrupción cuando alguien las solicite, y desempeñarlas más eficazmente cada vez que se realicen.

Abreviando, podemos decir que Lean thinking es **magro** porque nos provee de una forma para hacer más y más con menos y menos: menos esfuerzo humano, menos equipo, menos tiempo, y menos espacio, mientras que se acerca cada vez mas a proveer a los clientes con exactamente lo que ellos quieren.

Después de mucho análisis, se determinó que el **pensamiento esbelto** consta de cinco pasos, y estos son: especificar con precisión el **valor** de un producto específico, identificar la **corriente de valor** de ese producto, hacer que el valor **fluya** sin interrupciones, dejar que el cliente **jale** el valor del producto, y buscar **la perfección**. Por el hecho de entender estos principios y luego unirlos y aplicarlos, los gerentes pueden hacer uso de esta técnica y mantener un rumbo firme.

La aplicación de esta metodología trae consigo beneficios tangibles como son: inventarios más reducidos y con más movimiento, ahorros económicos en la producción de todo tipo de manufactura, envíos y más. Además, quien sale beneficiado en todos sentidos es el cliente final porque recibe lo que necesita en el tiempo en que lo necesita y a un precio razonable que ya no incluye el tener qué pagar por todos los tipos de desperdicio generados al producir ese producto.

III. GENERALIDADES

Taiichi Ohno (1912-1990), el ejecutivo de Toyota quien fue el más feroz enemigo que la historia del desperdicio humano ha producido, identificó los siete primeros tipos de muda descritos anteriormente y Womack y Jones (Referencia No. 1) agregaron el último. Quizá haya hasta más. Pero sin importar cuantas variedades de muda existan, es difícil discutir que el muda esta en todos lados.

Tipos de Muda

1. Sobreproducción.
2. Inventarios grandes.
3. Pasos de procesamiento innecesarios.
4. Movimientos innecesarios de empleados de un lugar a otro.
5. Transporte de bienes de un lugar a otro sin ningún propósito.
6. Personas esperando en alguna actividad porque la anterior no ha sido terminada.
7. Bienes y servicios que no satisfacen las necesidades del cliente.

Lean thinking también nos da una forma de hacer el trabajo más satisfactorio porque da una retroalimentación inmediata sobre esfuerzos para convertir al muda en valor. Y, en asombroso contraste con la actual moda de la reingeniería de proceso, nos provee de una forma para crear nuevo trabajo en lugar de simplemente destruir empleos en el nombre de la eficiencia.

3.1 Especificación del valor.

El punto crítico del comienzo para el pensamiento esbelto es el **valor**. El valor sólo se puede definir por el último cliente. Y solamente tiene significado cuando se expresa en términos de un producto específico (un bien o servicio, y a menudo ambos a la vez) el cual cumple con las necesidades del cliente a un precio específico en un tiempo específico.

El valor es creado por el productor. Desde el punto de vista del cliente, esto es el porqué existen los productores. Pero por un gran número de razones el valor es muy difícil de determinar con exactitud.

Altos ejecutivos de Estados Unidos se dan cuenta de sus problemas competitivos a corto plazo (específicamente su necesidad de almacenar una ganancia adecuada en el siguiente trimestre), y las iniciativas consecuentes del recorte de costos. Estos frecuentemente involucran maneras inteligentes para eliminar trabajos, desviar ingresos de sus clientes corriente abajo y extraer ganancias de sus clientes corriente arriba. Cuando en realidad se deben enfocar hacia los productos específicos que la empresa espera que compren clientes específicos a un precio específico para mantener a la compañía dentro del negocio y cómo la calidad en el momento del envío puede mejorarse mientras que sus costos fundamentales son empujados hacia abajo. A estos y a muchos

ejecutivos se les ha hecho una pregunta: ¿Puedes ponerte a tí mismo en la posición de un diseño a medida que progresa desde el concepto hasta su lanzamiento, de un pedido a medida que fluye la información desde la requisición hasta el producto terminado, y del producto físico a medida que progresa desde la materia prima hasta el cliente, y puedas describir lo que te va pasando a lo largo del camino? Normalmente, existe un extraño silencio, y luego estos temas son reemplazados por otros de índole financiera. En resumen, las necesidades inmediatas del accionista y la mentalidad financiera de los altos ejecutivos han tomado prioridad sobre las realidades diarias de especificar y de crear valor para el cliente.

En Alemania, hasta hace poco, había una distorsión inversa de la especificación del valor. Durante mucha de la post-era de la Segunda Guerra Mundial, ejecutivos de las compañías controladas por bancos o privadas podían ignorar la necesidad del rendimiento financiero a corto plazo y estaban muy entusiasmados con sus productos y tecnologías de proceso. Hasta los más altos ejecutivos podían meterse a gran detalle en las funciones de los productos y de nuevos métodos de procesamiento que habían tomado años en perfeccionarse.

Pero ¿quién especificaba su valor? ¡Los ingenieros que manejaban las compañías! Diseños con más complejidad producidos con maquinaria todavía más compleja resultaron ser justo lo que el cliente quería y justo lo que el proceso de producción necesitaba. O al menos eso era lo que los ingenieros alemanes pensaban. Pero ¿donde estaba la evidencia de que estaban en lo cierto?

Una característica central de la crisis de la industria alemana en el periodo después de la Guerra Fría ha sido la percepción de que los diseños complejos y personalizados y tecnologías sofisticadas de procesamiento favorecidas por los ingenieros alemanes son muy costosos de adquirir para los clientes y frecuentemente irrelevantes para sus deseos reales.

En Japón hasta muy recientemente, lo que ha sido muy importante para las firmas japonesas es que han definido **dónde** se debe crear el valor. La mayoría de los ejecutivos, hasta en firmas como Toyota, la cual fue pionera del pensamiento esbelto, han comenzado su proceso de definición del valor preguntándose cómo pueden ellos diseñar su producto en casa (esto para satisfacer las expectativas sociales acerca del empleo a largo plazo y para tener relaciones estables con los proveedores). Todavía a muchos clientes alrededor del mundo les gustan los productos diseñados con una aplicación para sus necesidades locales, lo que es difícil de hacer desde una oficina distante en casa. Y les gustan productos hechos a su orden precisa y que sean enviados inmediatamente, lo que el envío a través de un océano desde una base japonesa hace imposible, esto es una clara distorsión de parte de los clientes. Ellos ciertamente no están definiendo el valor de un producto en términos de donde fue diseñado o hecho.

Es impactante de cómo ha sido desviada la definición de valor por el poder de organizaciones preexistentes, de tecnologías nuevas, de activos no depreciados, de maneras de pensar obsoletas acerca de economías de escala. Ingenieros alrededor del mundo tienden a decir: "Este

producto es lo que sabemos producir utilizando activos que ya habíamos comprado, así que si los clientes no responden ajustaremos el precio o le agregaremos cascabeles y silbatos." Lo que deberían de estar haciendo es redefinir el valor del producto desde la perspectiva del cliente.

El pensamiento esbelto debe entonces comenzar con un intento consciente para definir de manera precisa el valor en términos de productos específicos con capacidades específicas ofrecidos a precios específicos a través de un diálogo con clientes específicos. La manera de hacer esto es ignorar los activos y tecnologías existentes y replantear a las empresas sobre una base de línea de producto con equipos del producto fuertes y dedicados. Esto también requiere redefinir el rol para los expertos técnicos de la empresa (como los ingenieros alemanes), y cuidadosamente replantear donde crear el valor. De manera realista, ningún ingeniero puede realmente implementar todos estos cambios instantáneamente, pero es esencial formar una clara visión de lo que realmente se necesita. Y si no es así, casi con toda certeza la definición del valor será desviada.

En concreto, especificar acertadamente el valor es el primer paso crítico en el pensamiento esbelto. El proveer el bien o servicio equivocado de la manera correcta es **muda**. (Referencia No. 1)

3.2 Identificando la corriente de valor.

La corriente de valor es el conjunto de todas las acciones específicas requeridas para llevar un producto específico (ya sea un bien o servicio o una combinación de ambos) a través de las tres tareas críticas gerenciales de cualquier negocio: **la tarea de solución de problemas** que corre desde el concepto a través del diseño detallado e ingeniería hasta su lanzamiento a producción, **la tarea de información gerencial** que corre desde que se toma el pedido a través de la programación detallada hasta el envío, y **la tarea de la transformación física** que procede desde la materia prima hasta un producto terminado en las manos del cliente. La identificación de la corriente de valor **completa** para cada producto (o en algunos casos, para cada familia de productos) es el siguiente paso en el pensamiento esbelto, un paso el cual las empresas rara vez han intentado pero que casi siempre expone enormes y sorprendentes cantidades de **muda**.

Específicamente, el análisis de la corriente de valor casi siempre mostrará tres tipos de acciones que están ocurriendo a lo largo de la corriente de valor: (1) Se encontrarán muchos pasos para encontrar el valor de manera no ambigua; (2) Muchos otros pasos se encontrarán para crear ningún valor sino para ser inevitables con tecnologías actuales y activos de producción (les pondremos el término de **muda tipo 1**); y (3) Muchos otros pasos se encontrarán para no crear ningún valor y ser inmediatamente evitables (**muda tipo 2**).

Por ejemplo, cuando Pratt & Whitney, el fabricante más grande del mundo de motores de jets comenzó a trazar su mapa de las corrientes de valor para las tres familias de motores de jets, descubrió que las actividades tomadas por sus proveedores de materia prima para producir metales

ultrapuros, eran duplicadas a gran costo por las siguientes firmas corriente abajo, los fraguadores quienes convertían los lingotes de metal en formas apropiadas para maquilarlas. Al mismo tiempo, el lingote inicial del material (por ejemplo, el titanio o el níquel), pesaba diez veces más que las partes maquiladas fabricadas después a partir de él. El 90 % de los metales muy costosos estaban siendo desperdiciados porque el lingote inicial era vaciado en un tamaño masivo sin mucha atención a la forma de las partes terminadas (quienes los derretían estaban seguros de que esto era eficiente). Y finalmente, los fundidores estaban preparando varios lingotes diferentes (a gran costo), para poder cumplir con los requerimientos técnicos precisos de Pratt para cada motor, los cuales variaban solo marginalmente de aquellos de otras familias de motores y de las necesidades de los competidores. Muchas de estas actividades podían ser eliminadas casi inmediatamente con ahorros dramáticos en los costos.

¿Cómo era posible que tanto desperdicio pudiera haber seguido por décadas en la supuestamente sofisticada industria aeroespacial? Muy sencillo: ninguna de las cuatro empresas involucradas en la corriente de valor para un motor de jet (el fundidor, el fraguador, el maquilador y el ensamblador final) habían explicado en su totalidad sus actividades a los otros tres. En parte, esto era cuestión de confidencialidad: cada empresa temía que aquellos involucrados corriente abajo o corriente arriba pudieran utilizar cualquier información revelada para conseguir un mejor contrato. Y en parte, esto era inconsciente. Las cuatro empresas estaban acostumbradas a ver cuidadosamente sus propios asuntos pero simplemente nunca se habían tomado el tiempo para ver a la corriente de valor completa, incluyendo las consecuencias de sus actividades internas para otras empresas a lo largo de la corriente. Cuando así lo hicieron, descubrieron un desperdicio masivo.

Así que el pensamiento esbelto debe de ir mas allá de la empresa para ver al entero: el conjunto completo de actividades involucradas en la creación y producción de un producto específico, desde el concepto a través del diseño detallado hasta la disponibilidad real, desde la venta inicial a través de la entrada del pedido y programación de la producción hasta el envío, y desde la materia prima producida desde muy lejos y fuera de la vista hasta que se pone en manos del cliente. El mecanismo organizacional para hacer esto es lo que se le llama la **empresa ligera**, una comunicación continua de todas las partes involucradas para crear un canal para la corriente de valor completa, extrayendo todo el **muda**.

En estos tiempos en que las empresas individuales están usando mas fuentes externas y en donde ellos mismos están haciendo menos, existe la necesidad real de una alianza voluntaria de todas las partes interesadas para supervisar la corriente de valor desintegrada, la cual examine cada paso creador de valor y que dure tanto como dura el producto. Para productos como los automóviles de un tamaño especial, los cuales pasan a través de generaciones sucesivas de desarrollo, esto pudiera significar décadas, pero para productos de una vida corta para una aplicación específica como el software, esto pudiera ser de menos de un año.

El crear empresas esbeltas si requiere de una manera nueva de pensar en las relaciones de empresa a empresa, algunos principios sencillos para regular el comportamiento entre las empresas, y **transparencia** acerca de todos los pasos tomados a lo largo de la corriente de valor para que cada participante pueda verificar que las otras empresas se están comportando de acuerdo con los principios acordados. (Referencia No. 1)

3.3 El flujo.

Una vez que el valor ha sido especificado de manera precisa y que la corriente de valor para un producto específico que tiene completado su mapa por la empresa esbelta, y obviamente tiene eliminados los pasos de desperdicio, es tiempo entonces del siguiente y muy importante paso en el pensamiento esbelto. Hacer que los pasos creadores del valor **fluyan**. Sin embargo, esto requiere de todo un cambio de mentalidad.

Todos nosotros nacemos a un mundo mental de "funciones" y "departamentos", una convicción de sentido común de que las actividades deberían de estar agrupadas por tipo para que puedan realizarse de manera mas eficiente y manejarse mas fácilmente. Además, para lograr que las tareas sean realizadas de manera eficiente dentro de los departamentos, parece de todavía más sentido común realizar las tareas similares en lotes: "En el Departamento de Reclamaciones procesar primero todos los reclamos A, luego todos los reclamos B, y luego a los reclamos C. En el Departamento de Pintura, pintar de verde todas las partes que lo necesiten, luego pintar de rojo todas las partes que lo necesiten, luego pintar las moradas." Los lotes en batch, como siempre resulta, significan largas esperas a medida que el producto esta ahí esperando pacientemente el cambio que el departamento determina para el tipo de actividad que el producto necesite después. Pero este enfoque mantiene ocupados a los miembros del departamento, mantiene el equipo funcionando, y justifica el equipo dedicado de alta velocidad. Así que debe ser "eficiente", ¿verdad?

En realidad, esta totalmente equivocado, pero es muy difícil o imposible para que la mayoría de nosotros lo podamos ver a simple vista. Lo que es contundente es la profunda convicción que existe de que realizar tareas en lotes en batch es lo mejor y que hay una gran falla al no considerar que un replanteamiento de la tarea pueda permitir un flujo continuo y un trabajo más eficiente.

Taiichi Ohno culpó de este modo de pensar como de batch-y-linea de espera a los primeros granjeros de la civilización, quienes decía, perdieron la sabiduría de una-cosa-a-la-vez del cazador a medida que se obsesionaron con lotes (la cosecha de una vez al año) y de inventarios (el depósito de los granos). O quizá simplemente nacemos con el pensamiento de lotes en batch en nuestras cabezas, junto con muchas otras ilusiones de "sentido común", por ejemplo, de que el tiempo es constante en lugar de relativo o de que el espacio es recto en lugar de curvo. Pero todos necesitamos luchar en contra del pensamiento departamentalizado de lotes en batch porque las tareas casi siempre pueden realizarse con mucha mas eficiencia y exactitud cuando se trabaja sobre el producto continuamente desde la materia prima hasta el producto terminado. En resumen, las cosas funcionan mejor cuando se

enfoca sobre el producto y sus necesidades, en lugar de la organización o el equipo, para que todas las actividades necesarias para diseñar, ordenar y proveer un producto ocurran en un flujo continuo.

Henry Ford y sus asociados fueron las primeras personas en realmente entender por completo el potencial del flujo. Ford redujo la cantidad de esfuerzo requerido para ensamblar un Ford Modelo T en un 90 % durante el otoño de 1913 cambiando a flujo continuo en el ensamble final. Subsecuentemente alineó todas las maquinas necesarias para producir las partes para el Modelo T en la secuencia correcta y trato de lograr el flujo desde las materias primas hasta el envío del automóvil terminado, logrando un salto similar en productividad. Pero él solamente descubrió el **caso especial**. Su método solo funcionaba cuando los volúmenes de producción eran suficientemente altos como para justificar las líneas de ensamble de alta velocidad, cuando cada producto utilizaba exactamente las mismas partes y cuando el mismo modelo era producido durante muchos años (diecinueve en el caso del Modelo T). Al principio de la década de 1920, cuando Ford sobresalía muy por encima del resto del mundo industrial, su compañía estaba ensamblando más de dos millones del Modelo T en docenas de plantas de ensamble alrededor del mundo, cada una de ellas exactamente igual a la otra.

Después de la Segunda Guerra Mundial, Taiichi Ohno y sus colaboradores técnicos, incluyendo a Shigeo Shingo, concluyeron que el verdadero reto era crear flujo continuo en producción de lotes pequeños cuando se necesitaban docenas o cientos de copias de un producto, y no millones. Este es el **caso general** porque estos humildes arroyuelos, y no los pocos ríos poderosos dan cuenta del gran bulto de las necesidades humanas. Ohno y sus asociados lograron un flujo continuo en producción de bajo volumen, en la mayoría de los casos sin líneas de ensamble, aprendiendo rápidamente a cambiar los herramientas de un producto a otro y ajustando al tamaño "correcto" las máquinas (miniaturizando) para que los pasos de diferentes tipos de procesamiento (por ejemplo, el moldeo, la pintura y el ensamble) pudieran conducirse inmediatamente uno junto al otro con el objeto que estaba bajo manufactura mantenido en un flujo continuo.

Los beneficios de hacer las cosas de esta manera son fáciles de demostrar. Se ha observado en plantas de Norte América y de Europa, que las actividades de producción para un producto específico fueron reorganizadas en un día, de departamentos y lotes en batch a flujo continuo, con una duplicación de la productividad y una reducción dramática de errores y desperdicio. Sin embargo, el gran bulto de las actividades alrededor del mundo aún son conducidas de un modo departamentalizado de lote en batch-y- fila de espera cincuenta años después de que una forma dramáticamente superior fue descubierta. ¿Porque?

El problema más básico es que el pensamiento en flujo es contra intuitivo, parece muy obvio para muchas personas que el trabajo debe ser organizado por lotes en batches. Luego, una vez que los departamentos y equipo especializado están puestos en su lugar, tanto las aspiraciones profesionales de los empleados dentro de los departamentos y los cálculos del contador corporativo (quien quiere mantener los activos costosos totalmente utilizados) trabajan fuertemente en contra de cambiar a flujo.

El movimiento de re-ingeniería ha reconocido que el pensamiento departamentalizado es sub-óptimo y ha tratado de desviar el enfoque de categorías organizacionales (departamentos) a "procesos" creadores de valor, por ejemplo el revisar el crédito o ajustar los reclamos o el manejo de cuentas por recibir. El problema es que los ingenieros no han ido lo suficientemente lejos (conceptualmente hablando), porque todavía están lidiando con **procesos** agregados y desconectados (por ejemplo, la toma de pedidos para todo un rango de productos) en lugar del **flujo completo de actividades creadoras de valor para productos específicos**. Además, frecuentemente se detienen en los bordes de la empresa pagando sus cuentas, aun cuando los mayores avances se dan al ver la corriente de valor completa. Además, tratan a los departamentos y a los empleados como el enemigo. El resultado frecuente es un colapso del ánimo entre quienes sobreviven la re-ingeniería y una regresión de la organización al medio anterior tan pronto como se van los re-ingenieros.

La alternativa esbelta es redefinir el trabajo de funciones, departamentos y de las empresas para que ellos puedan hacer una contribución positiva a la creación del valor y de hablar de las necesidades reales de los empleados en cada punto a lo largo de la corriente **para que realmente sea su interés hacer que el valor fluya**. Esto no solo requiere de la creación de una **empresa ligera** para cada producto sino también el replantear las empresas convencionales, las funciones y carreras, y el desarrollo de la estrategia esbelta.

3.4 Jalar.

El primer efecto visible de convertirse de departamentos y lotes a equipos de producción y flujo es que el tiempo que se requiere desde el concepto hasta el lanzamiento, desde la venta hasta el envío, y desde la materia prima hasta el cliente cae dramáticamente. Cuando se introduce el flujo, los productos que requieren de años para ser diseñados son terminados en nueve meses, pedidos que toman días para procesarse son completados en horas, y las semanas o meses de tiempo completo del proceso de producción para la producción física convencional son reducidos a minutos o días. Ciertamente, sino puedes reducir los tiempos completos del proceso de producción a la mitad en el desarrollo del producto, 75 % en el procesamiento del pedido, y 90 % en la producción física, estas haciendo algo mal. Además, los sistemas esbeltos pueden hacer cualquier producto actualmente en producción, en cualquier combinación, para que la demanda cambiante pueda acomodarse de manera inmediata.

Bueno, y esto ¿qué? Esto solo produce una lluvia de dinero de la reducción de inventarios y agiliza el retorno sobre la inversión, ¿pero realmente es un logro significativo? De hecho, lo es porque la habilidad para diseñar, programar y hacer exactamente lo que el cliente quiere justo cuando el cliente lo quiere significa que puedes tirar a la basura el pronostico de ventas y simplemente hacer lo que el cliente realmente necesita. Esto quiere decir que puedes dejar que el cliente **jale** el producto

de tí conforme se necesita en lugar de empujar los productos, frecuentemente sin que los quieran, a los clientes. Además, las demandas de los clientes se hacen mucho mas estables una vez que ellos saben que pueden obtener rápido lo que quieren y cuando los productores dejan de realizar campañas periódicas para bajar los precios diseñadas para mover bienes ya hechos que ya nadie quiere. (Referencia No. 1)

3.5 La Perfección.

A medida que las organizaciones empiecen a especificar el **valor**, a identificar la **corriente de valor** completa, hacer que los pasos creadores de valor para productos específicos **fluyan** continuamente y dejar que los clientes **jalen** el valor desde la empresa, algo muy extraño empieza a suceder: aquellos involucrados recapacitan que no hay fin al proceso de reducir el esfuerzo, el tiempo, el costo, el espacio y los errores mientras se ofrece un producto que es lo mas cercano a lo que quiere el cliente. Y de repente, la **perfección**, el quinto y último principio del pensamiento esbelto, ya no parece una idea alocada.

¿Porqué este paso? Porque los primeros cuatro principios interactúan con ellos mismos en un círculo virtuoso. Hacer que el valor fluya mas rápido siempre expone mas **muda** escondido en la corriente de valor. Y entre más fuerte jales, más son revelados los impedimentos para fluir, para que puedan ser removidos. Equipos dedicados del producto en diálogo directo con los clientes siempre encuentran formas para especificar el valor de manera más precisa y siempre encuentran formas de aumentar el flujo y de jalar también.

Además, aunque la eliminación del **muda** a veces requiere de nuevos procesos de tecnología y nuevos conceptos del producto. Las tecnologías y los conceptos son por lo general sorprendentemente sencillos y listos para su implementaron. Por ejemplo, hace poco Pratt & Whitney reemplazaron un sistema totalmente automatizado para hélices de las turbinas con una celda de forma de U totalmente diseñada e instalada por sus propios ingenieros en muy poco tiempo y a un cuarto del costo del capital del sistema automatizado que estaba siendo reemplazado. El nuevo sistema corta los costos de producción a la mitad, mientras que reduce en un 99 % los tiempos completos del proceso de producción y corta por completo el tiempo de cambio desde horas hasta segundos. Así que Pratt & Whitney puede hacer exactamente lo que el cliente quiere al recibir el pedido. La conversión al pensamiento esbelto esta estimada para reeditar en un año, aunque Pratt & Whitney no reciba más que el valor de desperdicio por el sistema automatizado que se descartó.

Quizá el estímulo más importante hacia la perfección es la **transparencia**, el hecho de que en un sistema esbelto todos -subcontratistas, proveedores de primera línea, integradores del sistema (con frecuencia llamados ensambladores), distribuidores, clientes, empleados- puedan ver todo, y así es más fácil descubrir mejores formas para crear el valor. Además, existe una alta retroalimentación

y casi instantánea para los empleados que están haciendo las mejoras, que es una función clave del trabajo esbelto y también un estímulo poderoso a los esfuerzos continuos para mejorar.

Soñar acerca de la perfección es divertido y útil. Esto porque demuestra lo que es posible y nos ayuda a lograr más de lo que podríamos de otra forma. Sin embargo, aunque el pensamiento esbelto haga parecer a la perfección como admisible a largo plazo, la mayoría de nosotros vivimos y trabajamos a corto plazo. Así que la pregunta obligada es: ¿Cuáles son los beneficios del pensamiento esbelto que podemos aprovechar ya?

Basados en años de benchmarking y de observaciones de algunos analistas industriales en organizaciones alrededor del mundo, se han desarrollado las siguientes reglas prácticas y sencillas: Convertir al clásico sistema de lote en batch-y-línea de espera a flujo continuo con un jaloneo efectivo del cliente duplicará la productividad del trabajo a través de todo el sistema (para trabajadores técnicos, directos y gerenciales, desde la materia prima hasta el producto enviado) mientras se recortan los tiempos completos del proceso de producción en un 90 % también. Los errores que alcanzan al consumidor y el desperdicio dentro del proceso de producción son típicamente cortados a la mitad, así como los accidentes relacionados al trabajo. El tiempo de mercado para nuevos productos será la mitad y una variedad más amplia de productos, dentro de familias de productos, podrán ofrecerse a un costo adicional muy modesto. Además, las inversiones de capital requerido serán muy modestas, quizá hasta negativas, si algunas instalaciones y equipo pudieran desocuparse y venderse.

Y esto solo es para empezar. Esto es el bono **kaikaku** iniciado por el re-alineamiento radical de la corriente de valor. Lo que sigue son mejoras continuas por medio del **kaizen** en camino a la perfección. Empresas que han completado el re-alineamiento radical pueden típicamente duplicar la productividad una vez más a través de incrementos de mejoras en un plazo de dos a tres años y cortar a la mitad sus inventarios, y otra vez a la mitad sus errores, y sus tiempos principales durante este periodo. Y luego la combinación de **kaikaku** y de **kaizen** podrá producir un sinnúmero de mejoras.

Los saltos de rendimiento de esta magnitud son seguramente un poco difíciles de aceptar, particularmente cuando se les acompaña con el reclamo de que no se requieren tecnologías dramáticamente nuevas.

3.6 Lean Thinking Vs. El Estancamiento.

El pensamiento esbelto no solo es la solución al **muda**, el salto del rendimiento recién descrito es también la respuesta al estancamiento económico prolongado en Europa, Japón y Norte América. El pensamiento convencional acerca del crecimiento económico se enfoca sobre nuevas tecnologías y capacitación adicional y en la educación como claves. Así que el énfasis de los escritos

populares hoy en día sobre la economía es sobre la caída de los costos de computación y de la facilidad creciente acerca de mover datos alrededor del planeta, como se ejemplifica por la Red Mundial (World Wide Web). Juntando el bajo costo, datos de fácil acceso con software interactivo didáctico para los trabajadores del conocimiento seguramente producirá un gran salto en la productividad y bienestar, ¿verdad?

Lo que se registra no es prometedor. Durante los últimos veinte años todos hemos visto la revolución de la robótica, la revolución de los materiales (cuando los automóviles supuestamente tendrían motores de cerámica y los aviones supuestamente serían construidos totalmente de plástico), la revolución del microprocesador y de la computadora personal, y la revolución biotecnológica. Sin embargo, el producto per capita domestico (esto es, la cantidad promedio del valor creado por cada persona) en todos los países desarrollados ha estado firmemente atorado.

El problema no es con las nuevas tecnologías mismas sino con el hecho de que inicialmente afectan solamente a una pequeña parte de la economía. Unas cuantas compañías como Microsoft crecen de infantes a gigantes de la noche a la mañana, pero el gran porcentaje de la actividad económica (la construcción y la vivienda, el transporte, el sistema de provisión de alimentos, la manufactura y los servicios personales) solamente es afectado a lo largo de un largo periodo de tiempo. Además, estas actividades puede que no sean afectadas para nada a menos que se encuentren nuevas formas para que las personas trabajen juntas para crear valor utilizando las nuevas tecnologías. Pero, estas tareas tradicionales comprenden el 95 % o más del consumo y de la producción diaria.

Por decirlo de otra manera, la mayoría del mundo económico, a cualquier hora dada, es un campocafé de actividades tradicionales realizadas de maneras tradicionales. Nuevas tecnologías y un capital humano crecido pueden generar el crecimiento a largo plazo, pero solamente el pensamiento esbelto tiene el poder de demostración para producir germinados del crecimiento por todo este panorama dentro de unos años. Y además, el pensamiento esbelto puede hacer que algunas tecnologías fueran innecesarias.

El estancamiento continuo en países desarrollados recientemente ha llevado hacia algunos chivos expiatorios en el mundo político, a medida que algunos segmentos de la población en cada país empujan y presionan para re-dividir un pastel económico fijo. El estancamiento también ha llevado a un frenesí de cortar los costos en el mundo de los negocios (liderado por los re-ingenieros), lo cual remueve el incentivo para que los empleados puedan hacer alguna contribución positiva a sus empresas e inflama los rangos del desempleo. El pensamiento esbelto y la empresa esbelta son la solución inmediatamente disponible que puede producir resultados en la escala requerida. En este trabajo, se explicara como hacerlo.

Una pregunta muy importante que toda empresa se hace cuando está a punto de implementar una nueva metodología o un cambio a sus procedimientos actuales es: ¿Cuánto cuesta? He aquí la lista de “compras”:

- 1 cronómetro
- 1 lápiz
- 1 goma
- hojas de tamaño doble carta
- 1 Gran Cambio de Mentalidad

Realmente los cambios en equipo y/o rearrreglos del espacio de trabajo representan un desembolso mínimo (varía dependiendo del tipo de empresa) y esto resulta insignificante en comparación con los resultados impactantes que se obtienen.

Como el pensamiento esbelto es contra-intuitivo y un poco difícil de captar en el primer encuentro, es muy útil de examinar la aplicación real de los cinco principios esbeltos en organizaciones reales. El material que sigue provee ejemplos reales de los principios esbeltos que van desapareciendo al **muda**. El lugar indicado para empezar, como siempre, es el valor tal y como lo define el cliente. (Referencia No. 1)

IV. Aplicación de los Principios del Lean Thinking

4.1 El Valor

Doyle Wilson, de Austin, Texas se había dedicado durante los últimos quince años a la construcción de casas antes de realmente tomar una actitud seria acerca de la calidad. En octubre de 1991 una gran parte de su negocio estaba en espera y en retrabajo, con reclamos costosos de garantías y mucha fricción con sus clientes. Fue entonces cuando tropezó con el movimiento de calidad. Carl Sewell, un comerciante de automóviles le recomendó que leyera los trabajos de W. Edwards Deming.

Doyle Wilson se metió de lleno a mejorar su negocio. Por febrero de 1992 había lanzado una campaña de Gerencia de Calidad Total en Doyle Wilson Homebuilder. Durante los siguientes tres años el personalmente le enseñó a su equipo de trabajo los principios del TQM (Gerencia de Calidad Total), comenzó a reunir y analizar una cantidad enorme de datos sobre cada aspecto de su negocio, se deshizo de comisiones individuales de ventas ("las cuales destruyen la conciencia sobre la calidad"), eliminó el tradicional "bono del constructor" para sus superintendentes de construcción (quienes estaban tratando de calificar por el bono de "completar a tiempo" haciendo tratos laterales con los clientes sobre la lista "para-hacerse-después"), redujo su cuerpo de contratistas por dos tercios, y requirió que los contratistas restantes atendieran y pagaran por sus seminarios mensuales de calidad.

Las encuestas al cliente mostraron un alza gradual en la satisfacción en la experiencia de la construcción de casas y las ventas crecieron gradualmente hasta un mercado plano a medida que Wilson tomo las ventas de sus competidores. En 1995, Doyle Wilson Homebuilder ganó el Premio Nacional de Calidad de Vivienda (frecuentemente llamado el Premio Baldrige de calidad de la industria de la construcción) y Wilson fijó una meta de volver a ganar el Premio Baldrige para 1998. Sin embargo, todavía no estaba satisfecho.

El sabía que estaba progresando en competir con otros constructores por el comprador de una casa nueva, pero un simple hecho, una vez que se alojó en su mente, no se iba: el 78 % de los hogares comprados en el centro de Texas son "usados" u hogares más viejos. Había progresado en hacer crecer su parte del 22 % que buscan un hogar nuevo, pero ¿qué pasa con el 78 % que compró una casa más vieja? Obviamente, estos compradores son la verdadera oportunidad del mercado.

Así que en lugar de encuestar a personas que estaban comprando casas nuevas, Wilson empezó a hablar con personas que estaban comprando casas viejas. Lo que el descubrió era obvio en retrospectiva, pero esto ha requerido del completo replanteamiento de su negocio. Específicamente, el encontró que muchos compradores de casas viejas detestaban el "factor-de-detalles" en la negociación de una casa nueva, los tiempos tan largos para que el trabajo se realice y poder mudarse, la inevitable lista de "para-hacerse-después" de haberse mudado, y las "opciones falsas" disponibles de los constructores quienes prometen casas al gusto y terminan instalando equipo standard de poco interés para los compradores.

Wilson pronto se dio cuenta de que eso era exactamente por lo que habían tenido que pasar sus clientes. En contraste, los clientes de casas viejas claramente podían ver lo que estaban comprando, y frecuentemente podían mudarse de inmediato. ¡Con razón estaba perdiendo el 78 % de sus clientes potenciales!

Para crear una experiencia libre de detalles fue necesario replantear cada paso del proceso. El recientemente ha abierto un centro de ventas de una sola parada donde el cliente puede ver y decidir sobre cada opción disponible en una casa (por ejemplo, las cuarenta variedades de tabique, las tres mil variedades de papel tapiz, o los cuatro estilos de oficina dentro de casa), hacer un diseño básico al gusto con la ayuda de un sistema Auto-Cad, seleccionar rasgos más allá del nivel standard (por ejemplo, alfombras extra gruesas), determinar el precio exacto, calcular la hipoteca, hacer los arreglos para el seguro y hacer los arreglos para las escrituras. Para los clientes quienes realmente tienen prisa esto puede hacerse durante una sola visita en el centro de ventas.

Para reducir el tiempo principal desde la firma del contrato hasta el momento de empezar todo de seis meses a treinta días, ha reorganizado sus procesos de elaboración de contratos y de su liberación para el contrato y está desarrollando un sistema de jalar el itinerario para los contratistas a quienes se les asignan nuevos trabajos a medida que los trabajos corriente abajo son completados. También está introduciendo declaraciones de trabajo estandarizado, listas de partes y juegos de herramientas para cada trabajo. Eventualmente, estos pasos eliminarán la lista para-hacerse-después porque el sistema nuevo no permite que se comience la nueva tarea hasta que la tarea anterior esté certificada como completada con una calidad perfecta.

Finalmente, Wilson ha creado un amplio rango de diseños básicos de casas con un estándar mínimo de construcción y le pide al cliente que especifique cualquier mejora en calidad de los materiales y sistemas (usando el sistema de diseño por computadora) a un diseño base seleccionado. Así que el cliente solo paga por lo que realmente él o ella sienta que realmente necesita.

El hacer todo esto no será nada fácil y esto lo veremos cuando veamos la parte que corresponde al flujo. En lugar de concentrarse en los mercados convencionales, y lo que él y sus contratistas estaban acostumbrados a hacer en forma convencional, Doyle Wilson ha observado mucho al **valor** como lo definen sus clientes y se fue por un camino nuevo.

¿Porqué es tan difícil comenzar en el sitio correcto, para definir el valor correctamente? En parte, porque la mayoría de los productores quieren hacer lo que ellos ya están haciendo, y en parte porque algunos clientes solo saben pedir una variante de lo que ya están recibiendo. Simplemente empiezan en el sitio equivocado y terminan en el sitio equivocado. Luego, cuando los proveedores o los clientes deciden replantear el valor, frecuentemente retroceden sobre fórmulas simples (costo más bajo, incrementar la variedad del producto a través de la personalización, envío instantáneo) en lugar de conjuntamente analizar el valor y de retar las definiciones antiguas para ver lo que realmente se necesita.

Mientras que Doyle Wilson Homebuilder y otras empresas necesitan estar buscando nuevas capacidades que fundamentalmente les permitirán crear el valor en dimensiones inimaginables, la mayoría de las empresas pueden substancialmente elevar las ventas inmediatamente si encuentran un mecanismo para re-plantear el valor de sus productos centrales para sus clientes.

4.1.1. Definición del valor en Términos del Producto Completo

Otra razón de que a las empresas se les haga difícil comprender bien el valor es que mientras que la creación del valor frecuentemente fluye a través de muchas empresas, cada una tiende a definir el valor de una manera diferente para ajustarla a sus propias necesidades. Cuando a estas definiciones tan diferentes se les suma, muy seguido no se encuentra el total correcto.

4.1.2. La Necesidad Crítica de las Empresas Esbeltas de Replantear el Valor

Si tomamos unos momentos para reflexionar sobre casi cualquier producto: un bien o un servicio; o lo más probable, una combinación de ambos, comenzaremos a ver la misma cuestión del modo apropiado para definirlos. El hacer esto por lo general requerirá que los productores hablen con los clientes sobre nuevas formas para que las muchas firmas en la corriente de valor hablen unas con otras de manera diferente.

Es vital que los productores acepten el reto de la re-definición, porque esto es frecuentemente la clave para encontrar nuevos clientes, y la habilidad de encontrar nuevos clientes y ventas rápidamente es crítico para el éxito del pensamiento esbelto. Esto es porque las organizaciones esbeltas siempre están liberando cantidades substanciales de recursos. Si es que van a defender a sus empleados y encontrar el mejor uso económico para sus activos a medida que van por un rumbo nuevo, necesitan encontrar más ventas ahora. El hecho de comenzar con una nueva especificación del valor frecuentemente puede proveer los medios. Luego, una vez que ha terminado el replanteamiento del valor (en lo que se podría llamar **kaikaku** por valor), las empresas esbeltas deben continuamente visitar la cuestión del valor con sus equipos del producto para preguntarse si realmente tienen la mejor respuesta. Esto es lo análogo de la especificación del valor del **kaizen** el cual busca continuamente mejorar el desarrollo del producto, la toma de pedidos, y las actividades de producción. Esto produce resultados estables a lo largo del camino hacia la perfección.

4.1.3. El Costo Meta

La tarea más importante en la especificación del valor, una vez que el producto está definido, es la de determinar un **costo meta** basado en la cantidad de recursos y esfuerzo que se requiere para producir un producto de especificaciones y capacidades dadas si y solo si todo el **muda** actualmente visible fuese removido del proceso. El hacer esto es la clave para eliminar el desperdicio.

Las empresas convencionales fijan el precio meta basados en lo que ellas creen que el mercado soportara. Luego trabajan hacia atrás para determinar los costos aceptables para asegurar un margen de ganancia aceptable. En cambio, las empresas esbeltas ven hacia los bultos actuales de precio y características que se les ofrecen a los consumidores por empresas convencionales y luego se preguntan cuanto costo pueden restarle por medio de la aplicación total de los métodos esbeltos. Y la pregunta obligada sería ¿cual es el costo libre de **muda** de este producto, ya que los pasos innecesarios sean removidos y se realice el flujo de valor? Este se convierte en el costo meta para las actividades de desarrollo, toma de pedidos, y actividades de producción necesarios para este producto.

Como la meta ciertamente será mucho más baja que los costos indicados por los competidores, la empresa ligera tiene opciones: reducir precios (otra manera de incrementar el volumen de ventas y de utilizar los recursos liberados); agregar características al producto (lo cual también deberá de incrementar las ventas); agregar servicios al producto físico para crear valor adicional al producto (y empleos); ampliar la red de distribución y de servicio (aumentando las ventas una vez más, aunque con una carga de tiempo); o tomar las ganancias para meter nuevos productos (lo cual aumentara las ventas a largo plazo).

Una vez que se fija el costo meta para un producto específico, se convierte en la lente para examinar cada paso en la corriente de valor para el desarrollo, la toma de pedidos y la producción (a esto último se le llama operaciones en el caso de un servicio, como seguro o transporte). El severo escrutinio de cada actividad a lo largo de la corriente de valor (preguntándonos si una actividad específica realmente crea algún valor para el cliente) se convierte en la clave para enfrentarse al costo meta tan agresivo.

4.2. La Corriente de Valor

Un excelente lugar para observar la corriente de valor es el pasillo de un supermercado, porque es aquí en donde miles de corrientes se vacían en los brazos del consumidor. El pasillo del supermercado no es solamente donde culmina el flujo del producto físico; a medida que es jalado hacia adelante por las decisiones del consumidor, sino también el proceso del desarrollo del producto a medida que nuevos productos son lanzados. Ciertamente, Taiichi Ohno encontró su punto de ventaja en el supermercado moderno tan estimulante que lo inspiró en 1950 a inventar un nuevo sistema de flujo al que ahora llamamos JIT (Justo a Tiempo).

En los últimos años se analizó la cadena británica Tesco (con su colaboración) y a varios de sus proveedores para revisar la corriente de valor para productos específicos en busca de **muda**. Para hacer esto, se ha hecho un mapa de cada paso: cada acción individual involucrada en el proceso de producción física y toma de pedidos para productos específicos.

El método está basado en una simple premisa. Así como las actividades que no se pueden medir no pueden manejarse apropiadamente, las actividades necesarias para hacer crear, hacer pedidos, y producir un producto específico que no puede identificarse de manera precisa, analizarse y vincularse, no puede retarse, mejorarse (o eliminarse de una vez), y eventualmente, perfeccionarse. La gran mayoría de la atención gerencial históricamente ha ido a manejar los agregados (procesos, departamentos, empresas), faltándole ver muchos productos a la vez. Pero lo que verdaderamente se necesita, es manejar las corrientes de valor completas para bienes y servicios específicos.

El objetivo principal en crear un mapa de la corriente de valor que identifique cada acción requerida en diseñar, pedir y hacer un producto específico, es para clasificar estas acciones en tres categorías:

- 1) Aquéllas que realmente crean valor, como lo percibe el consumidor;
- 2) Aquéllas que no crean ningún valor pero que son requeridas por el desarrollo del producto, como el llenar un pedido o los sistemas de producción (**muda** tipo 1) y que aun no pueden ser eliminados, y;
- 3) Aquéllas acciones que no crean valor como lo percibe el consumidor (**muda** tipo 2) y que pueden eliminarse inmediatamente. Una vez que este tercer grupo ha sido removido, el camino está libre para ponerse a trabajar en los pasos no creadores de valor que restan a través del uso del flujo, de jalar, y de técnicas de perfección descritas más adelante.

4.2.1. La Corriente de Valor Para una Caja de Refrescos de Cola

Para que este método quede claro es necesario describir el análisis de una corriente de valor típica. Usaremos un producto que se elige más o menos al azar en los pasillos de las bebidas en Tesco, una caja de cartón de ocho latas de refresco de cola. Anticiparemos comentar que lo que encontraremos será un conjunto largo de acciones que se extiende a lo largo de 300 días, la mayoría de las cuales consumen recursos pero no crean valor alguno y son por lo tanto, **muda**. De esto se desprende, que si viéramos a cualquiera de los otros 30 mil productos en la típica tienda Tesco, se produciría el mismo resultado. El ejemplo del refresco de cola no es ni mejor ni peor que el promedio de ellos.

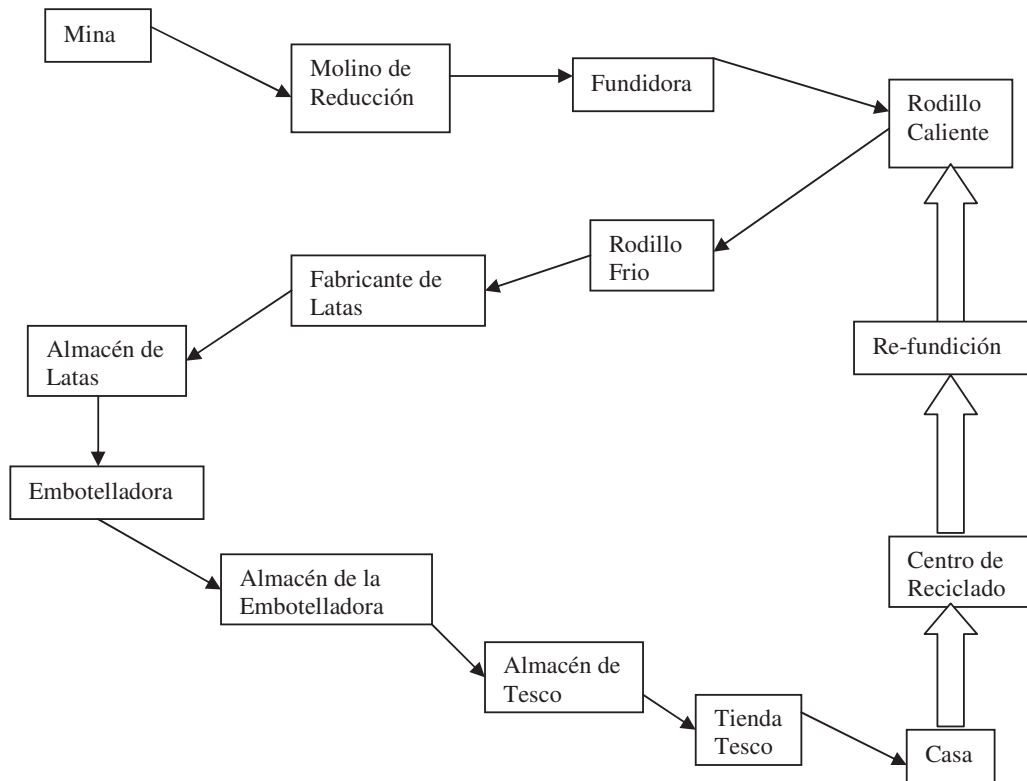
También se deberá tener en cuenta que todas las empresas involucradas a lo largo de la corriente de valor del refresco de cola son manejadas competentemente en términos del pensamiento de la producción en masa. El problema no es que los gerentes operantes sean competentes de acuerdo con una lógica acordada. El problema en si, es la lógica misma.

4.2.2. La Producción de Refresco de Cola

Hasta el río más poderoso tiene un modesto principio. Para el refresco de cola, este es, literalmente, agua que se provee en el Reino Unido por las Autoridades locales del Agua. Otros ingredientes básicos son la "esencia" (en lenguaje común, el sabor), utilizada en cantidades pequeñas y que se provee como un concentrado por la compañía matriz del refresco de cola; betabeles para el azúcar, maíz para el caramelo (para proveer el color y sabor adicional de "cola"), árboles de abeto para el cartón para hacer la caja, y bauxita o latas recicladas para crear el aluminio para la lata.

Como la lata y no la bebida es por mucho el aspecto más complejo de una caja de refresco de cola (y la que tiene el tiempo de producción mas largo) inicialmente se enfocará nuestro análisis sobre el flujo del aluminio para la lata, el tratamiento del azúcar, caramelos, esencias y cartones como tributarios que se unen mas lejos para confluir en la embotelladora.

Como se muestra en el mapa de la corriente de valor de la Figura 4.2.2.a., el primer paso es sacar de la bauxita de su mina en Australia. Aunque el mineral en bruto pudiese en principio sacarse en pequeñas cantidades de la mina y enviarse al siguiente paso a unos minutos de haber recibido un pedido, la maquinaria es verdaderamente masiva y el proceso real involucra el sacar toneladas de bauxita a un ritmo de acuerdo con una predicción de producción de largo plazo. La montaña de material en bruto es entonces transferido a camiones enormes para su envío a un molino de reducción química cercano, donde la bauxita es reducida a alúmina pulverizada.

Figura 4.2.2.a LA CORRIENTE DE VALOR PARA LATAS DE REFRESCO DE COLA

Este proceso, que puede revertir cuatro toneladas de bauxita en dos toneladas de alúmina, requiere de unos treinta minutos. Cuando se acumula suficiente alúmina como para llenar un carguero de mineral en bruto ultra grande (unas dos semanas; aproximadamente 500 mil toneladas) o suficiente para 10 millones de latas, se envía por mar (un viaje de cuatro semanas), a Noruega o Suecia, países con energía hidroeléctrica barata para fundir.

Después de una espera de dos meses en la fundidora, la aplicación de una enorme cantidad de energía (veinte veces la necesaria para derretir y reciclar latas viejas), reduce dos toneladas de alúmina a una tonelada de aluminio en unas dos horas. Una vez más, la escala al fundir dicta que grandes cantidades de aluminio pueden crearse en cada lote, con el aluminio derretido vaciado en docenas de lingotes de un metro de cada lado y diez metros de largo. Estos luego son cuidadosamente enfriados y almacenados durante unas dos semanas antes de su envío por camión, bote y camión a un molino de rodillos calientes en Alemania o Suecia.

Después de unas dos semanas de almacenaje en el molino de rodillo caliente, el lingote se calienta a unos 500 grados centígrados y se pasa debajo de rodillos pesados tres veces para

reducir el grosor de un metro a tres milímetros. El proceso de los rodillos en si toma un minuto, pero la maquinaria es extremadamente compleja para poderla cambiar de una especificación de producción a otra, así que la gerencia ha determinado que es mejor esperar ahí hasta que haya pedidos en mano para una gran cantidad de material de una especificación dada y luego procesar todos estos pedidos al mismo tiempo. Cuando esto se hace para la especificación del aluminio necesario para latas de refresco de cola, la hoja de aluminio que emerge del molino de rodillos se enrolla para formar una espiral de diez toneladas y se lleva a un área de almacenaje, donde se guarda por unas cuatro semanas.

Cuando se le necesita para el siguiente paso, se toma el espiral del almacén y se envía en camión a un molino de rodillos fríos, ya sea en Alemania o en Suecia, donde se le almacena por otras dos semanas. Pasar la hoja de aluminio por rodillos fríos (a 2100 pies de hoja de aluminio por minuto: unas 25 millas por hora) aplana la hoja de aluminio de 3 milímetros a 0.3 milímetro, el grosor requerido por fabricantes de latas. Como el equipo del rodillo en frío también es extremadamente costoso y difícil de cambiar para el siguiente producto, los gerentes de los molinos de rodillos en frío también han encontrado que es muy económico el acumular pedidos para los productos de una especificación dada y hacerlos todos al mismo tiempo. La hoja delgada que emerge del rodillo en frío se corta luego en anchuras más delgadas, se le enrolla en espiral de diez toneladas y se le almacena en promedio por un mes.

Cuando se necesitan para la fabricación de latas, los espirales de aluminio son enviados en camión, por mar, y una vez más por camión al fabricante de latas en Inglaterra, donde los espirales son descargados y almacenados una vez más, por dos semanas. Cuando se necesitan, los espirales son tomados del almacén y llevados a la maquinaria fabricante de latas y se pasan por una máquina perforadora, la cual perfora discos circulares de la hoja de aluminio a una tasa de 4000 por minuto. Los discos son alimentados automáticamente a otras maquinas, las cuáles perforan el disco tres veces en sucesión para crear una lata sin tapa, a una tasa de 300 latas por minuto por máquina. (Trece máquinas formadoras están corriente abajo por cada máquina perforadora.)

Desde las máquinas formadoras, las latas viajan por banda a través de una lavadora, una secadora, y una cabina de pintura que aplica una capa base y luego una capa superior que consiste en el esquema de color del refresco de cola además de información para el consumidor en diferentes idiomas y mensajes promocionales variados. Las latas viajan luego a través del laqueado, el paso para formar el cuello y su unión (para preparar las latas para recibir sus tapas después del llenado), aplicación de aerosol en el fondo y los lados (para prevenir la decoloración y que cualquier sabor de aluminio llegue al refresco de cola), y sigue la inspección final.

La maquinaria fabricante de latas recién descrita (que realmente es una sola maquina grande interconectada) es una maravilla técnica capaz de convertir una hoja de aluminio en una lata pintada y terminada (sin intervención humana) en menos de diez segundos en tiempo de

proceso real. Sin embargo, también es extremadamente costoso cambiarla de un tipo de lata a la siguiente, y de un esquema de pintura al siguiente, así que la gerencia trata de producir grandes lotes de cada tipo. Desde el punto de vista del fabricante de latas, este es claramente el enfoque más económico, y también encaja con la práctica de la fundidora, del rodillo caliente, y del rodillo frío de procesar tipos específicos de aluminio en grandes lotes.

Después de la inspección, las latas siguen a una máquina cargadora automática, la cual carga las latas vacías sobre plataformas, 8000 en cada plataforma y las envía a un almacén enorme para almacenarlas hasta que se necesiten, normalmente cuatro semanas. En el almacén, se les guarda por el tipo de lata, porque la firma embotelladora que eventualmente hace el llenado de las latas necesita una variedad de ellas con diferentes etiquetas para bebidas además de refresco clásico de cola (por ejemplo, cola de dieta, cola libre de cafeína, cola de sabor cereza). Y hasta para refresco clásico de cola, la embotelladora debe apoyar muchas configuraciones de empaque y campañas promocionales diferentes. Cada paquete y diferentes campañas de mercado requieren que diferente información sea impresa en las latas.

Del almacén del fabricante de latas, las latas se transportan en camión al almacén de la embotelladora, donde una vez más son almacenadas, aunque por esta vez, solo por unos cuatro días. Luego se bajan de su plataforma y se cargan en máquinas llenadoras enormes, donde se les lava y se les llena. Es en este punto donde convergen las mayores corrientes tributarias en un tanque enorme adjunto a la máquina llenadora.

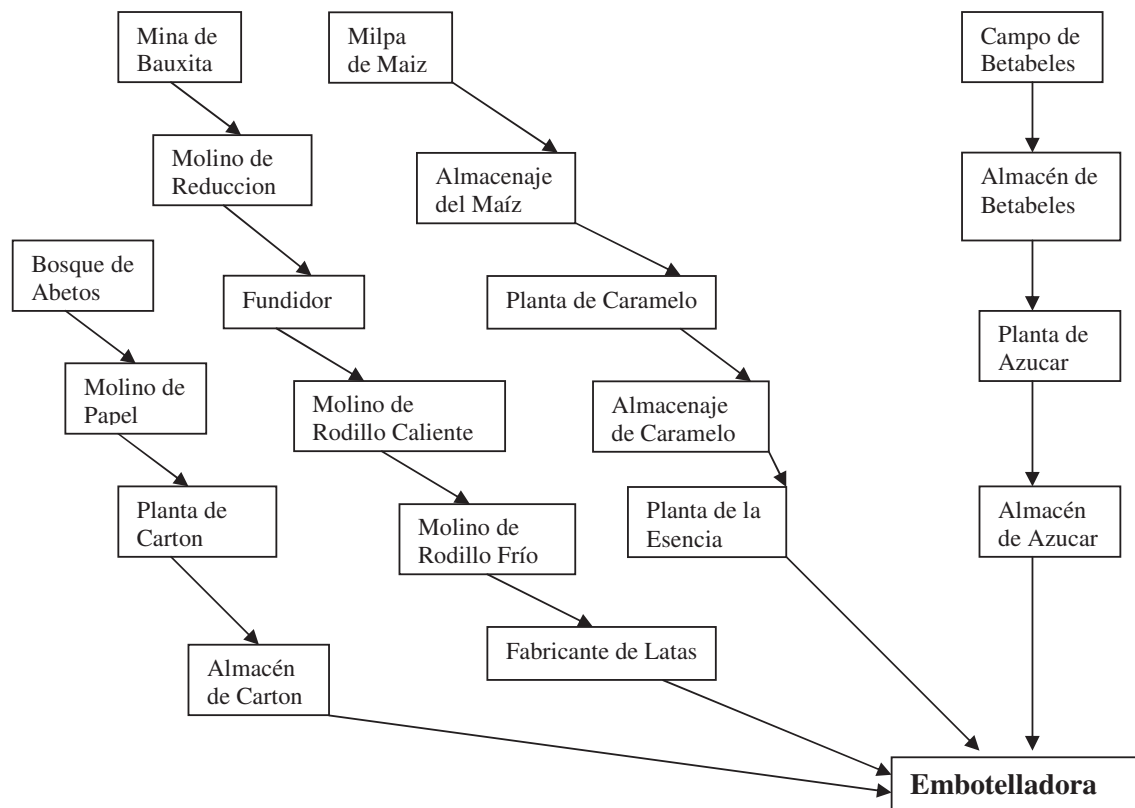
En este paso se mezclan cuidadosamente agua, caramelos, azúcar y esencia y se agrega el dióxido de carbono (el gas) para crear el refresco de cola. (La Figura 3.2.2.b muestra la confluencia de las corriente de valor para crear el refresco de cola.) Las corrientes de valor para estos artículos también requieren un análisis detallado por Tesco, la embotelladora, y sus proveedores, pero el método para la corriente de valor se ilustra mejor cuando se sigue la corriente más larga.

Después de que el refresco de cola es vaciado a las latas (a una tasa de 1500 latas por minuto), las latas son selladas con un fondo de aluminio que contiene el conocido "anillo" para abrirlas, suministrado a través de un proceso muy similar pero separado por el fabricante de latas. Luego a las latas se les estampa la fecha y son empacadas en cajas que varían en número de latas, ocho en nuestro caso. Cada caja de cartón tiene su propio esquema de pintura e información promocional.

El proceso de mezclado y llenado, el cual une a todas las corrientes tributarias de valor, requiere de solo un minuto para proceder de lavado a empacado, pero si es costoso y consume tiempo para hacer el cambio. Además, llenar con refresco de cola algunas latas y luego un refresco claro en las siguientes requiere de purgar todo el sistema de llenado, así que la embotelladora ha encontrado que es muy económico trabajar en grandes lotes cada tipo de bebida a través de su complejo equipo.

Al final de la línea de llenado/empaque, las cajas son cargadas a las plataformas, se les envuelve en plástico estirable, y son llevadas al almacén central de la embotelladora que da servicio a todos los consumidores en el Reino Unido. El tiempo de almacenaje para estas plataformas es unas 5 semanas.

Figura 4.2.2.b. CONFLUENCIA DE LAS CORRIENTES DE VALOR PARA REFRESCO DE COLA



En la bodega, las plataformas son sorteadas y colocadas en áreas designadas por su tipo (un proceso llamado "stocking"). Luego son escogidas y cargadas a uno de los camiones de la embotelladora para su transporte a uno de los almacenes regionales de distribución de Tesco que están por todo el Reino Unido.

Una vez que están en el camión de Tesco, las cosas se mueven mucho más aprisa. Las plataformas que van llegando son almacenadas por unos tres días antes de tomar las cajas de ellas y colocarlas en contenedores que durante la noche van a cada tienda. Una vez que están en la tienda de menudeo, los contenedores son tomados del área de recibo a una área de bodega en la parte de atrás, o directamente a los estantes, y el refresco de cola se vende en unos 2 días.

Cuando se lleva el refresco de cola a casa, típicamente se le almacena una vez más, cuando menos por unos días, quizá en una alacena si el consumidor ha comprado varias cajas para aprovechar alguna oferta promocional especial. Luego se enfría, y finalmente se consume. El último paso normalmente toma unos 5 minutos, después de estar casi un año en la corriente de valor.

Un paso importante, que también se muestra en la Figura 4.2.2.a, es reciclar la lata para reintroducirla al proceso de producción en la fase de fundición. En la actualidad, solo el 16 % de las latas de aluminio son recicladas en el Reino Unido (y enviadas de regreso a Noruega), pero el porcentaje se está elevando. Si el porcentaje de las latas recicladas se elevara hacia el 100 %, podrían emerger importantes posibilidades para toda la corriente de valor. Mini-fundidoras con mini-molinos de rodillos integrados pudieran localizarse cerca de los fabricantes de latas en Inglaterra, eliminando rápidamente la mayor parte del tiempo, del almacenaje y de las distancias involucradas hoy en día en los pasos previos al fabricante de latas. (Estas actividades pasarían de ser **muda** Tipo 2 a **muda** Tipo 3: que puede ser eliminada por completo y de inmediato.) La lenta aceptación del reciclaje seguramente se debe en parte a la falla para analizar costos en el sistema completo en lugar de solamente el paso aislado del reciclaje.

Cuando se expone de esta manera, acción por acción, es posible ver cada paso para un producto específico, la corriente de valor para una producción física nos pone a pensar. Primero, como se muestra en la Tabla 4.2.2.a, la cantidad de tiempo cuando realmente se está creando valor (3 horas) es infinitesimal en relación al tiempo total (319 días) desde la bauxita hasta el recipiente del reciclaje. Más del 99 % del tiempo la corriente de valor no está fluyendo para nada: el **muda** de la espera. En segundo lugar, la lata y el aluminio de que esta hecha son levantadas y dejadas treinta veces. Desde el punto de vista del consumidor, nada de esto le agrega algún valor: el **muda** del transporte. Similarmente el aluminio y las latas se mueven a través de catorce bodegas y almacenes, la mayoría de ellas muy grandes, y a las latas se les coloca en plataformas cuatro veces: el **muda** de los inventarios y procesamiento excesivo. Finalmente, un 24 % del costoso aluminio de energía intensa que sale de la fundidora nunca llega al consumidor: el **muda** de los defectos (que causa el desperdicio).

4.2.3. LA CAUSA DEL MUDA

La forma más sencilla de pensar acerca de esta situación es que una lata de refresco es muy pequeña y el refresco de cola se consume por el consumidor individual en pequeñas cantidades. Sin embargo, todo el aparato usado para hacer el refresco de cola y llevarlo hasta el consumidor es muy grande, muy difícil de cambiar de un tipo a otro y está diseñado para operar eficientemente a grandes velocidades. Los barcos, los almacenes y máquinas de procesamiento que se han descrito son verdaderamente masivos y se puede ver que el objetivo primario de los técnicos de la industria de las bebidas ha sido de subir de escala y de velocidad este equipo mientras que se elimina trabajo directo, en una clásica aplicación de las ideas de producción en masa.

Tabla 4.2.2.a. LA CORRIENTE DE VALOR DE UNA CAJA DE REFRESCO DE COLA

	ALMACE- NAJE ENTRANTE *	TIEMPO DE PROCESAMIENT O	ALMACE- NAJE TERMINAD O	TASA DE PROCES O	DIAS ACUM.	DESPERDICI O ACUM. ♦
MINA	0	20 MIN.	2 SEMANAS	1000 T/hr.	319	0
MOLINO DE REDUCCIO N	2 SEMANAS	30 MIN.	2 SEMANAS	–	305	0
FUNDIDOR A	3 MESES	2 HORAS	2 SEMANAS	–	277	2
MOLINO DE RODILLO CALIENTE	2 SEMANAS	1 MIN.	4 SEMANAS	10 ft/min.	173	4
MOLINO DE RODILLO FRIO	2 SEMANAS	< 1 MIN.	4 SEMANAS	2100 ft/ m.	131	6
FABRICANT E DE LATAS	2 SEMANAS	1 MIN.	4 SEMANAS	2000 / m.	89	20
EMBOTELL A- DORA	4 DIAS	1 MIN.	5 SEMANAS	1500 / m.	47	24
TESCO CRD	0	0	3 DIAS	–	8	24
TESCO TIENDA	0	0	2 DIAS	–	5	24
ALMACEN A-JE EN CASA	3 DIAS	5 MIN.	–	–	3	(90)
TOTALES	5 MESES	3 HORAS	6 MESES		319	24

* Incluye el tiempo de transporte del paso anterior.

◆ El desperdicio acumulado es el porcentaje del desperdicio de aluminio original. El salto en el desperdicio con el fabricante se debe a la pérdida de aproximadamente 14 por ciento del material en la máquina perforadora. La pérdida con la embotelladora es principalmente de latas dañadas rechazadas a medida que son cargadas en la máquina llenadora. Como a las latas se les almacena vacías sin presión interior, son fáciles de dañar al estarlas manejando.

El salto en la tasa de desperdicio en casa del consumidor, mostrada en corchetes, es la consecuencia de reciclar sólo 16 por ciento del 76 por ciento del aluminio original que alcanza al consumidor.

Sin embargo, lo que aparenta ser eficiente a compañías individuales a lo largo de la corriente de valor: por ejemplo, la compra de una de las máquinas fabricadoras de latas más rápidas del mundo, operando a 1500 latas por minuto, para dar un rendimiento del costo de llenado de latas más bajo del mundo, puede estar lejos de ser eficiente cuando se incluye el trabajo indirecto (para apoyo técnico), inventarios corriente arriba y corriente abajo, cargos por manejo y costos de almacenaje. Ciertamente, esta máquina puede ser mucho más costosa que una máquina mucho más simple, más pequeña y más lenta para fabricar justo lo que la siguiente empresa corriente abajo necesita (en este caso, Tesco) y producirlo inmediatamente sobre el recibo del pedido en lugar de enviarlo desde un gran inventario.

Por el momento, solo se enfatizará el salto crítico al adherirse al pensamiento de la corriente de valor: dejar de ver actividades agregadas y máquinas aisladas (la fundidora, el molino de rodillos, el almacén y la máquina llenadora de latas). Empezar a ver todas las acciones específicas requeridas para producir productos específicos para ver como interactúan uno con el otro. Luego empezar a retar aquellas acciones las cuales por sí solas y en combinación realmente no crean u optimizan el valor para el consumidor.

Si toma 319 días para llevar el refresco de cola desde la bauxita hasta Tesco (y un tiempo parecido para sacar provecho de la mayoría de los otros artículos a lo largo de los pasillos de Tesco), existe un claro problema cuando se hace el pedido. Una de dos, o los pedidos deberán ser completamente uniformes a través del tiempo para que todos los productores a lo largo de la corriente puedan operar itinerarios estables con poco inventario; o los productores corriente arriba deberán aprender a vivir con escasez de los productos. Ninguna de las dos opciones anteriores es deseable porque ambas crean **muda**.

De hecho, se analizó a Tesco, porque esta empresa ha hecho notable progreso en años recientes en hacer eficiente su propio sistema de pedidos, para evitar estas opciones. Dramáticamente ha reducido los "fuera de stock" (una situación en la que la tienda no tiene lo que el cliente quiere), mientras que también ha reducido sus propios inventarios de tienda y almacén por más de la mitad. Como Tesco ya era uno de los abarroteros más eficientes en el mundo cuando empezó este proceso, aparentemente sus inventarios recientes solo son la mitad del promedio en el Reino Unido, un cuarto del promedio europeo, y un octavo del promedio norteamericano.

Sin embargo, Tesco recientemente se ha dado cuenta de que para ir aún más lejos en la reducción de inventarios, fueros de stock y costos sobre una base de sistema total (donde mas del 85 % de los costos de un producto típico como refresco de cola están fuera del control corporal de Tesco), necesitara mejorar la exactitud de respuesta y pedidos todo el camino hacia arriba de su corriente de valor, topándose con siete empresas en este caso particular.

Para entender el porque Tesco llegó a esta conclusión, veamos su sistema actual de toma de pedidos, el cual probablemente es el mas avanzado del mundo. Tesco instalo un sistema de código de barras de Punto-de-Venta (PdV) en los carriles de salida de todas sus tiendas a mediados de los ochenta. Esto permitió que cada tienda pudiera mantener un "inventario perpetuo" de exactamente cuanto de cada artículo tenia disponible y para hacer pedidos mas precisos a sus proveedores. Esto fue porque cada vez que un consumidor en el pasillo tomaba un cartón de refresco de cola y pasaba por la salida, el sistema notaba este hecho conjuntamente con la tasa reciente de ventas y del número de cajas remanentes. Pedidos de reabastecimiento podían ser automáticamente generados.

Unos cuantos años mas tarde, Tesco transfirió la toma de decisiones sobre lo que cada tienda compraría, que fue desde el gerente de la tienda, quien había estado haciendo sus pedidos a cada proveedor, a un sistema centralizado donde Tesco hacia pedidos combinados de todas sus tiendas a los proveedores. Al mismo tiempo abrió una docena de Centros Regionales de Distribución (CRD) en Inglaterra para que proveedores de más del 95 % de todo el volumen de ventas (siendo las excepciones leche, azúcar y pan) lo enviaran al CRD en lugar de a la tienda. En lugar de mandar un camión chico, parcialmente cargado a cada tienda, cada proveedor podría mandar un camión grande a cada CRD y Tesco podría mandar otro camión grande a cada tienda de menudeo cada noche.

En 1989, Tesco dio un paso revolucionario en la industria de los abarrotes, moviéndose hacia los pedidos diarios (en lugar de semanal o hasta mensualmente) para todos los productos frescos y para muchos artículos de "larga vida en los estantes". Hoy en día, cuando cada tienda toma su inventario al final de cada día, el sistema de pedidos de Tesco calcula la cantidad necesaria para restaurar stocks normales además de cualquier demanda que sea causada por el día de la semana, la época del año, el clima, o una promoción de ventas. Después de una rápida revisión por el gerente de la tienda, para revisar si hay algunos errores en las suposiciones, se despacha esta información a la computadora central de Tesco. Ahí los requerimientos de todas las tiendas en cada región son acumulados y los pedidos son despachados electrónicamente a cada proveedor durante la noche. A los proveedores se les da una hora específica (dentro de 15 minutos) en un día específico para tener una cantidad precisa de bienes enviados a un muelle específico de recibo en cada CRD.

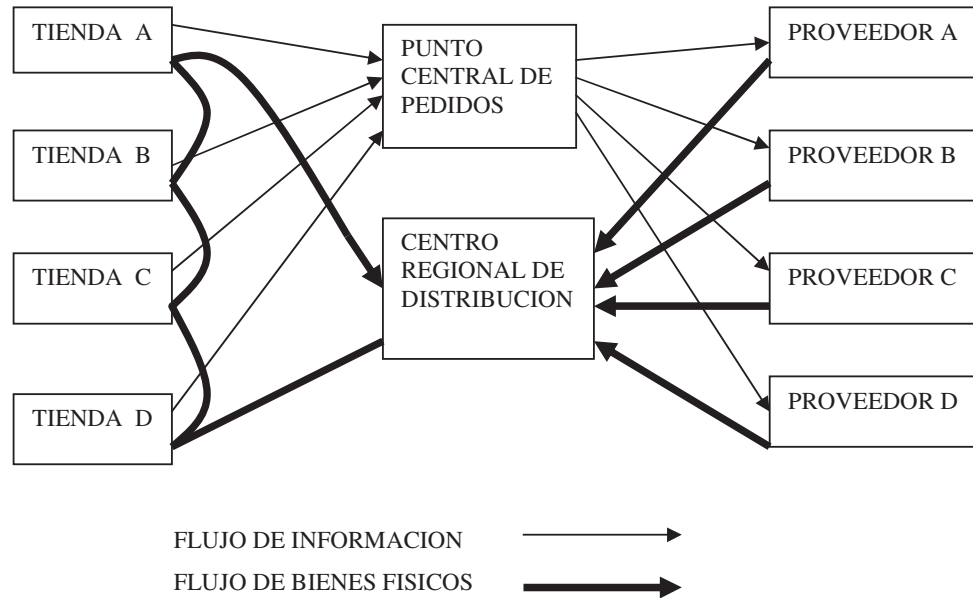
Cuando los bienes llegan al CRD, son enviados a un área en el piso asignado a cada tienda y consolidados como una carga a ser llevada esa noche del CRD a la tienda, llegando

temprano por la mañana. Así, los pedidos que hace cada tienda Tesco el lunes por la noche, resultan en bienes reabastecidos por los proveedores que llegan a cada tienda antes de que abra el miércoles por la mañana, creando efectivamente un sistema continuo de reabastecimiento de 24 horas. (El sistema de reabastecimiento se muestra en la Figura 4.2.2.c.)

Como resultado de este sistema de reabastecimiento diario, Tesco ha aumentado el "nivel de servicio" a sus tiendas de menudeo (el porcentaje de envíos del proveedor, los cuales llegan exactamente a tiempo, en buenas condiciones y en la cantidad exactamente correcta) del 92 al 98.5 %. Al mismo tiempo, los stocks disponibles del artículo promedio (en las tiendas de menudeo mas los CRD) cayeron de 21 a 12.8 días. Para los productos que se "mueven rápido", como el refresco de cola, que dan cuenta de mas de la mitad de las ventas de Tesco, sus inventarios en el CRD y de la tienda de menudeo combinados son ahora solamente de 3 a 5 días.

Sin embargo, a medida que Tesco hacia esto, aprendieron los limites de lo que puede lograrse por una sola empresa. Específicamente, proveedores de primera línea como sus embotelladoras han estado satisfaciendo los pedidos de Tesco durante la noche, justo-a-tiempo, pero de inventarios masivos de productos terminados. Sus métodos de producción, (con máquinas de alta velocidad, prolongados tiempos para hacer cambios, y lotes grandes) no les han dado una opción real. Mientras tanto, las empresas más arriba de la corriente de valor de la embotelladora, que también usan maquinas masivas de alta velocidad con largos tiempos de cambio para producir lotes grandes, aun no han dado el paso de enviar justo-a-tiempo desde los inventarios de productos terminados. Como la embotelladora no puede recibir una rápida respuesta de sus proveedores corriente arriba a los niveles cambiantes de la demanda, continua pidiendo grandes lotes de productos a intervalos semanales, mensuales, o hasta trimestrales (en el caso de algunas materias primas).

FIGURA 4.2.2.c. SISTEMA DE REABASTECIMIENTO DE TESCO



Si Tesco quiere encoger los costos y mejorar la confiabilidad del 85 % de la corriente de valor que no controla de manera directa, es obvio que las empresas corriente arriba deben de manera colectiva replantear sus métodos de operación, y así es como Tesco y el Centro de Investigación de la Empresa Ligera (Lean Enterprise Research Centre) unieron sus fuerzas. Mientras esta todavía en las etapas tempranas, el proceso de conducir conjuntamente el análisis recién descrito deberá cambiar gradualmente a Tesco, a la embotelladora, al fabricante de latas, al rodillo frío, al rodillo caliente, a la fundidora, y a la minera de bauxita de siete adversarios aislados a un equipo de colaboradores, y ciertamente a una **empresa ligera**.

El elemento final en la historia del refresco de cola es la corriente de valor para el producto desarrollado. Históricamente, el negocio de los abarrotes los proveedores de primera línea como la embotelladora o el proveedor de productos de marca han sido responsables por el gran bulto de innovaciones de productos y de introducciones. Aun un solo esfuerzo pequeño para enlistar las actividades en la corriente de valor que culmina en el lanzamiento de un nuevo producto levanta muchas preguntas.

Típicamente, una empresa como la embotelladora esta buscando nuevos productos para defender su parte actual del mercado, para ampliar su enfoque de ofrecimientos (y justificar mas espacio en los estantes de Tesco), y para sustituir productos con márgenes mas altos como el

refresco de cola, en lugar de productos viejos que duran mucho en salir. En la industria, el ciclo típico de desarrollo del producto es como de un año y consiste en un número de clínicas del producto seguidas por pruebas mas largas del producto culminando con la decision de un lanzamiento de escala completa.

Aunque los pasos reales que están involucrados son muy sencillos y típicamente involucran muy poca "investigación y desarrollo" real, son conducidos secuencialmente, para que si uno ve hacia abajo el concepto de un producto desde el punto de vista de un pájaro, es rápidamente aparente que durante la mayor parte del periodo de desarrollo el concepto esta estacionario, esperando retroalimentación del grupo que conduce las clínicas sobre todos los productos de la empresa o esperando su lugar en la programación del departamento que conduce pruebas de mercado a pequeña escala para todos los productos. Luego, cuando la decision para lanzar se toma, hay mas espera mientras el sistema de producción se adapta para aceptar el nuevo producto, los materiales nuevos de empaque son desarrollados, y la campaña de mercadeo se planea.

El resultado final de este sistema es que los nuevos productos; los cuales son solamente "nuevos" en el sentido de haber reformulado los ingredientes (por ejemplo, refrescos de cola libres de cafeína, y la de sabor cereza), cuestan un promedio de \$15 millones para lanzar (la mitad de esto va a publicidad) y ... normalmente fracasan en el mercado.

El resultado para Tesco en grandes cantidades de espacio de estantería ocupada con "nuevos" productos que no se venden y que son lanzados al mismo tiempo en las tiendas de sus competidores directos. La pregunta obvia es: ¿Cómo puede tomarse un año de tiempo de desarrollo y un gasto de \$15 millones para introducir un producto "nuevo" que no es nuevo y que nadie quiere?

Simplemente el reducir el tiempo y gasto, aunque es altamente deseable, no será suficiente para tener mucho efecto en esta corriente de valor, así que Tesco ha comenzado a replantear el proceso de desarrollo del producto sobre un nivel más fundamental en términos del valor. Quizá, así como los pasos individuales en la corriente de valor son incomprensibles aislados por sí solos, los consumidores realmente no quieren ir de compras por artículos aislados. ¿Sería quizá mejor para Tesco y su embotelladora emprender conjuntamente el desarrollo del complemento completo de bebidas necesarias para mantener contentos a los clientes de Tesco, y para que Tesco desarrolle relaciones de mas largo plazo con sus consumidores para que ellos no sean unos extraños? Hacia este respecto, Tesco recientemente ha lanzado un programa del cliente-frecuente que reúna datos del patrón de compras sobre cada

cliente regular y debe permitir una corriente de valor más coherente en el desarrollo del producto.

4.2.4. Aplicando el Análisis de la Corriente de Valor

Habiendo visto los pasos específicos involucrados en la corriente de valor para un producto específico, estamos listos para analizarlos. En el caso del refresco de cola, a diferencia del ejemplo de Pratt & Whitney, no se ve paso alguno de la tercera categoría, los cuales pueden ser eliminados inmediatamente porque simplemente sean redundantes. En lugar de ello, se ve una gran cantidad de pasos de la segunda categoría. Claramente no agregan ningún valor (son **muda**) y por lo tanto se convierten en blancos para ser eliminados por la aplicación de técnicas esbeltas.

Nótese que al hacer el análisis no se está "benchmarking" (comparando la corriente de valor de Tesco con la de sus competidores). Realmente, en este punto, sentimos que el "benchmarking" es una pérdida de tiempo para todos los gerentes que entienden el pensamiento esbelto.

Los "benchmarkers" esbeltos quienes descubren que su rendimiento es superior al de sus competidores tienen una tendencia natural a relajarse, mientras que los productores en masa que descubren que su rendimiento es inferior con frecuencia se les dificulta entender exactamente por qué (por ejemplo, General Motors y Volkswagen en los ochenta). Tienden a distraerse por diferencias fáciles de medir o imposibles de igualar en los factores de costo, escala, o hasta cultura cuando las diferencias verdaderamente importantes están en las formas más difíciles de ver de como son organizadas las actividades creadoras de valor.

El mejor consejo a las empresas de hoy es muy simple: olvídense de sus competidores. Compitan por la **perfección** identificando todas las actividades que son **muda** y eliminándolas. Esto es una norma absoluta y no relativa la cual puede considerarse como su guía esencial para cualquier organización. (En su aplicación más espectacular, ha mantenido a Toyota como líder por 40 años.) Sin embargo, para poner a trabajar estos consejos, se deberá ser muy diestro en las técnicas claves para la eliminación del **muda**. Todo empieza con el flujo.

4.3. EL FLUJO

¿Qué pasa cuando vas al doctor? Normalmente, se hace una cita con algunos días de anticipación, luego llegas a la hora señalada y te sientas en una sala de espera. Cuando el doctor te recibe, (normalmente con atraso) él o ella hace un diagnóstico acerca del problema que te aqueja. Luego se te orienta hacia el especialista apropiado, normalmente se te da una cita para otro día, y te tienes que esperar en otra sala de espera. Tu especialista necesitara hacer unos análisis utilizando equipo de laboratorio grande y especializado y esto requerirá de otra espera y una cita mas para revisar los resultados. Luego, si el problema ya esta claro, llega la hora del tratamiento adecuado, que involucre quizá un viaje a la farmacia (y otra espera), quizá un viaje de regreso al especialista para un procedimiento complicado (completo con la espera). Si tienes mala suerte y requieres de hospitalización, entras a todo un mundo de funciones especializadas, procesos desconectados, y más espera.

Si tomas un momento para reflexionar sobre tu experiencia, descubres que la cantidad de tiempo que realmente pasaste en tu tratamiento realmente fue una pequeña fracción del total que duraste yendo a través de todo el "proceso". La mayoría del tiempo estuviste sentado y esperando (claramente "paciente" es la palabra correcta), o moviéndote hacia el siguiente paso en el diagnostico y tratamiento. Soportas todo esto porque se te ha dicho que todo este ajeteo y el ponerse en manos de extraños es el precio de la "eficiencia" en recibir el cuidado de más alta calidad.

El cuidado de la salud, el hacer viajes, y algunos otros son llamados "servicios personales", en contraste con "productos" como por ejemplo videocaseteras, lavadoras, y las bebidas de Tesco. Realmente, la mayor diferencia es que en los casos del cuidado de la salud y de los viajes, a ti se te está brindando el servicio (eres necesariamente parte del proceso de producción). Con bienes, en contraste, tú estas al final del proceso, al parecer fuera del alcance de todo daño. Sin embargo, no hay escapatoria de las consecuencias de como se hace el trabajo aunque no estés directamente involucrado.

Pondremos como ejemplo una casa familiar. Si tú vas a la constructora y luego al sitio de construcción y tomas asiento para ver la acción, en su mayoría, notarás inacción. Por ejemplo, cuando Doyle Wilson empezó a medir lo que ocurría en su oficina y luego en el sitio de trabajo como parte de su esfuerzo de ACT (administración de calidad total), descubrió que cinco sextos del itinerario típico de construcción para una casa estaban ocupados con dos actividades: *la espera* para el siguiente equipo de especialistas (arquitectos, estimadores de los costos, arquitectos de paisaje, techadores, plomeros electricistas, dibujantes, etc.) para agendar un determinado trabajo en sus complejos itinerarios. Y *el retrabajo* para romper y corregir el trabajo recién hecho que estaba o incorrecto desde un punto de vista técnico o que fallaba en satisfacer las necesidades y expectativas del comprador de la casa.

Como el comprador al final del proceso, tu pagas por toda la espera y el retrabajo que se hace, pero es un producto por pedido y a tu gusto y como has oído peores historias de tus amigos acerca de peores problemas con sus casas, tiendas a aceptar al sistema predominante y sus problemas como inevitables e inherentes a la naturaleza de la actividad.

De hecho, todas estas actividades (la creación, el hacer el pedido, y el proveer cualquier bien o servicio) pueden hacerse para fluir. Y cuando nos ponemos a pensar en una forma para alinear todos los pasos esenciales necesarios para hacer un trabajo en un flujo continuo y estable, con ningún movimiento gastado, sin interrupciones, sin batches, y sin filas de espera, esto lo cambiaría todo: la manera como trabajamos juntos, los tipos de herramientas que usamos para ayudar nuestro trabajo, las organizaciones que creamos para facilitar el flujo, los tipos de carreras que buscamos, la naturaleza de las empresas (incluyendo proveedores de servicios no lucrativos) y sus vínculos unos con otros y con la sociedad.

El aplicar el flujo al rango total de las actividades humanas no será sencillo ni automático. Para empezar, es difícil para la mayoría de los gerentes inclusive ver el flujo del valor y, asimismo, atrapar el valor del flujo. Luego, ya que los gerentes empiezan a ver, muchos problemas prácticos se tienen que resolver para totalmente introducir y sostener el flujo. Sin embargo, si se insiste en que los principios del flujo pueden aplicarse a cualquier actividad y que las consecuencias son siempre dramáticas. Ciertamente, la cantidad de esfuerzo humano, tiempo, espacio, herramientas, e inventarios necesarios para diseñar y proveer un servicio dado pueden típicamente *cortarse a la mitad* muy rápidamente, y un progreso estable puede mantenerse desde este punto hacia adelante para nuevamente dentro de unos años cortar a la mitad todo lo que entra.

4.3.1. Las Técnicas del Flujo

El primer paso para hacer que el valor fluya, es que una vez que el valor ha sido definido y la corriente de valor entera ha sido identificada, es enfocarse en el objeto -el diseño específico, el pedido específico, y el producto mismo (una "cura", un viaje, una casa o una bicicleta)- y nunca dejarlo fuera de vista desde el principio hasta su terminación. El segundo paso, que hace posible al primero, es el de ignorar los límites tradicionales de los trabajos, carreras, funciones (frecuentemente organizados en departamentos), y empresas para formar una empresa ligera quitando todos los impedimentos al flujo continuo del producto específico o familia de productos. El tercer paso es el de replantear prácticas de trabajos específicos y herramientas para eliminar los flujos regresivos, desperdicio y paros de todo tipo para que el diseño, pedido, y la producción del producto específico puedan ser procesados continuamente.

De hecho, estos tres pasos deben darse juntos. La mayoría de los gerentes se imaginan que los requerimientos de la eficiencia dictan que los diseños, los pedidos, y los productos pasan

a través del sistema y que la buena administración consiste en evitar las variantes en el desempeño del sistema complejo que maneja una gran variedad de productos. La necesidad real es deshacerse del sistema y empezar de nuevo, sobre una nueva base. Para hacer este enfoque claro y específico, se tomara como un ejemplo concreto el diseño, el pedido, y la producción de una bicicleta.

Se tomó este ejemplo en parte porque la bicicleta en si es sencilla. Finalmente, también se decidió analizar la manufactura de las bicicletas porque es una industria profundamente desintegrada, con la mayoría de las empresas de ensamblador final que hacen solamente el marco mientras que compran los componentes (las llantas, los frenos, las velocidades, los asientos, los manubrios, mas la materia prima en la forma de tubo para el marco) de una larga lista de compañías proveedoras, la mayoría más grandes que los mismos ensambladores finales. Los problemas de la integración de la corriente de valor están presentes en abundancia.

4.3.1.1. El Diseño

El diseño del producto en la industria de la bicicleta era históricamente un asunto del clásico lote en batch-y-espera en el cual el departamento de mercadeo determinaba una "necesidad", los ingenieros de producto entonces diseñaban un producto para esa necesidad, el departamento de prototipos construía un prototipo para probar ese diseño, el departamento de herramientas diseñaba herramientas para hacer una versión de alto volumen del prototipo aprobado, y el grupo de producción de ingenieros en el departamento de manufactura descifraba como usar las herramientas para fabricar el marco y luego ensamblar los componentes para completar una bicicleta. Mientras tanto, el departamento de compras, una vez que el diseño era finalizado, hacia los arreglos para comprar los componentes necesarios para su entrega al piso de ensamble.

Un diseño para un producto nuevo, normalmente uno de muchos bajo desarrollo a cualquier tiempo dado, se movió de departamento en departamento, esperando en fila en cada departamento. Frecuentemente regresaba hacia atrás para retrabajo en un departamento previo o se le hacia reingeniería secretamente en un punto hacia abajo de la corriente para tratar con incompatibilidades entre las perspectivas de, por ejemplo, los diseñadores de las herramientas y los diseñadores del producto quienes habían manejado previamente el diseño en el paso anterior. No existía el flujo.

A fines de los 1980's y al principio de los 1990's, la mayoría de las empresas cambiaron a un programa de administración de "peso pesado" con un líder de equipo fuerte y unos cuantos miembros de equipo dedicados, pero sin cambiar el resto del sistema. El equipo del producto era en realidad una comisión con un staff que mandaba el gran bulto del desarrollo real de regreso a los departamentos, en donde todavía tenía que esperar en filas. Además, no había una metodología efectiva para llevar los diseños a través del sistema sin mucho retrabajo y flujos

regresivos. Aún peor, nadie era en realidad responsable por los resultados finales de los esfuerzos de desarrollo porque los sistemas de contabilidad y de recompensa nunca vincularon el éxito de un producto a través de su vida de producción con los esfuerzos originales del equipo de diseño. Había entonces, un sentimiento encontrado entre los diseños ingeniosos con funciones técnicas admirables los cuales les gustaban a los consumidores pero que fallaban al regresar una ganancia debido a los costos excesivos y a las tardanzas en su lanzamiento.

El enfoque esbelto es el de crear equipos del producto realmente dedicados y con todas las habilidades necesarias para conducir la especificación del valor, el diseño general, la ingeniería detallada, la compra, la herramientación, y la planeación del producto en un cuarto en un periodo corto de tiempo y que utilice una metodología probada de toma de decisiones comúnmente llamado Despliegue de las Funciones de Calidad (QFD: Quality Function Deployment). Este método permite que equipos para el desarrollo *normalicen el trabajo* para que un equipo siga el mismo enfoque cada vez. Si cada equipo en una empresa sigue este enfoque, sería posible entonces, medir de manera precisa el tiempo total del proceso y mejorar continuamente la metodología del diseño mismo.

Con un equipo verdaderamente dedicado en el lugar, y utilizando rigurosamente el QFD para especificar el valor correctamente y luego eliminar el retrabajo y los flujos regresivos, el diseño nunca deja de moverse hacia adelante hasta que totalmente esta en producción. El resultado es el de reducir el tiempo de desarrollo por mas de la mitad y la cantidad de esfuerzo requerido en mas de la mitad al mismo tiempo que se obtiene una tasa mucho más alta de productos los cuales realmente hablan a las necesidades de los clientes.

Sobre la base de la experiencia, los equipos del producto no necesitan ser tan grandes como los gerentes tradicionales los predicen, y entre mas chicos puedan ser, mejor pueden desplazarse por doquier. Una cantidad de especialistas con habilidades específicas no se necesitan porque la mayoría de los profesionales de mercadeo, de ingeniería, de compras y de producción en realidad tienen habilidades mas amplias de las que ellos (1) en realidad se imaginaban, (2) alguna vez admitieron tener, o (3) alguna vez se les permitió utilizar. Cuando a un equipo chico se le da el mandato de "solo háganlo", encontramos que de repente los profesionales descubren que cada uno puede exitosamente cubrir un rango más amplio de tareas de las que ellos alguna vez les había sido permitido. Hacen bien el trabajo y lo disfrutan.

4.3.1.2. La Toma de Pedidos

La práctica histórica en la industria de las bicicletas ha sido la de dejarle la tarea al Departamento de Ventas la de obtener pedidos de los compradores al menudeo. En los Estados Unidos, estos varían desde los mercaderes masivos gigantes como Wal-Mart en un extremo hasta miles de tienditas de bicicletas independientes en el otro. Cuando los pedidos son totalmente procesados (para asegurarse de que sean internamente consistentes y de que el

comprador sea digno de crédito) son enviados al Departamento de Programación en Operaciones o en Manufactura para entretejerlos en el algoritmo complejo de producción de los muchos productos de una empresa. Se fija una fecha de envío y se le comunica de regreso a Ventas y luego al cliente.

Como una revisión al progreso de los pedidos, especialmente en el caso de un envío tardío, el cliente le llama a Ventas, el cual le llama a Programación. Cuando a los pedidos se les retrasa mucho y los clientes amenazan con cancelar, Ventas y Programación realizan una expeditación yendo directamente al sistema físico de producción tanto en la empresa ensambladora como en la base de proveedores para mover hacia adelante los pedidos lentos. Esto se hace brincándolos hacia adelante en la fila de la producción física.

Bajo la influencia del movimiento de la re-ingeniería a principios de los 1990's, varias empresas integraron a Ventas y a Programación en un solo departamento para que los pedidos mismos fueran procesados mucho más rápidamente (frecuentemente por una sola persona quien capturaba todo al sistema electrónico de administración de la información para que los pedidos nunca tuvieran que darse en la mano, tuvieran que esperar en la fila, o se estancaran. (Ahora flúan.) Como resultado de esto, los pedidos pueden programarse en la producción a los pocos minutos en lugar de días o hasta semanas como antes se requería. Al mismo tiempo, la información de los pedidos puede transmitirse electrónicamente a los proveedores. Similarmente, se ajustan los procedimientos de expeditación para eliminar la confusión que había surgido entre Ventas y Programación.

Estas innovaciones realmente ayudaron, pero un enfoque esbelto (lean) puede ir más lejos todavía. En la empresa lean, Ventas y Programación de la Producción son miembros claves del equipo de producción, y están en posición de planear la campaña de ventas a medida que el diseño del producto está siendo desarrollado y vender con una clara visión de la capacidad del sistema de producción para que tanto los pedidos como el producto puedan fluir suavemente desde la venta hasta el envío. Y como no hay altos en el sistema de producción y los productos son hechos al pedido, con solamente algunas horas entre la primera operación en la materia prima y el envío del artículo terminado, se pueden buscar más pedidos y aceptarse con un conocimiento claro y preciso de las capacidades del sistema. *No hay más expeditación.*

Una técnica clave en implementar este enfoque es el concepto de tiempo *takt*, el cual sincroniza la tasa de producción con la tasa de ventas a los clientes. Por ejemplo, para una bicicleta de marco alto de titanio, vamos a suponer que los clientes están haciendo pedidos a una tasa de cuarenta y ocho bicicletas por día. También vamos a suponer que la fábrica de bicicletas trabaja un solo turno de ocho horas al día. Dividiendo el número de bicicletas entre las horas disponibles de producción nos dice que el tiempo de producción por bicicleta, es decir el tiempo *takt*, el cual es de diez minutos. (Sesenta minutos en una hora dividida entre la demanda de seis bicicletas por hora.) Obviamente, el volumen agregado de pedidos puede incrementarse o

decrecer a través del tiempo y el tiempo *takt* necesitara ser ajustado para que la producción este siempre sincronizada con la demanda. El objetivo es siempre definir el tiempo *takt* precisamente en un punto dado en tiempo en relación a la demanda y correr la secuencia de producción completa precisamente en tiempo *takt*.

En la empresa esbelta, los espacios de producción creados por el cálculo del tiempo *takt* -quizá diez por hora para bicicletas de extremo alto (para un tiempo *takt* de seis minutos) y una por minuto para modelos de extremo bajo (para un tiempo *takt* de sesenta segundos) - están claramente marcadas a la vista. Esto puede hacerse con un simple pizarrón blanco en el área del equipo del producto en el ensamblaje final pero muy probablemente involucrara pantallas electrónicas (frecuentemente llamados pizarrones *andon*) en la empresa de ensamble y transmisión electrónica para mostrarse en las instalaciones tanto del proveedor como del cliente. Un display completo, para que todos puedan ver donde esta la producción en cada momento, es un excelente ejemplo de otra técnica ligera critica, la *transparencia* o el *control visual*. La transparencia facilita la constante producción en tiempo *takt* y alerta inmediatamente a todo el equipo de la necesidad o para más pedidos o para pensar en formas de remover el desperdicio si el tiempo *takt* necesita ser reducido para acomodar un incremento en los pedidos.

El aumentar la conciencia sobre la conexión muy estrecha entre las ventas y la producción también ayudar a cuidarse contra uno de los grandes males de los tradicionales sistemas de ventas y toma de pedidos, es decir, el recurso de los sistemas de bonos para motivar a un cuerpo de ventas trabajando sin tener en realidad conocimiento o interés acerca de las capacidades del sistema de producción. Estos métodos producen acumulamientos periódicos en los pedidos al final de cada periodo de bonos (aunque la demanda en si no haya cambiado) y un ocasional "pedido del siglo" orquestado por un staff hambriento de bonos, el cual el sistema de producción simplemente no puede acomodar. Ambos llevan a entregas tardías y mala voluntad por parte del cliente. En otras palabras, mágicamente generan *muda*.

4.3.1.3. La Producción

La práctica histórica en la industria de las bicicletas era la de diferenciar las actividades de producción por su tipo y de crear departamentos para cada tipo de actividad; cortar el tubo, doblar el tubo, soldadura, lavado y pintura para el marco y los manubrios, y el ensamble final para la bicicleta completa. A través del tiempo, maquinas de alta velocidad con niveles mas altos de automatización fueron desarrollados para tareas que iban desde cortar y doblar hasta soldar y pintar. Líneas de ensamble también se instalaban para ensamblar una mezcla de modelos de alto volumen en pasillos de ensamble dedicados.

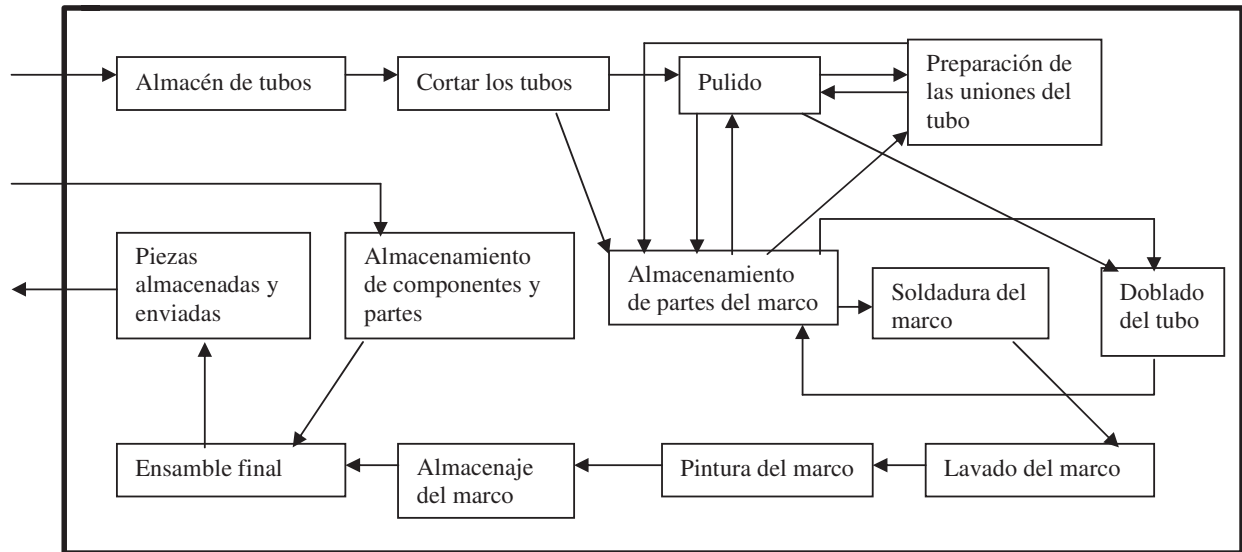
Todos los fabricantes de bicicletas producían un rango muy amplio de modelos utilizando el mismo equipo de producción, y los herramientas para fabricación de partes

corrían a más altas velocidades (expresadas como partes por minuto) que la línea de ensamble final. Como el cambiar los herramientas de la fabricación de partes para fabricar una parte diferente típicamente consumía mucho tiempo, parecía sensato el hacer muchos batches grandes de cada parte antes de cambiar la producción a la siguiente parte. La típica distribución de una planta de ensamble final y del flujo de materiales se veía como se muestra en la Figura 4.3.1.3.a.

A medida que se crearon batches de partes, un problema obvio surgió: como mantenerse al tanto del inventario y asegurarse de que de que las partes correctas eran enviadas a la operación correcta en el tiempo correcto. En los primeros días de la industria de las bicicletas (una actividad que data desde los 1880's y una industria clave y precursora de la industria automotriz) la programación era enviada por medio de un itinerario maestro y de pedidos diarios escritos a mano a cada departamento para hacer las partes que necesitara el ensamble final.

Después de cien años, estos métodos manuales de programación fueron reemplazados en los 1970's por sistemas de Planeación de los Requerimientos de Materiales, o MRPs. Un buen sistema de MRP era exacto en al menos un 99% en mantener al corriente del inventario, hacer pedidos de materiales, y de enviar instrucciones a cada departamento sobre que hacer después. Como grupo, estos sistemas eran una clara mejoría en comparación con los sistemas manuales más viejos para el control de las operaciones de lote-en-batche-y-espera y se hicieron más complejos a través del tiempo. Con el tiempo se agregaron herramientas de planeación de capacidad para evaluar la capacidad de las maquinas en cada paso en el proceso de producción y como guarda en contra de emergencias de cuello de botella y capacidades constrictivas.

FIGURA 4.3.1.3.a DISTRIBUCION Y FLUJO DE LA PLANTA DE BICICLETAS



Los MRP's, sin embargo, tenían numerosos problemas. Los sistemas MRP que eran muy simples en concepto se convirtieron excesivamente complejos en la práctica. En la industria de las bicicletas, el sistema MRP de cada empresa era suplementario de un sistema de soporte de expeditores que se movían a través del sistema de producción para mover partes faltantes emergentes corriente abajo a la cabeza de la fila en cada departamento y a cada máquina.

Justo a tiempo, una innovación pionera en Toyota en los 1950's y primeramente ejercida por empresas occidentales al principio de los años 1980's, estaba diseñada para tratar con muchos de estos problemas. Taiichi Ohno fue visionario de esta técnica como un método para facilitar el flujo suave, pero JIT solo puede funcionar efectivamente si los cambios en la maquinaria son dramáticamente cortados para que las operaciones de manufactura corriente arriba producen pequeñas cantidades de cada parte y luego producen otra pequeña cantidad tan pronto como se requiere a la cantidad ya producida en el siguiente proceso corriente abajo. JIT tampoco sirve de gran ayuda a menos que los pasos de la producción corriente abajo tengan como practica una programación nivelada (esto es *heijunka* en lenguaje Toyota) para eliminar las perturbaciones en el flujo de pedidos diarios que no se refieran a las demandas reales de los

clientes. De otra forma, cuellos de botella surgirán rápidamente corriente arriba y "colchones" (stocks de seguridad) se introducirán dondequiera para prevenirlos.

La aplicación real de JIT en la industria de las bicicletas en gran medida ignoró la necesidad de reducir los tiempos de arranque y facilitar el itinerario. En lugar de eso, se concentró en los proveedores, asegurándose de que solamente embarcaran partes a los ensambladores finales "justo a tiempo" para cumplir con los programas de producción erráticos. En la práctica, la mayoría de los proveedores hicieron esto embarcando pequeñas cantidades diariamente o hasta varias veces al día desde un inventario vasto de productos terminados almacenados cerca de terminales de embarque. Algunos ensambladores finales hasta especificaban la existencia de esos pequeños stocks y periódicamente enviaban a su personal de compras a inspeccionarlos. Al final, "justo a tiempo" era un poco más que un cambio de cantidades masivas de trabajo en proceso desde el ensamblador final hasta el proveedor de primera línea y, a su vez, desde el proveedor de primera línea a las firmas más corriente-arriba.

Para hacer que los bienes manufacturados fluyan, la empresa lean toma los conceptos críticos de JIT y de la programación de producción nivelada y los lleva todo el camino hasta sus conclusiones lógicas poniendo a los productos en flujo continuo en donde sea posible. Por ejemplo, en el caso de la planta de bicicletas mostrada en la Figura 4.3.1.3.a, el pensamiento del flujo nos indica la creación de áreas de producción por familia de productos, las cuales incluyan cada paso de fabricación y de ensamble. Las familias de productos pueden definirse de varias maneras, pero en esta industria lógicamente se definirían por el material primario utilizado en el marco, específicamente titanio, aluminio, acero, o fibra de carbón. Esta clasificación tiene sentido porque los pasos de fabricación y las técnicas de procesamiento son muy diferentes en cada caso.

En el diseño de la distribución de flujo continuo, los pasos de producción están arreglados en una secuencia, normalmente dentro de una sola celda, y el producto se mueve desde un paso hasta el siguiente, una bicicleta a la vez, sin ningún contratiempo de trabajo en proceso en medio, utilizando un rango de técnicas generalmente llamadas "flujo de una sola parte". Para lograr el flujo de una sola parte en una situación normal cuando cada producto de familia incluye muchas variantes de producto- en este caso, diseños de bicicletas de turismo y de alta montaña en un amplio rango de tamaños- es esencial que cada máquina sea convertida casi instantáneamente de una especificación de producto a la siguiente. Es también esencial que muchas máquinas masivas tradicionales (los sistemas de pintura, que son los más críticos en el caso de las bicicletas) sean del tamaño exacto para caber dentro del proceso de producción. Esto, muchas veces resulta en utilizar máquinas que son más simples, menos automatizadas, y más lentas (pero quizá más precisas y "repetibles") que los diseños tradicionales.

Este enfoque pareciera completamente alrevesado para algunos gerentes tradicionales a quienes se les ha dicho toda su vida que la ventaja competitiva en la manufactura se obtiene de la automatización, de la vinculación, y de la aceleración de la maquinaria masiva para incrementar el proceso y remover el trabajo directo. También parece sensato que la administración de una buena producción involucre el mantener ocupado a cada empleado y a cada máquina totalmente utilizada, para justificar el capital invertido en máquinas caras. Lo que a los gerentes tradicionales les falla en captar es el costo de mantener y de coordinar una red complicada de máquinas de alta velocidad al producir los batches. Este es el **muda** de la complejidad.

Como los sistemas de contabilidad convencionales de "costo estándar" hacen la utilización de maquinaria y la utilización de los empleados sus medidas claves de rendimiento mientras que tratan a los inventarios en-proceso como un activo (aunque nadie jamás los quiera) no es de sorprender que a los gerentes también les falle el captar que las máquinas que rápidamente hacen partes que nadie quiere durante el 100 por ciento de sus horas disponibles y que los empleados que realizan tareas innecesarias durante cada minuto disponible solo están produciendo **muda**.

Para lograr que los sistemas de flujo continuo fluyan durante más de un minuto o dos a la vez, cada máquina y cada trabajador deben ser completamente capaces. Esto es, siempre deben estar en la forma correcta para correrlos precisamente cuando sean requeridos y cada parte hecha debe estar exactamente bien. Por diseño, los sistemas de flujo tienen una calidad de "todo trabaja o nada trabaja" la cual debe respetarse y anticiparse. Esto significa que el equipo de producción debe ser hábil en cada tarea (en caso de que alguien falte o se le necesite para realizar otra tarea diferente y que la maquinaria debe estar 100 por ciento disponible y exacta a través de una serie de técnicas llamadas (TPM) Mantenimiento Productivo Total. También significa que el trabajo debe ser rigurosamente *estandarizado* (por el equipo de trabajo, no por algún grupo remoto de ingeniería industrial) y que a los empleados y a las máquinas debe enseñárseles a monitorear su propio trabajo a través de una serie de técnicas comúnmente llamadas *poka-yoke*, o probando para encontrar errores, lo cual hace imposible que hasta una sola parte defectuosa sea enviada hacia adelante para el siguiente paso.

Un ejemplo muy simple de *poka-yoke* es instalar foto celdas a través de la abertura de cada contenedor de partes en una estación de trabajo. Cuando el producto de una descripción dada entra al área el trabajador debe meter la mano a las cajas para sacar las partes, rompiendo así el haz de luz de la foto celda en cada caja. Si el trabajador intenta mover el producto a la siguiente estación sin obtener las piezas correctas, una luz parpadea para indicar que falta una pieza.

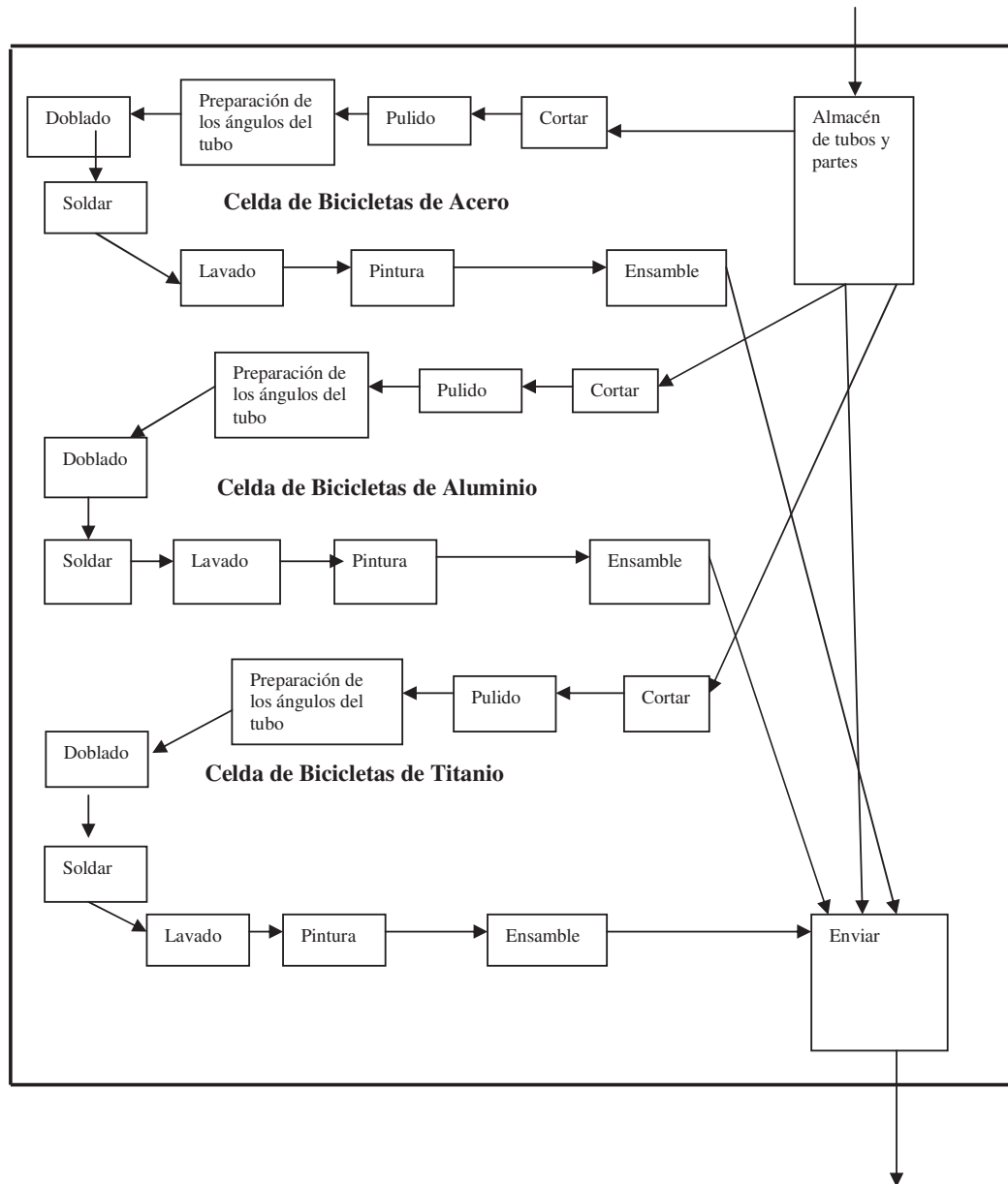
Estas técnicas necesitan ser combinadas con *controles visuales*, como ya se mencionó, que van desde las 5S's (en donde absolutamente todo lo innecesario es removido del área de trabajo y cada herramienta tiene un lugar de almacenamiento claramente marcado visible desde el área de trabajo), hasta indicadores de status (frecuentemente en la forma de tablas de andon), y desde tablas de trabajo actualizadas, claramente visibles hasta mostradores de claves medibles e información financiera sobre los costos del proceso. Las técnicas precisas variarán con la aplicación, pero el principio clave no lo hará: Todos los involucrados deberán ser capaces de ver y deben entender cada aspecto de la operación y su status en todo momento.

Una vez que se ha hecho el compromiso para hacer la conversión a un sistema de flujo, se puede hacer un impresionante progreso muy rápidamente en el ejercicio inicial de *kaikaku*. Sin embargo, algunas herramientas (por ejemplo, casetas masivas para pintura con equipo de control de emisiones muy elaborado) serán inapropiadas para la producción en flujo continuo y no serán fáciles de modificar rápidamente. Será necesario operarlas durante un periodo extenso en modo de batche, con conjuntos intermedios de partes entre el paso de producción previo y el siguiente. La técnica clave aquí es la de pensar cuáles serían los cambios de herramientas para reducir los tiempos totales de cambio así como los tamaños de los batches al mínimo absoluto que permita la maquinaria existente. Esto típicamente se puede hacer muy rápidamente y casi no requiere de inversiones de capital mayores. Ciertamente, si se piensa que se necesitan grandes sumas para convertir el equipo de grandes batches a batches pequeños o a piezas solas, aún no se ha comprendido el lean thinking.

Las técnicas originales de lote pequeño, de cambio rápido fueron pioneras en Toyota en los años de 1960s y son un logro sorprendente, pero habrá que tener cuidado de no tomar a las máquinas de cambio rápido que todavía producen batches, aunque pequeños, como un "hasta aquí". Cualquier cambio que requiera cualquier pérdida en tiempo de producción y cualquier máquina que corra a un ritmo mucho muy diferente del resto de la secuencia de producción aún puede crear **muda**. El objetivo final del pensamiento en flujo es el de eliminar totalmente todos los paros en un proceso de producción completo y de no descansar el área de diseño de herramientas hasta que esto haya sido logrado.

Unamos todas estas técnicas al momento de mostrar cómo se ve un proceso de producción lean de bicicletas (Figura 4.3.1.3.b). Primero, nótese que el mismo número de bicicletas está siendo producido pero que el área de la planta está vacía en más de la mitad, en gran parte porque muchas de las áreas del proceso han desaparecido. Aunque el diagrama no puede mostrar esto, el esfuerzo humano necesario para producir una bicicleta ha sido también cortado a la mitad y el tiempo a través del sistema ha sido reducido de cuatro semanas a cuatro horas.

FIGURA 4.3.1.3.b DISTRIBUCION Y FLUJO LEAN DE LA PLANTA DE BICICLETAS



El diagrama muestra que máquinas grandes han sido reducidas a múltiples máquinas chicas, en particular los sistemas de lavado y las casetas de pintura, para que las bicicletas puedan proceder continuamente, una a la vez, desde el cortado del tubo a la preparación de las uniones del tubo, al doblado, al soldado, al lavado, al pintado y hasta el ensamble final sin tener alguna vez que parar. En este arreglo el inventario entre las estaciones de trabajo puede ser cero y el tamaño del equipo de trabajo puede ser variable conforme la producción del volumen de la

celda, esto es que cuando celdas con alto volumen de producción tengan más trabajadores que celdas con bajo volumen. Finalmente, nótese que las operaciones de ensamble sobre rieles han sido eliminadas. Sorprendentemente, el avance manual del producto a través del ensamble es muchas veces más barato.

Como la carga de trabajo ha sido tan drásticamente simplificada, el sistema MRP (Planeación de Requerimientos de Material) y los expedidores ya no son necesarios para obtener las partes paso a paso. (MRP aún tiene utilidad para la planeación de la capacidad a largo plazo para la empresa ensambladora y sus proveedores.) Cuando se inicia la secuencia al término del ensamble final, el trabajo progresa desde cada estación a la siguiente de acuerdo al tiempo *takt* y a la misma tasa que el ensamble final.

El equipo completo del producto incluyendo al líder del equipo, el ingeniero de producción, el planeador/comprador, el experto en mantenimiento TPM (Mantenimiento Productivo Total), y los operadores pueden ser localizados inmediatamente adjuntos a la maquinaria para cada celda de producto. Como el proceso de maquinaria disponible actualmente para estas operaciones en la industria de la bicicleta hace o muy poco ruido o el que hace puede ser confinado para que escape muy poco a las áreas del equipo, es posible distribuir las actividades para que todos puedan ver la operación y su status en una mirada rápida.

Un punto final acerca de las celdas el cual es difícil ilustrar con un diagrama es que el trabajo en cada paso ha sido cuidadosamente balanceado con el trabajo en los otros pasos para que todos estén trabajando a un tiempo cíclico igual al tiempo *takt*. Cuando se necesite acelerar o desacelerar la producción, el tamaño del equipo puede incrementarse o reducirse (contrayendo o expandiendo el enfoque del trabajo), pero el paso real del esfuerzo físico nunca cambia. Y cuando la especificación del producto cambia, pueden añadirse o quitarse máquinas del tamaño correcto y pueden ajustarse o reordenarse para que el flujo continuo siempre se mantenga.

4.3.1.4. Aplicando el Pensamiento de flujo a Cualquier Actividad

El pensamiento de flujo es el más fácil de visualizar en la manufactura convencional de productos, que es donde las técnicas de flujo fueron pioneras. Sin embargo, una vez que los gerentes aprenden a verlo, es posible introducir el flujo en cualquier actividad y los principios son en cada caso los mismos: Se debe de concentrar en administrar la corriente de valor para el servicio o bien específico, eliminar las barreras organizacionales creando una empresa lean, relocalizar y ajustar los herramientas, y aplicar el complemento completo de las técnicas lean para que el valor pueda fluir continuamente.

4.3.1.5. El Flujo en el Trabajo; Trabajar Conforme al Flujo

Hasta ahora, hemos visto el flujo del valor como si las necesidades del consumidor y del inversionista fueran las únicas que contarán. Sin embargo, todos los empleados y

trabajadores sabemos que nuestra experiencia como productores es mucho más significativa que nuestras actividades como consumidores o inversionistas. ¿Qué significa esta transición hacia el flujo para la experiencia del trabajo?

Según estudios realizados por el psicólogo polaco Mihaly Csikzentmihalyi, de la Universidad de Chicago, llegó a varias conclusiones muy simples.

El tipo de actividades que las personas de todo el mundo consistentemente reportan como muy satisfactorias (que las hacen sentir bien) involucran un claro objetivo, una necesidad de concentración tan intensa que no quede atención para otra cosa, una falta de interrupciones y distracciones, retroalimentación clara e inmediata sobre el progreso hacia el objetivo, y una sensación de reto (la percepción de que las habilidades de uno son adecuadas, justamente adecuadas, para lidiar con la tarea que se tiene entre manos).

Cuando las personas se encuentran en estas condiciones pierden su autoconciencia y su noción del tiempo. Ellos mismos reportan que la tarea en sí misma se convierte en un fin en lugar de ser un medio para lograr algo más satisfactorio, como el dinero o el prestigio. Ciertamente, y de manera muy conveniente para el psicólogo Csikzentmihalyi reporta que las personas que experimentan estas condiciones están en un estado altamente satisfactorio de *flujo*.

La experiencia de flujo clásico de Csikzentmihalyi es el rapel, donde la necesidad de concentración es obvia y la tarea en sí misma es claramente el fin, no un medio para lograr otra cosa. Algunas experiencias de flujo mencionadas a Csikzentmihalyi son deportes de participación menos peligrosos que el rapel, como juegos interactivos, y tareas intelectuales de enfoque (como escribir libros). Sin embargo, las tareas relacionadas con el trabajo son raramente mencionadas a pesar del hecho de que el trabajo esta considerado como la actividad más importante en la vida. Esto es por una buena razón. Las condiciones clásicas de batche y espera no conducen al flujo psicológico. El trabajador puede ver solamente una pequeña parte de la tarea, frecuentemente no hay retroalimentación (mucho menos retroalimentación inmediata), la tarea requiere solamente de una pequeña porción de las habilidades y concentración de uno, y hay constantes interrupciones para lidiar con otras tareas en el área de responsabilidad de cada uno.

En contraste, el trabajo en una organización en donde el valor esta hecho para fluir continuamente también crea las condiciones para el flujo psicológico. Cada empleado tiene el conocimiento inmediato de si el trabajo ha sido hecho correctamente y puede ver el status del sistema completo. El mantener a todo el sistema fluyendo suavemente sin ninguna interrupción es un reto constante, y uno muy difícil, pero el equipo del producto tiene las habilidades y una manera de pensar la cual es equivalente al reto. Y por el enfoque en la perfección, mencionada mas adelante, el sistema completo es mantenido en una permanente tensión creativa la cual demanda concentración.

Se han visto ejemplos demostrativos de lo que pasa cuando la corriente de valor fluye suavemente. Cualquier organización puede introducir el flujo en cualquier actividad. Sin embargo, si una organización utiliza las técnicas lean solo para hacer que productos no pedidos fluyan más rápido, el único resultado es *muda*. ¿Cómo se puede estar seguro de proveer los bienes y servicios que la gente realmente quiere cuando realmente los quiere? ¿Y cómo se pueden unir todas las partes de una corriente de valor completa cuando no pueden conducirse en una celda de flujo continuo en un solo cuarto? Enseguida se verá cómo *jalar*.

4.4. Jalar

Jalar en los términos más simples significa que nadie corriente-arriba deberá producir un bien o servicio hasta que el consumidor corriente-abajo lo pida, pero el hecho de realmente seguir esta regla en la práctica es un poco más complicado. La mejor manera de entender la lógica y el reto del pensamiento de *jalar* es el de comenzar con un consumidor real que expresa una demanda para un producto real y trabajador al revés a través de todos los pasos requeridos para traer el producto deseado al consumidor. La defensa de la pick up modelo 1990 fuera de producción de Bob Scott nos da un ejemplo mundano pero perfectamente típico.

En agosto de 1995 cuando Bob Scott abolló la defensa de su pick up la llevó a Sloane Toyota en Glenside, Pennsylvania para que le instalaran una nueva defensa. Pidió la original con cromado "deluxe". Sin saberlo, Bob Scott detonó una secuencia justo en el momento cuando Toyota estaba tomando un paso mayor en su esfuerzo de una década para sincronizar el esfuerzo de sus vendedores, su sistema de distribución de partes, y sus proveedores para que los consumidores realmente pudieran *jalar* el flujo del valor todo el camino a través de un sistema de producción altamente complejo y de servicio.

En 1985, Bumper Works (la fábrica en Danville, Illinois que hizo la defensa que Bob Scott abolló) era un proveedor de bajo volumen del negocio de Toyota, y en 1987 ganó un contrato de fuente única para defensas de la nueva versión de pick up de Toyota (el modelo que compró Bob Scott). En 1989, Bumper Works ya era el único proveedor de defensas para las necesidades de Norte América.

Sólo había un problema: el sistema de producción de Bumper Works aún era un caso clásico de *batche* y espera. Toyota llevó a Shahid Khan (el presidente de la empresa matriz de Bumper Works, de nombre Flex-N-Gate Corporation) y sus gerentes principales en su primer viaje a Japón a finales de 1989 y caminaron a través de los pasillos de proveedores lean, pero como Khan mismo recuerda " Realmente no podía entender cómo se podían mantener en el negocio con esas prácticas extrañas que estaba viendo". Así que en mayo de 1990, Toyota le dijo a Khan que estaban enviando a un *sensei* lean, un maestro del sistema Toyota, como tutor personal de Khan.

De hecho, Toyota envió a varios *sensei* de su División de Consulta de Administración de Operaciones, el grupo establecido en 1969 por Taiichi Ohno para promover el lean thinking dentro de Toyota y en las empresas en su grupo de proveedores. Se quedaron cada uno a la vez por varios meses, y a finales de 1992, totalmente habían transformado Bumper Works (una operación sindicalizada y oscura que utilizaba herramientas viejas en instalaciones viejas) en uno de los mejores ejemplos de producción lean en Norte América.

4.4.1. Producción Lean Para Jalar

Lo primero que el *sensei* de Toyota notó en Bumper Works fueron los inventarios masivos y los batches. Nada fluía. No era posible ajustar el tamaño de las prensas masivas de inmediato para permitir el flujo de una sola pieza, así que la única solución era de reducir drásticamente sus tiempos de cambio y los de sus batches. Los tiempos de cambio ya habían sido reducidos a mediados de los 1980s de dieciséis horas hasta alrededor de dos horas, pero esto no era suficiente.

El *sensei* de Toyota aplicó su fórmula estándar de que **las máquinas deberán estar disponibles para la producción alrededor del 90 por ciento del tiempo y paradas para hacer los cambios alrededor del 10 por ciento del tiempo**. Luego vieron todo el rango de productos que Bumper Works necesitaba producir cada día. Concluyeron que las prensas grandes necesitarían de un tiempo de cambio de veinte minutos o menos y que las prensas pequeñas en diez minutos o menos. (De hecho, los números rápidamente bajaron a dieciséis minutos y cinco minutos, respectivamente.)

Luego, la planta fue físicamente reorganizada para que las hojas planas fluyeran directamente del muelle de recibo a la máquina cortadora, la cual corta el acero en formas rectangulares un poco más grandes que una defensa. Los rectángulos entonces eran enviados inmediatamente a la celda adjunta de tres prensas formadoras, en donde se les daba forma. Enseguida, eran enviadas a intervalos frecuentes a la operación de cromado fuera de la planta y regresados al taller de soldadura adjunto a las prensas. Ahí, se les soldaba las partes internas y externas de la defensas además de las pinzas para unir la defensa al vehículo. Finalmente, las defensas eran enviadas directamente al muelle de embarques justo a tiempo para el envío programado. *Pero solamente fluían cuando eran jaladas por el siguiente paso*. Esto es, que la máquina cortadora no hacía nada hasta que recibía una señal de las máquinas formadoras y las máquinas formadoras no hacían nada hasta que recibían una orden para proseguir de parte de la caseta de soldadura. Cada actividad jalaba a la que seguía. La programación de embarques y el tiempo *takt* se convirtieron en el marcapasos para toda la operación.

Como la mayoría de los clientes de Bumper Works, alrededor de 1992, aún estaban haciendo pedidos masivos en batche (lotes de un mes para enviarse el último día del mes) Bumper Works decidió prepararse para el futuro creando su propia programación diaria

utilizando una técnica que Toyota llamada *nivelación de la programación*. El gerente de producción de Shahid Khan tomaba los pedidos del siguiente mes, por decir, 8,000 de la Defensa A, 6,000 de la Defensa B, 4,000 de la Defensa C, y 2,000 de la Defensa D. Las sumaba (alrededor de 20,000) y las dividía entre el número de días laborales del mes (por decir, veinte) para descubrir que Bumper Works necesitaba producir cada día 400 de la Defensa A, 300 de la Defensa B, 200 de la Defensa C, y 100 de la Defensa D (con un tiempo *takt* de 0.96 minutos). Esto requería cuatro cambios en las máquinas de cortado y formado, haciendo un total de 88 minutos (9 por ciento de los 960 minutos del tiempo de dos turnos trabajados) a la velocidad máxima permitida de cambio de 22 minutos.

La programación diaria fue entregada a la caseta de soldadura para comenzar el proceso. A medida que la caseta usaba toda su reserva de paneles interiores y exteriores y de pinzas para la Defensa A, los soldadores deslizaban el recipiente de partes vacío y su *kanban* asociada, o tarjeta señaladora, hacia las máquinas formadoras. Esto daba la señal necesaria para formar más partes para la Defensa A. Luego, a medida que la prensa formadora utilizaba todos sus rectángulos para la Defensa A, el recipiente de partes vacío era enviado de regreso a la máquina cortadora, dando la única señal necesaria para hacer más rectángulos para la Defensa A.

El sistema de MRP de la planta que había enviado pedidos a cada máquina (pero que nunca trabajó tan bien como para que no se necesitara expeditar, era necesario siempre para mantener activa la producción) ya no era necesario. El nuevo sistema de jalar y de control visual siempre funcionaba una vez que eran solucionados los problemas inevitables de arranque. La nueva doctrina operante de Bumper Works podría resumirse simplemente como: "No hagas nada hasta que se necesite, y luego hazlo muy rápidamente".

Pero había un problema en el corazón del nuevo sistema. Una vez que eran soldadas las defensas de acero, requerían una capa de cromo antes de que fueran al ensamble final. Esto era un proceso complejo conducido por empresas especialistas que operaban en modo de batche. El cromador de Shahid Khan, Chrome Craft en Highland Park, Michigan (cerca de Detroit), era el mejor proveedor que Bumper Works había encontrado pero no estaba al mismo paso con el enfoque nuevo. Las defensas desaparecían en Chrome Craft y no reaparecían por semanas. Además, emparejarse rápidamente con los pedidos expeditados era imposible.

Khan y el *sensei* de Toyota fueron a Chrome Craft, en donde el presidente y dueño Richard Barnett veía asombrado los cambios rápidos que eran implementados en las máquinas pulidoras de las defensas para que pequeños lotes pudieran ser jalados del muelle de carga, eran llevados a través del proceso de pulido necesario, y corridos a lo largo de la larga fila de tanques cromadores. (Chrome Craft estaba haciendo defensas para otros fabricantes y tenía docenas de diferentes tipos de defensas a lo largo de la planta.)

Haciendo arreglos para una rápida carga y descarga del camión de Bumper Works, se hizo posible traerá una carga de defensas a las 7:00 A.M. mientras que se recogía la carga recién completada, luego regresar a las 3:00 P.M. para recoger las versiones recientemente cromadas de las defensas que se habían dejado a las 7:00 A.M. Ya en 1995, el tiempo de una defensa en la planta de Chrome Craft había caído de quince días, en promedio, hasta menos de un día. Es más, al final de cada turno, la producción completa de las defensas de Toyota estaban siendo llevadas en camión fuera de la planta, dejando en cero a los inventarios en proceso. Las "vueltas" de inventario de Chrome Craft a Toyota habían volado desde aproximadamente 20 aproximadamente 500 al año.

Este logro tampoco significa que éste sea el límite. A mediados de 1995, Chrome Craft ayudó a instalar una operación de cromado ajustada de tamaño en una planta nueva de Flex-N-Gate en Indiana que hace defensas para los tres grandes de América. Esto baja el tiempo en proceso desde veinticuatro horas (que consisten de dos viajes de camión de ocho horas desde Bumper Works hasta Chrome Craft y de regreso, más ocho horas en Chrome Craft) hasta aproximadamente ocho horas.

A medida que Bumper Works aprendió a jalar el valor a través de su sistema, se hizo capaz de responder prácticamente instantáneamente a los pedidos de los clientes. Por su habilidad de hacer los cambios rápidos, Bumper Works podía empezar a soldar un tipo dado de defensa dentro de los primeros veinte minutos de que recibía el pedido y fácilmente podía variar su producción completa a medida que cambiaba la demanda. Todo lo que se necesitaba era dejar un juego completo de tarjetas de pedido en la caseta de soldadura. Similarmente, el tiempo transcurrido entre la llegada de la hoja plana de acero al muelle de carga de Bumper Works y el envío de una defensa terminada al cliente cayó de un promedio de cuatro semanas hasta cuarenta y ocho horas. La calidad también se disparó, como siempre pasa cuando se ponen juntos el flujo y el pensamiento de jalar. A mediados de 1995, Bumper Works aún no había enviado una defensa defectuosa a Toyota en cinco años.

El nuevo sistema le dió a Bumper Works y a Chrome Craft la habilidad de hacer lotes más pequeños de defensas a muy corto aviso (por ejemplo, unas cuantas defensas de reposición del tipo que Bob Scott necesitaba), pero los clientes de Khan no sabían cómo tomar ventaja de sus nuevas capacidades. Hasta hace muy recientemente, hasta Toyota seguía haciendo pedidos en batches muy grandes, luego cambiaba erráticamente sus pedidos cuando se presentaba alguna escasez en el sistema de distribución. Otro paso era necesario para crear una corriente de valor que pudiera jalarse.

4.4.2. La Distribución Lean Para Jalar

Cuando Toyota empezó a ensamblar automóviles en los Estados Unidos en Fremont, California, en unión con General Motors (NUMMI) en 1984, comenzó a desarrollar una red de proveedores para artículos bultosos y de comodidad (llantas, baterías y asientos). Luego, cuando Toyota abrió su planta gigantesca en Georgetown, Kentucky en 1988, necesitaba de una comprensiva red de proveedores para una gran variedad de partes.

Estas mismas partes eran necesarias para trabajos de rutina, de servicio y de taller en las agencias de Toyota; así que en 1986, Toyota abrió un almacén de recibo para partes de servicio de hechura americana en Toledo, Ohio. Este Centro de Redistribución de Partes, o PRC, era donde Shahid Khan enviaba sus defensas una vez que empezó a producir para Toyota.

Una misión muy importante para estas instalaciones era la de reducir los costos de envío por parte consolidando los envíos de camiones semillenos de partes recibidas de los proveedores en camiones llenos para su envío a cada PDC.

Como la tendencia de los americanos era la de usar sus automóviles más y más tiempo, esto significaba un rápido crecimiento en números de partes "activas" las cuáles Toyota necesitaba surtir como partes de repuesto para mantener contentos a los clientes. Esto parecía requerir inventarios más y más grandes de partes y costos de distribución crecientes.

A los ejecutivos de Toyota repentinamente se les ocurrió que no habían aplicado nada del lean thinking de Toyota en su sistema de almacenamiento y distribución en Norte América. Conforme más analizaban esto, se hicieron rápidamente aparente las ventajas sorprendentes que podrían lograrse si aplicaran lean thinking.

Los almacenes de Toyota en ese tiempo eran manejados en la forma de batche y espera que ya se describió al principio. Los supervisores instruían a trabajadores para que llevaran carros grandes o grandes cargas con el montacargas de partes entrantes del área de recibo a través de largos pasillos para seleccionarlas en tambos. Los supervisores trataban de asegurar que los trabajadores trabajaran duro cuando estaban fuera del alcance de su vista dándole a cada trabajador el mismo número de líneas a surtir durante cada turno. Una línea era un número de parte específico con una variante de esa parte, a veces solo una pero otras veces cientos de ellas.

Pero quizá lo peor del sistema de almacén a fines de los 1980s era el tamaño de los tambos, el uso ineficiente de espacio de almacenamiento, y el tamaño de los batches pedidos como reabastecimiento. Tanto los tambos como las cantidades de los pedidos eran masivos, que involucraban cientos o miles de partes de un tipo y número dado. Esto inevitablemente significaba meses de tener a la mano partes de repuesto y grandes instalaciones para albergarlas. Las grandes instalaciones, a su vez, significaban mucho consumo de tiempo para los seleccionadores y almacenistas cuando trataban de hacer su trabajo.

Al analizar esto, a los ejecutivos de Toyota se les hizo obvia la solución: Toyota debería de reducir dramáticamente el tamaño de los tambos, y reducir también el tamaño de sus

lotes de pedidos de reabastecimiento. En lugar de hacerle pedidos a los proveedores sobre una base semanal o mensual, ¿porqué no hacer los pedidos sobre una base *diaria* y pedir *sólo la cantidad que sería enviada a las agencias ese día*? Esto era mucho más práctico para las partes domésticas obtenidas de los proveedores.

La otra parte del problema que era la selección de las partes, podría resolverse con un replanteamiento equivalente de las relaciones con las agencias. En lugar de pedirles a las agencias que hicieran pedidos grandes en batche semanalmente y luego hacer pedidos especiales cada noche de las partes faltantes, ¿porqué no hacer que las agencias hicieran sus pedidos *diariamente* y que pidieran *sólo las cantidades que serían vendidas a los clientes ese día*?

Toyota sabía que sus agencias se opondrían fuertemente a esto, a menos que la compañía se ofreciera a pagar los fletes de los envíos diarios. Sin embargo, un poco de análisis mostraba que si Toyota enviaba partes de sus once CDPs a las agencias en cada una de las once regiones de ventas cada noche, los costos extras de los camiones serían compensados por la simplificación del proceso de seleccionado, ahorros en los costos de inventarios, y la eliminación de los cargos por envíos express. Además, la consistencia día a día en los pedidos, sin olas repentinas, permitiría la consolidación de algunas rutas de los camiones.

Habría qué resolver un último problema. Esto era la crisis en la agencia cuando un cliente como Bob Scott entraba con un pedido de una parte que normalmente no se tenía en el inventario de partes de la agencia. Claro que esa parte podría surtirse durante la noche, siempre había sido así, pero el cliente no se iba contento. ¡Los clientes querían sus automóviles reparados inmediatamente!

Toyota se dió cuenta que si las agencias hacían sus pedidos a *diario* para reponer el número exacto vendido ese día, los inventarios de partes de la agencia podrían reducirse dramáticamente. A medida que las agencias reducían su stock promedio de cada número de partes, podrían costear el incremento en el rango del número de partes que se tuviera a la mano. En lugar de tener cientos de las partes más comúnmente pedidas y ninguna de las que se pide con menos frecuencia, las agencias podrían tener un pequeño número de cada parte a través de un rango muy amplio. De esta forma sería más probable que tuvieran un artículo de bajo volumen como una defensa para un vehículo más viejo cuando un cliente como Bob Scott pidiera uno.

4.4.3. De la Teoría a la Práctica

La lógica recién descrita de introducir un sistema de jalar en almacenamiento que responda fielmente a la demanda real de los consumidores fue muy bien comprendida por los ejecutivos de Toyota Norte América a fines de los 1980s. Sin embargo, el llevar todo a cabo ha tomado algunos años, hasta en una organización extremadamente lean como Toyota, y los pasos finales apenas se están tomando. La traducción de los conceptos lean hacia dentro del almacén

ha requerido de que se acostumbren a ellos tanto los empleados como los gerentes, y Toyota ha tenido que convencer a sus empleados que la nueva forma de pensar no causaría que alguien perdiera su trabajo.

El primer paso, que se tomó en 1989, fue el de reducir el tamaño de los tambos y de reubicar las partes por su tamaño y por la frecuencia de su demanda. El sólo hecho de tratar de seleccionar o almacenar una defensa de camioneta ó una bujía al mismo tiempo estaba causando que se perdieran algunas partes y el uso de equipo exageradamente grande, así que era muy importante el separar las partes en categorías de pequeñas, medianas, y grandes con sus propias secciones del almacén. A medida que esto se hacía, las partes que tenían demanda más frecuente eran movidas más cerca del comienzo de los pasillos para seleccionarlas y el largo de los pasillos fue reducido drásticamente. Las consecuencias de estos pasos para el diseño de un típico CDP se muestran en las figuras 4.4.3.a y 4.4.3.b. Nótese que una ruta típica de selección resultó más corta después de reducir el tamaño y de la reorganización de los tambos. Sin embargo, también es importante notar que como el tamaño del lote de los pedidos de reabastecimiento no fue cambiado, la cantidad total de una parte dada que se tenía a mano resultó la misma. Las existencias extras que estaban almacenadas en el área de "reservas" del almacén eran movidas a los tambos "activos" conforme eran requeridas.

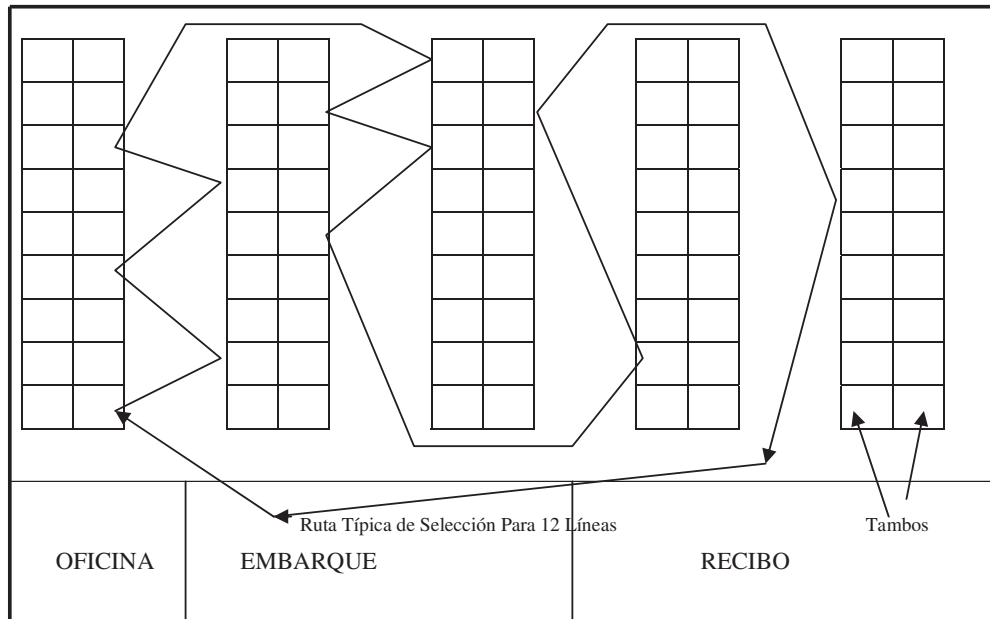
El siguiente paso, que empezó en 1990, fue el de introducir los conceptos de trabajo estándar y de control visual dividiendo el día laboral en ciclos de doce minutos. Un intervalo de este tiempo resultó ser la mejor duración de una ronda entre recorrer la distancia a pie y considerar el tamaño del carrito así como el de los tambos de los que se cargaba y descargaba un carrito.

Durante cada ciclo, un "asociado", como ya se les llamaba a los trabajadores por hora, se esperaba que seleccionara piezas para un número diferente de líneas, dependiendo del tamaño de la parte. Por ejemplo, en un ciclo de doce minutos de selección, un asociado pudiera seleccionar treinta líneas de partes pequeñas o veinte líneas de partes medianas o doce líneas de partes grandes.

Un pizarrón de control del progreso fue instalado entre el muelle de recibo y el muelle de embarques para mostrar el número de ciclos a ser completados y el tiempo disponible. A cada asociado se les dio un paquete de marcadores magnéticos de un color dado y se les pidió color un marcador en el cuadro apropiado en el pizarrón de control del progreso cada vez que se completaba un ciclo. Esto hizo posible para que todos en el equipo vieran exactamente cómo iba progresando el trabajo, siendo esto un verdadero ejemplo del control visual en un almacén en donde todos trabajan por el contacto con los demás. El pizarrón de control del progreso eliminó la necesidad de los "líderes de equipo", como ya se les llamaba a los supervisores, para "supervisar" a sus equipos. En lugar de eso, todos podían ver el pizarrón, observar que un

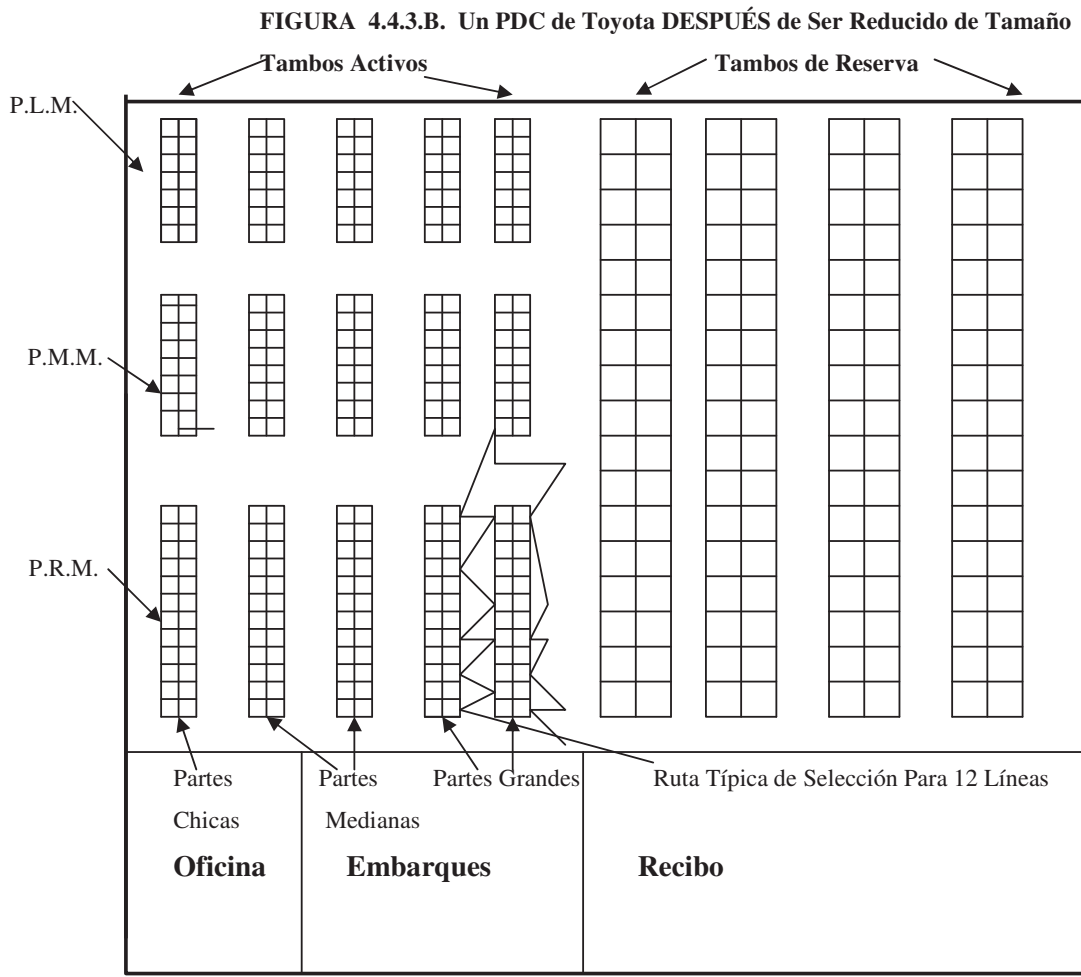
trabajador se estaba relegando, y darle a ese trabajador un poco de ayuda una vez que todas las demás tareas eran completadas.

FIGURA 4.4.3.A. Un CDP de Toyota ANTES de Lean Thinking



El control visual en conjunto con los ciclos de trabajo exacto también hicieron posible que se identificaran las causas de interrupciones en el flujo del trabajo. El lado derecho del pizarrón de control visual tenía un área en blanco junto a cada ciclo para que los asociados escribieran la razón por la cual un ciclo no podría ser completado a tiempo. Estas razones, cuando se resumieron, se convirtieron en la materia prima para dirigir las actividades de *kaizen* en equipo cuando fueron introducidas en 1992.

Una de las primeras actividades *kaizen* fue que los equipos construyeran nuevos carritos de trabajo utilizando materiales de desecho y partes de tiendas locales de los proveedores, para que los carritos fueran del tamaño correcto para cada tipo de tarea de selección. Los carritos también eran diseñados para contener el número justamente correcto de partes, por ejemplo, con cubículos para treinta partes para las rutas de partes chicas, para proveer otro tipo de control visual.



P.L.M.= Partes de Lento Movimiento
 P.M.M.= Partes de Mediano Movimiento
 P.R.M.= Partes de Rápido Movimiento

Al mismo tiempo que los ciclos precisos de selección estaban siendo introducidos, la computadora maestra de Toyota estaba siendo reprogramada allá en Torrance para agrupar los pedidos de las agencias según su localización en el tambo en cada CDP para que un juego de etiquetas de seleccionado en orden preciso según el tambo fueran imprimidas al principio de cada turno en cada CDP. Las etiquetas de selección estaban divididas en ciclos de doce minutos (basados en el tamaño de las partes y en el conocimiento del líder del equipo acerca de las condiciones actuales en el CDP) y colocadas en casillas en una caja de despacho. Los seleccionadores obtenían sus tareas de exactamente doce minutos de duración de la caja de

despacho, siempre tomando las etiquetas de la casilla siguiente para que no hubiera posibilidad de favoritismo en las tareas asignadas. De esta forma, a cada asociado se le asignaban cinco tareas por hora y el trabajo podría proceder en un flujo suave desde los estantes hasta el puerto de embarques. Al colocar los tiempos de comienzo arriba de las casillas y controlando visualmente los tiempos en que se completaban las tareas también eliminó otro problema tradicional de almacenamiento de trabajar adelantados para "ganarle al sistema". Esta práctica invariablemente llevaba a problemas de calidad ya que los asociados en su prisa, seleccionaban la parte equivocada o colocaban las partes en los tambos equivocados.

Después de seis años de trabajo Toyota ya estaba lista en Agosto de 1995 para hacer la transición de pedidos semanales a pedidos diarios desde sus agencias y hacerlo sin la necesidad de un conteo adicional en los CDPs. Ciertamente, al final de 1995, los veintidós seleccionadores en el CDP de Toyota cerca de Boston estaban seleccionando 5,300 líneas por día mientras que los cien seleccionadores en el almacén de partes de Chrysler cruzando la calle estaban seleccionando 9,500 líneas por día utilizando métodos tradicionales, una diferencia en productividad de 2.5 a 1.

Cuando el nuevo Sistema Diario de Pedidos de Toyota (TDOS) sea combinado con la reubicación del CRP para partes de fuentes japonesas desde Japón hasta Ontario, California, en Octubre de 1996 y el tiempo de reabastecimiento de los CDPs desde los CRPs sea reducido desde cuarenta hasta siete días, será posible reducir dramáticamente los stocks en los CDPs eliminando los stocks de reserva, como se muestra en la Figura 4.4.3.C La habilidad para volver a proveer las partes muy rápidamente a partir del siguiente nivel del sistema, y asimismo, la habilidad de volver a hacer los pedidos en pequeñas cantidades, es siempre el secreto para reducir los inventarios totales en una corriente compleja de provisión y de producción.

Es importante hacer notar que los CDPs de Toyota están impulsando dramáticamente la productividad y reduciendo los requerimientos de espacio sin la necesidad de hacer algún gasto para la nueva tecnología. De esta forma, la compañía ha conducido recientemente su propia prueba de la tecnología más apropiada para la distribución lean automatizando el CDP de Chicago al mismo tiempo de estar convirtiendo los otros CDPs de acuerdo con los métodos recién descritos.

producción en cada industria). Las agencias de Toyota siempre tendrían el mejor precio para sus clientes.

En 1994, Toyota y sus agencias gastaron en conjunto \$32 millones en los Estados Unidos en correo directo, impresión, y en anuncios publicitarios para los "especiales", en ofertas de las agencias a los dueños de vehículos Toyota para realizar cualquier cosa desde cambios de aceite hasta servicios completos de mantenimiento a precios muy por debajo del precio "normal". Se hicieron estas ofertas porque los costos de partes "genuinas" Toyota y el servicio de las agencias era en el mejor de los casos igual a (pero muchas veces más alto) que la mejor alternativa del cliente, es decir, el taller independiente o el comerciante masivo. Así que las promociones eran conducidas para atraer a más clientes de servicio para periodos limitados, en parte para apoyar a retener a los clientes, y en parte con esperanzas de que los clientes verían a los nuevos vehículos Toyota mientras estaban en la agencia por un servicio a su actual modelo.

El problema con las promociones es muy simple. Requerían la producción de grandes cantidades de partes por adelantado, sin embargo nunca era posible predecir cuántas de ellas realmente se necesitarían. Cuando a no todas las partes enviadas realmente se les necesitaban, las agencias las enviaban de regreso al PDC y el PDC temporalmente detenía los pedidos de los proveedores hasta que el inventario en exceso era consumido. En esto vemos uno de los mecanismos del tradicional fenómeno de los pedidos "caóticos" entrando a las instalaciones de producción cuando el mercado final en sí solo está realmente muy estable.

El resultado neto era un incremento temporal en los pedidos de Toyota a los proveedores a un nivel muy por encima de la demanda promedio de largo plazo (con el objetivo de acumular stocks para la promoción), seguido por una caída dramática en los pedidos muy por debajo de la demanda promedio de largo plazo. Esto significaba costos en ambas direcciones, requería tiempos extras en plantas de partes durante el comienzo y causaba capacidad excesiva durante su declinación. También creaba costos en el canal de distribución para embarcar partes excesivas de regreso de las agencias y por el almacenamiento y selección excesivos de correr las mismas partes dos veces a través del sistema del almacén. La solución era de concentrarse en la "nivelación de las ventas" manteniendo constantes los precios y hacer las partes de repuesto a exactamente la misma tasa que se estaban vendiendo las partes.

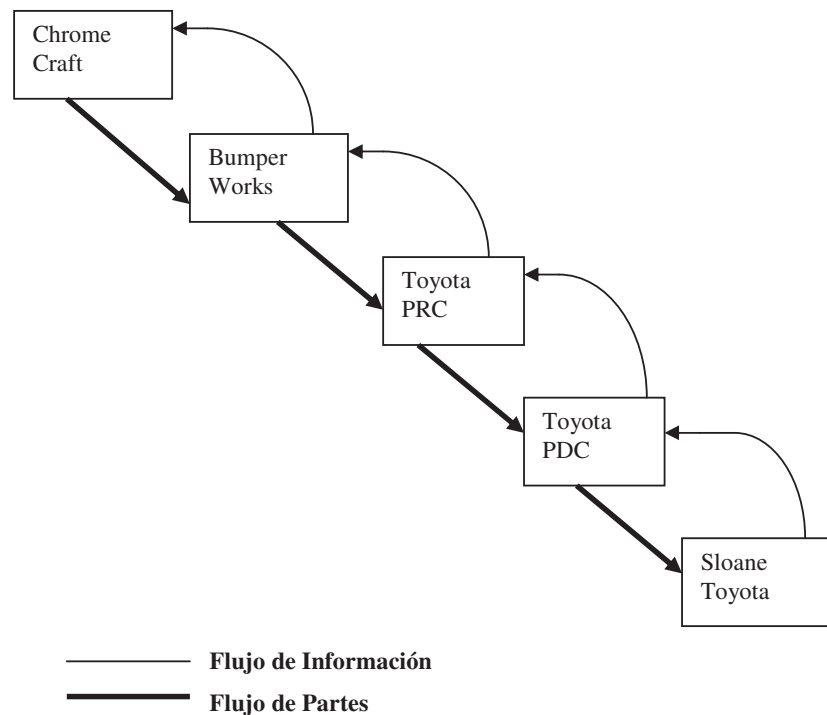
Conforme más pensaban los ejecutivos de Toyota acerca de aplicar el jalar al sistema de valor completo, desde el lugar de servicio de la agencia y de regreso hasta el cromador de la defensa y a proveedores similares de "segundo línea", más ventajas podían ver. Pero ellos sabían que sería muy difícil persuadir a las agencias de seguir este mismo camino, precisamente porque vienen de generaciones de pensamiento de batche y línea de espera.

4.4.4. Jalar Desde el Lugar de Servicio Hasta la Materia Prima

Podemos ver en toda su magnitud lo que pasa cuando se "jala" todo junto todas las piezas de la corriente de valor del servicio. A fines de 1996, cuando el sistema nuevo de Toyota de jalar estuvo en su lugar a través de Norte América, la petición del cliente que iba llegando al lugar de servicio de la agencia se convirtió en el disparador para jalar partes a través de cuatro aros de abastecimiento todo el camino hacia atrás hasta las hojas de acero, como vemos en la figura 4.4.4.A

Las agencias Toyota y los proveedores de partes aún podrán depender de la predicción computarizada de Toyota para planear la capacidad para contestar preguntas acerca del tamaño de las plantas manufactureras y del número de almacenes que se necesitarán en el futuro. Sin embargo, el reabastecimiento de partes día a día ahora será manejado en una manera radicalmente nueva: Cada vez que un cliente requiera de una parte en un lugar de servicio, una serie de aros de reabastecimiento resultarán eventualmente en más partes que son hechas por el proveedor en una situación que podría llamarse "vende uno; compra uno" o "embarca uno; fabrica uno".

Figura 4.4.4. A: Jalar A Través de Cuatro Aros



Para visualizar lo que esto significa, vamos a seguir al ejemplo de la defensa todo el camino a través de la corriente de valor. Antes de que las técnicas lean fueran aplicadas a cualquier aspecto del sistema (antes de 1989) el tiempo desde la llegada de las hojas de acero a Bumper Works hasta que la defensa hecha de esas hojas era realmente subida a un camión era casi de once meses. Cuatro semanas en Bumper Works, dos semanas en Chrome Craft, unos cuantos días en el PRC de Toledo, seis meses en el PDC, y tres meses en el inventario de partes de Bob Sloane. (Un tiempo de esta magnitud era la norma, no la excepción, para toda la industria de partes automotrices en Norte América.)

Ya a finales de 1995, el tiempo prolongado había caído a cuatro meses: cuarenta y ocho horas en Bumper Works y Chrome Craft, unos cuantos días en el almacén de Toledo, dos meses en el PDC, y un mes y medio en el inventario de Bob Sloane. Está previsto que el tiempo prolongado caiga hasta dos meses y medio a medida que tanto el PDC como Bob Sloane reduzcan sus inventarios en respuesta a tiempos de reabastecimiento que también caen. Al mismo tiempo, el porcentaje de vehículos reparados cada día está incrementándose sustancialmente, y los costos (de inventario, de espacio de almacén, y de trabajo directo) están bajando dramáticamente.

Nótese que prácticamente no se ha requerido de equipó capital. Las modificaciones de las herramientas para permitir los cambios rápidos y los carritos especiales para la selección en las fábricas y los almacenes son creados por los trabajadores de producción como parte de las actividades *kaizen*, y así los sistemas MRP muy elaborados que antes regulaban las actividades dentro de las plantas de Bumper Works y Chrome Craft ya no son necesarios.

Los ahorros recién descritos son sólo el principio. Sloane Toyota, Toyota Motor Sales, Bumper Works, y Chrome Craft están ahora trabajando en la corriente de valor para las partes de servicio y de colisión como una empresa lean bajo el liderazgo de Toyota y están profundamente comprometidos con el concepto de la *perfección*, que veremos más adelante. Todos esperan reducir el tiempo prolongado y el costo de las partes de servicio. (La calidad en superlativo se toma como algo que se da por hecho, pero también la calidad se mejorará, como un complemento natural al flujo y al jalar.) Un enfoque será el extender la corriente de valor de suave flujo todo el camino hasta la materia prima ayudando a los fabricantes de acero a sobreponerse de su modo de pensar en batche y línea de espera. En el otro extremo de la corriente, con estímulo y ayuda de la agencia, los clientes pueden ser capaces de programar muchos de sus requerimientos de servicio por adelantado para que la necesidad de partes pueda predecirse con precisión.

La planta matriz de Toyota comenzó a perseguir este último enfoque en Japón poco después de la fusión en 1982 de Toyota Motor Sales y de Toyota Motor Company, la cual formó

la actual Toyota Motor Corporation. Entre 1982 y 1990, Toyota reorganizó su negocio de partes de servicio y de colisión en una manera idéntica al nuevo patrón Norteamericano, excepto que dió dos pasos adicionales. Creó Centros de Distribución Local (LCDs) en cada área metropolitana (como dueños junto con las agencias) y tomó prácticamente todo el stock de partes de las agencias con el resultado que las agencias Toyota en Japón ahora sólo cargan con una provisión de tres días de cuarenta partes de uso común como repuestos de los limpiaparabrisas. Luego motivó a las agencias para que trabajaran intensamente con cada cliente para programar por adelantado el servicio de mantenimiento para que las partes que se necesitaran pudieran predecirse de manera precisa por adelantado.

Como los Centros de Distribución Local están a una corta distancia uno de otro, un vehículo chico de entrega de partes puede circular desde el LDC a cada agencia cada dos horas, de manera muy similar de como son enviadas las partes desde los proveedores a las plantas de lean de ensamble. Y como los LDCs están lo suficientemente grandes para almacenar unas pocas de cada parte, prácticamente cada automóvil puede ser reparado el mismo día sin necesidad de flete express desde el Centro de Distribución de Partes en el siguiente nivel hacia arriba del sistema.

Cuando el cliente por primera vez programa el servicio para un día dado, se prepara un pedido para las partes necesarias. Luego, un día antes de la visita programada, cuando la agencia llama al cliente para asegurar que las reparaciones serán hechas al día siguiente, pedidos en firme para partes son hechos con el LDC para su envío en la siguiente entrega. Finalmente, en la mañana de la visita de servicio, los técnicos de la agencia examinan el carro para ver si se necesitarán partes adicionales y para hacer los respectivos pedidos para partes extra, para recibirse entre dos y cuatro horas desde el LDC.

Mientras que algunos aspectos de este sistema pueden solo funcionar en regiones con una alta densidad de población (por ejemplo, en Japón y muchas áreas del Oeste de Europa), la ventaja adicional ganada en la eficiencia del sistema de partes y el nivel de servicio para el cliente es asombroso, como se muestra en la Tabla 4.4.4.B

TABLA 4.4.4.B: Eficiencia de la Distribución de Partes y Nivel de Servicio, Toyota U.S.A. y Japón.

	U.S.A. 1994		U.S.A. 1996		Japón 1990	
	Partes/Días		Partes/Días		Partes/Días	
Centro de Distribución de Partes	50,000	120	65,000	30	60,000	18
Centro de Distribución Local	---	--	---	--	15,000	9
Agencia	4,000	90	6,000	21	40	3
Índice del Nivel de Inventario	100		33		19	
Tasa de Servicio horas	98% en 7 días		98% en 1 día		98% en 2	

Toyota U.S.A. tiene once PDCs regionales, que dan servicio a 1,400 agencias; Toyota Japón tiene 33 PDCs regionales, que dan servicio a 273 DCs que a su vez dan servicio a 4,700 agencias. (En Estados Unidos, las agencias Toyota también funcionan como vendedores locales de mayoreo.) Cada una tiene en promedio la cantidad diaria de ese número de partes en stock. El Índice del Nivel de Inventario es la suma total de los días por el número de partes en cada sistema, con U.S.A. 1994 = 100.

En este punto, esperamos que se pueda ver ya la necesidad de especificar el valor de manera precisa y de identificar cada paso en la corriente de valor para productos específicos; luego, de introducir el flujo; y enseguida dejar que el último cliente jale el valor de sus recursos. Sin embargo, mucho del potencial de lean thinking se perderá a menos que se tome el principio final con convicción. Es decir, que la meta sea la *perfección*.

4.5. La Perfección

Cuando Joe Day, el presidente de Freudenberg-NOK General Partnership (FNGP) de Plymouth, Michigan, comenzó en 1992 a introducir lean thinking en la alianza de Norte América entre los fabricantes más grandes del mundo de sellos y empaques, notó algo muy curioso. No importaba cuántas veces sus empleados mejoraran una actividad dada para hacerla más magra (lean), siempre encontraban más formas de remover *muda* eliminando esfuerzo, tiempo, espacio, y errores. Lo que es más, la actividad se volvió progresivamente más flexible y respondía mejor cuando el cliente jalaba.

Por ejemplo, cuando Freudenberg-NOK se propuso reorganizar la manufactura de placas de vibración en sus instalaciones de Indiana, una actividad *kaizen* inicial logró un 56 por ciento en productividad del trabajo y una reducción del 13 por ciento en la cantidad de espacio requerido en la fábrica. Sin embargo, al repetir esta misma actividad en los cinco eventos adicionales de *kaizen* de tres días cada uno durante los siguientes tres años, fue gradualmente posible incrementar la productividad en un 991 por ciento al mismo tiempo que reducir la cantidad del espacio requerido en un 48 por ciento, como se muestra en la Tabla 3.5.A. Y, además, son posibles mejoras adicionales que ya se tienen planeadas para el futuro.

TABLA 4.5. A: *Kaizens* Repetidas Sobre el Mismo Número de Parte, FNGP Ligonier, Fábrica de Indiana, Mi., 1992-1994.

	Febrero 1992*	Abril 1992	Mayo 1992	Noviembre 1992	Enero 1993	Enero 1994	Agosto 1995
Número de Asociados	21	18	15	12	6	3	3
Piezas hechas Por asociado	55	86	112	140	225	450	600
Espacio Utilizado (Pies Cuadrados)	2,300	2,000	1,850	1,662	1,360	1,200	1,200

*Rendimiento base antes del comienzo de la iniciativa lean en esta operación de tres turnos con siete asociados por turno.

NOTA: Durante este periodo, tanto el costo de los accidentes así como la Compensación de los Trabajadores declinaron en más de un 92 por ciento. El gasto total en este periodo fue menos de \$1,000, para un sistema de pintura en la línea y ajustado al tamaño apropiado que permitió el flujo de una sola pieza.

Todo esto parece retar a la lógica. Las actividades *kaizen* no son gratis, y la perfección (que significa la eliminación completa de *muda*) seguramente es imposible. ¿Así que, no deberían los gerentes eventualmente detener los esfuerzos para mejorar el proceso y simplemente administrarlo en un estado estable, evitando variaciones que se alejen del rendimiento "normal"?

A medida que se han revisado datos similares a los de la Tabla 3.5.A alrededor del mundo, se han encontrado dos reacciones prevalecientes. Una es que la administración de estado estable (administración de variaciones) en realidad es el enfoque de costo efectivo una vez que se ha fijado una actividad. La otra fue resumida por un gerente *senior* de una empresa Inglesa, la cual no había hecho nada para fijar sus sistemas de desarrollo del producto, programación, y de producción pero que estaba *planeando* hacer algo. ¿Porqué no simplemente se hizo el trabajo la primera vez? ¿Porqué no condujeron un ejercicio de planeación para identificar al proceso perfecto desde afuera para que no gastaran tres años antes de finalmente lograrlo?

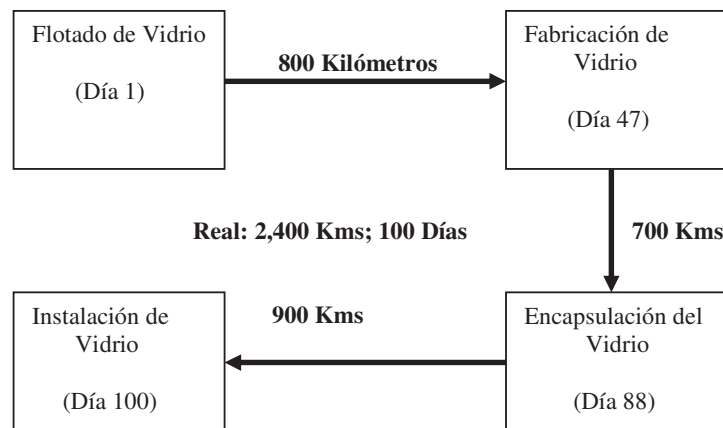
Ambas reacciones muestran cómo la administración tradicional falla en captar el concepto de la *perfección* a través de interminables pasos, lo cual es un principio fundamental del lean thinking. Como FNGP es uno de los perseguidores incansables de la perfección, su enfoque hace una perfecta ilustración de lo que la perfección significa en la práctica y de cómo perseguirla.

Existe una alternativa, un camino radical a la perfección, un *kaikaku* total de la corriente de valor que involucra a todas las empresas desde el principio hasta el final. La fabricación de vidrio para la industria automotriz nos da un ejemplo interesante. La fabricación de vidrio en Norte América, Japón, y Europa, la manufactura de vidrio fijo para automóviles y camionetas (sin incluir el vidrio montado en las puertas el cual se mueve para arriba y para abajo) involucra pasos muy similares sin importar cuales compañías los ejecuten. (Ver la Figura 3.5.B)

El primer paso es el flotado del vidrio, un aparato muy grande en el cual se derrite silica y flota sobre una reserva de hojalata líquido. Se van jalando las hojas de vidrio del flotado, se les corta en formas rectangulares, y cuidadosamente se enfrían. Por el tamaño del flotado típico y el problema de obtener la consistencia de batche a batche, grandes batches son producidos y almacenados por periodos considerables antes de enviarlos al fabricante de vidrio.

El fabricante de vidrio corta el vidrio en formas (descartando aproximadamente un 25 por ciento en el proceso). A las formas netas se les calienta justo por debajo del punto de fusión y se les coloca en moldes del tamaño deseado, en donde se les coloca (sin presión) o se les "prensa" (utilizando un molde en la parte superior para prensarlas en su forma correcta) en la geometría final necesaria para que precisamente queden justo en el marco del carro. Una vez más, la complejidad de cambiar los moldes y los problemas de lograr la consistencia batche a batche han causado que los fabricantes de vidrio tengan que manufacturar batches enormes de un número de parte dado y almacenarlas antes de su envío al encapsulador del vidrio.

FIGURA 4.5.B Vidrio Para Automóviles Hoy en Día



El encapsulador toma el vidrio de su propio almacenaje entrante e inserta a cada pieza en una máquina de moldeo la cual inyecta una forma de hule o plástico (más comúnmente

cloruro de polyvinilo) en un canal alrededor del perímetro del vidrio para crear un sello a prueba de agua y una junta de expansión para poder colocar el vidrio al cuerpo de acero del automóvil.

Después de otro poco de almacenamiento adicional en el encapsulador, el vidrio es enviado a la planta de ensamble de autos, en donde es instalado en el carro.

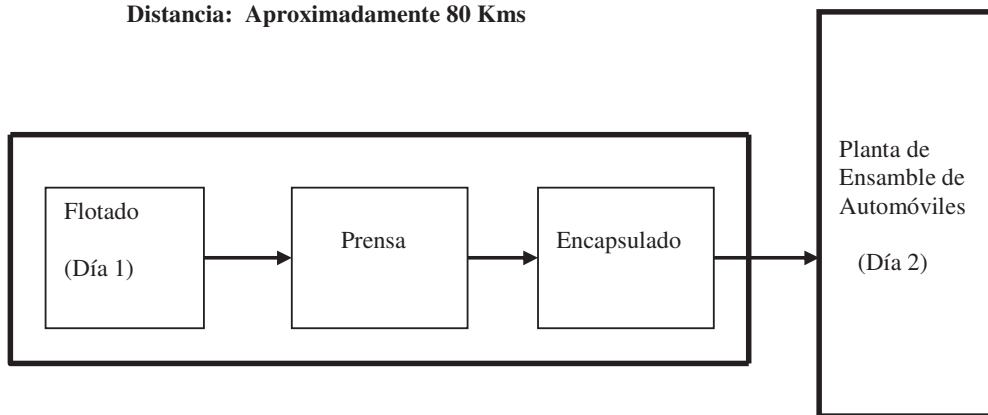
Claramente, mucho se lograría por el incremento en el mejoramiento en cada paso en este proceso. Por ejemplo, los sistemas de jalar que se describieron anteriormente pudieran introducirse para cada aro de reabastecimiento y los cambios de los herramientas pudieran hacerse más rápidamente, particularmente por el prensista de vidrio, para hacer batches más pequeños. Sin embargo, aún habría cantidades enormes de *muda* debido a la gran distancia entre las cuatro plantas involucradas y las grandes cantidades de transporte consumidor de tiempo y además, caro. Lo que es más, los problemas de calidad causantes de altos niveles de desperdicio aún serían difíciles de mejorar debido a los largos espacios de tiempo entre el prensado, el encapsulado, y los pasos de la instalación, en donde es muy probable que se descubran problemas con el paso previo.

Un salto radical hacia la perfección en este proceso involucraría el ajuste de tamaño del flotado del vidrio para la cantidad de producto necesario por un cliente específico, el reducir dramáticamente los tamaños de los batches en el paso del prensado y conducirlo al final del flotado para ahorrar la energía requerida para recalentar el vidrio, luego del paso de prensado, y finalmente localizando toda esta actividad cruzando la calle de la planta de ensamble de autos para que el jalar de la planta pueda ser contestado instantáneamente (como se muestra en la Figura 3.5.C).

FIGURA 4.5.C Vidrio Para Automóviles Después de la Realineación Radical

Total de Tiempo Requerido: < 2 días

Distancia: Aproximadamente 80 Kms



Nadie hasta hoy ha ido en busca de este enfoque porque un número de empresas, cuatro en este caso necesitarían cooperar en cambiar sus métodos formando una empresa ligera para

este producto (el cual bien puede definirse como todo el vidrio fijo necesario para una planta de ensamble para un tipo de automóvil). Sin embargo, si una empresa ligera fuera formada para replantear la corriente de valor completa, le seguirían unas reconfiguraciones radicales adicionales cuando la empresa se preguntara ¿Cuál es el verdadero valor aquí para el cliente y cómo lo creamos? Mínimo, sería necesario replantear la ubicación apropiada para el diseño del producto (¿la compañía de automóviles, la prensa de vidrio, el encapsulador de vidrio, o alguna alianza de los tres?) y el flujo de partes de servicio y de colisión.

De hecho, cada empresa necesita tener un enfoque tanto de mejora radical continua y de incremento para ir tras la perfección. Cada paso en una corriente de valor puede mejorarse en aislamiento a un buen efecto. Y prácticamente no hay preocupación por inversión para mejorar una actividad la cual muy pronto será reemplazada por completo. Con esto, enfatizaremos lo siguiente: **Si se están gastando cantidades significativas de capital para mejorar actividades específicas, se está persiguiendo la perfección de manera totalmente equivocada.** Profundizando, podemos decir que la mayoría de las corrientes de valor pueden mejorarse de manera radical completamente si se utilizan los mecanismos correctos de análisis.

Sin embargo, para de manera efectiva perseguir mejoras tanto radicales como que vayan en aumento, se necesitan dos técnicas lean finales. Primero, para poder formar una imagen en su mente de lo que sería la perfección, los gerentes de las corrientes de valor necesitan aplicar los cuatro principios lean de la especificación del valor, la identificación de la corriente de valor, crear flujo, y jalar. Se debe recordar que se quiere competir contra la perfección misma, y no sólo en contra de sus competidores, así que se necesita ser capaz de medir la brecha entre la realidad actual y la perfección. Luego, los gerentes de la corriente de valor necesitan decidir qué formas de *muda* atacar primero, por medio de la política de despliegue (frecuentemente llamada *hoshin kanri* en Japón, en donde se originaron estas ideas.

En cada paso se ha notado la necesidad para que los gerentes aprendan a ver: a ver la corriente de valor, a ver el flujo de la corriente de valor, a ver que el valor está siendo jalado por el cliente. La forma final de ver es la de traer la perfección a plena vista para que el objetivo de la mejora sea visible y real para toda la empresa.

Se acaba de presentar un ejemplo de la fabricación de vidrio: un replanteamiento radical de la corriente de valor completa para que todos los pasos creadores de valor sean conducidos inmediatamente adyacentes al cliente y exactamente cuando se les necesita. Toyota ciertamente tuvo una imagen de la perfección cuando emprendió en 1982 a replantear su negocio japonés de partes de servicio, y luego en 1989 cuando emprendió a aplicar los mismo conceptos en Norte América. Y Tesco necesita una visión de la perfección para el valor y para la corriente de valor de sus líneas de bebidas.

Paradójicamente, ninguna imagen de la perfección puede ser perfecta. Si la corriente de valor para vidrio automotor pudiese reconfigurarse como sugerimos, sería tiempo de imaginar una nueva perfección la cual iría más allá. La perfección es como el infinito. El tratar de visualizarla (y de llegar hasta ahí) es realmente imposible, pero *el esfuerzo para llegar ahí nos provee de inspiración y de dirección que son esenciales para hacer progreso a lo largo del camino.*

Además de formar una imagen de la perfección con las tecnologías apropiadas, los gerentes necesitan fijar un itinerario para los pasos a tomarse a lo largo del camino. La diferencia más grande entre aquéllas organizaciones que han hecho mucho y aquéllas que han logrado poco o nada es que los que han logrado mucho fijan itinerarios específicos para lograr tareas que parecen imposibles y luego de manera rutinaria llegaron a ellas o inclusive las excedieron. Los que lograron poco, en contraste, preguntaron lo que sería razonable para su organización y desconectaron las corrientes de valor a lograrse, y generalmente se dieron por vencidos antes de siquiera empezar.

Las empresas que nunca empiezan el camino por falta de visión obviamente fracasan. Lo que se necesita formar es visión, seleccionar los dos o tres pasos importantes que llevarte ahí, y dejen los otros pasos para después. No es que éstos nunca serán emprendidos, solo que la regla general de hacer una cosa a la vez y de trabajar en ella continuamente hasta completarla se aplica a las actividades de mejora con la misma fuerza con que se aplica al diseño, a la toma de pedidos, y a las actividades de producción.

Lo que se requiere de manera crítica es la última técnica de *política de despliegue*. La idea es de que la alta gerencia apruebe unas cuantas metas simples para hacer la transición de masa a lean, de seleccionar unos cuantos proyectos para lograr estas metas, designar a las personas y los recursos para hacer que se terminen los proyectos, y, finalmente, establecer metas de mejora numérica a lograrse en un punto en el tiempo.

Figura 4.5.D Matriz de la Política Lean de Despliegue

*			Reorganizar por familias de productos.	*		*							
	*		Crear las funciones de Productividad y de Mejoramiento de la Calidad	*			*						
*	*	*	Crear Empresas Lean con Proveedores			*		*	*	*	*	*	*
Identificar la Corriente de Valor por el Producto. Introducir flujo continuo y jalar. Mejorar dramáticamente la Calidad.			Realizar seis actividades mayores de mejora/mes.	Formar equipos del Producto dentro de seis meses. Formar Empresas Lean dentro de un año.	Equipos de Mejoras								
			Reorganización de la línea del Producto.		Equipo de la función de mejora.	Equipo de la familia del Producto A.	Equipo de la familia del Producto B.	Equipo de la familia del Producto C.	Equipo de la familia del Producto D.	Equipo de la familia del Producto E.			
	*		Reducir el Inventario por \$30 M	*									
		*	Reducir el Costo de la Calidad por \$ 15M	*									
	*		Reducir el Costo del Trabajo por \$ 30 M	*									

Por ejemplo, una empresa pudiera adoptar la meta de convertir completamente la corporación a flujo continuo con toda la gerencia interna de pedidos por medio de un sistema de jalar. Los proyectos para realizar esto pudieran consistir de: (1) reorganizar todo por familias de producto, con equipos para cada producto que realicen muchos de los trabajos de las funciones tradicionales, (2) crear una "función lean" para reunir a algún experto y ayude a los equipos de productos en la conversión, y (3) comenzar un conjunto sistemático de actividades de mejora para convertir los batches y retrabajo en flujo continuo. Las metas fijarían mejoras numéricas y marcos de tiempo para los proyectos, por ejemplo: convertir a los equipos del producto en seis meses, conducir actividades de mejora en seis actividades mayores cada mes y cuando menos una vez en cada actividad dentro del primer año, reducir la cantidad total de inventarios a mano en un 25 por ciento durante el primer año, reducir el número de defectos que se escapan hacia los clientes en un 50 por ciento durante el primer año, y reducir la cantidad de esfuerzo requerido para producir una cantidad dada de cada producto en un 20 por ciento durante el primer año

La mayoría de las organizaciones que están tratando de hacer esto encuentran que es de mucha ayuda construir una matriz anual de política de despliegue, como se muestra en la figura 4.5.D, la cual resume las metas, los proyectos para ese año, y las metas para ese año para que todos en toda la organización las pueda ver. Al hacer esto, es esencial discutir abiertamente la cantidad de recursos disponibles con relación a las metas para que todos estén de acuerdo a medida que comienza el proceso que es en realidad realizable.

Como el concepto de hacer una transición dramática comienza a tomar forma, el número de proyectos se tiende a multiplicar. Esto es fascinante pero es la señal de que se quiere abarcar demasiado. Las empresas más exitosas han aprendido cómo "de-seleccionar" algunos proyectos, a pesar del entusiasmo de algunas partes de la empresa, para poder alinear el número de proyectos con los recursos disponibles. Este es el último paso crítico antes de lanzar esta implementación lean.

La transparencia en todo es un principio clave. La política de despliegue funciona como un proceso abierto para alinear las personas y los recursos con tareas de mejoramiento.

La fuerza catalítica es un individuo al que se le llama el *agente de cambio*. Aunque se le tacha continuamente de tirante, este agente de cambio necesita de la cooperación de todos para tener éxito. Y si están ustedes dispuestos a invertir cinco años en lograr todos los beneficios, en el siguiente capítulo, se detallará cómo trazar el mapa.

V. LEAN THINKING PASO A PASO. TRAZANDO EL MAPA.

5.1 Trazando los Mapas de la Corriente de Valor

Al aprender a trazar el mapa de la corriente de valor, primero ponemos los ojos en el flujo de producción empezando desde la demanda del cliente hasta la materia prima, el cual es el flujo que relacionamos con manufactura lean y precisamente es el área que se lucha al implementar los métodos lean.

El tomar una perspectiva de la corriente de valor significa enfocar todo el proceso, no sólo procesos individuales, y mejorarlo todo, no solamente optimizar las partes. Si realmente se enfoca todo y se recorre todo el camino desde las moléculas hasta llegar a los brazos del cliente, se necesitará seguir la corriente de valor para un producto a través de muchas empresas y aún más instalaciones. Pero trazar esta corriente entera es muchísimo para poder empezar.

Sólo veremos el flujo de producción de "puerta a puerta" dentro de una planta, incluyendo el envío a la planta del cliente y la entrega de partes y material, en donde se puede diseñar una visión de estado futuro y empezar a implementarla inmediatamente. Este es un buen nivel en el cual poder empezar el trazado del mapa y es esfuerzo para la implementación lean.

A medida que crezca su confianza y su experiencia lean pueden **expandirse** hacia afuera, desde el nivel de la planta hacia el mapa completo desde las moléculas hasta el usuario final. Nótese, sin embargo, que en grandes compañías que cuando la corriente de valor pasa a través de una o más de sus propias instalaciones, el expandir el mapa para que incluya el flujo a través de las otras instalaciones deberá pasar muy rápidamente.

En dondequiera que haya un producto para un cliente, hay una corriente de valor.

El reto está en verla.

Trazar el mapa de la corriente de valor es una herramienta de lápiz y papel que les ayudará a ver y entender el flujo de material e información a medida que un producto se abra paso a través de la corriente de valor. Lo que significa el trazar el mapa de la corriente de valor es muy sencillo: Seguiremos el caminito de la producción del producto desde el cliente hasta su proveedor, y cuidadosamente dibujaremos una representación visual de cada proceso en el flujo de información y material. Luego, nos haremos preguntas claves y dibujaremos un "estado futuro" de cómo debiera fluir el valor.

El hacer esto una y otra vez es la forma más sencilla de enseñarse uno mismo (y a los colegas) de cómo ver el valor, y de manera especial, las fuentes del desperdicio.

Al practicar dibujar mapas de la corriente de valor aprenderás a ver el piso de tu área de modo que apoye la manufactura lean. Sólo recuerda que el objetivo de convertirse a lean no es el trazar mapas, lo cual solamente es una técnica. Lo que importa es el implementar un flujo que agregue valor. Para crear este flujo sólo necesitarás una visión de un estado ideal, o al menos mejorado.

No salgas de inmediato a trazar todas las corrientes de valor inmediatamente. Para obtener algún beneficio del trazado de la corriente de valor primeramente haz uso de esto en el

piso de tu área, trazando una corriente de valor que realmente estarás implementando. Si estás planeando hacer cambios en una corriente de valor, asegúrate primero de dibujar un mapa de un estado futuro primero. Si estás diseñando un proceso de producción nuevo, primero dibuja el mapa de un estado futuro para esa corriente de valor. Si estás considerando un nuevo sistema de programación, primero dibuja el estado futuro. Si vas a cambiar de gerente de producción, utiliza los mapas de la corriente de valor para ayudar a asegurar un progreso inicial y continuo de implementación.

Dentro del flujo de producción, el movimiento de material a través de la fábrica es el flujo que normalmente viene a mente. Pero existe otro flujo, el de la información, que le dice a cada proceso qué hacer después. Los flujos de información y material son dos lados de la misma moneda. Se debe trazar el mapa de ambos.

En la manufactura lean el flujo de información es tratado con la misma importancia que el flujo de material. Toyota y sus proveedores pueden utilizar los mismos procesos que los que usan los productores en masa; como por ejemplo, el prensado, el soldado, el ensamble, pero las plantas de Toyota regulan su producción de manera muy diferente de las de productores en masa. La pregunta para hacerse uno mismo es, "¿Cómo puede fluir la información para que un proceso haga sólo lo que el siguiente proceso necesita cuando lo necesita?"

Un punto que se debe comprender claramente antes de empezar es la necesidad de enfocarse en una familia de productos. A sus clientes les interesan los productos específicos que ellos les compran, no todos los productos que ustedes fabrican. Así que no estarán ustedes trazando los mapas de todo lo que pasa por el piso de la planta. A menos que tengan ustedes una planta chica de un solo producto, el dibujar todos los flujos de productos en un solo mapa es muy complicado. El trazar las corrientes de valor significa caminar y dibujar los pasos de procesamiento para una familia de productos (de material e información) de puerta a puerta dentro de su planta.

Se deberá identificar las familias de productos desde el extremo del cliente en la corriente de valor. Una familia es un grupo de productos que pasan a través de pasos de procesamiento similares y a lo largo de equipo común en los procesos corriente abajo. En general, no se deberá tratar de discernir las familias de productos viendo los pasos de fabricación corriente arriba, lo cual puede servir a muchas familias de productos en modo de batch. Se deberá escribir claramente lo que es la familia de productos seleccionada, cuántos números de partes diferentes hay en esa familia de productos, cuánto se requiere por parte del cliente, y con qué frecuencia.

Si la mezcla de productos es complicada se puede crear una matriz con pasos de ensamble y el equipo en un eje, y los productos en el otro eje, como en la figura 5.a.

FIGURA 5.a. Matriz Para Seleccionar una Familia de Productos.

		Pasos de Ensamble y Equipo							
		1	2	3	4	5	6	7	8
P R O D U C T O S	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

Se ha encerrado una familia de productos.

Ya habrán notado que trazar la corriente de valor para una familia de productos los llevará a través de barreras organizacionales en su compañía. Como las compañías tienden a estar organizadas por departamentos y funciones, en lugar de por flujo de pasos creadores de valor para familias de productos, frecuentemente se encuentra que nadie es responsable por la perspectiva de la corriente de valor. Por esto mismo es que se ha enfatizado mucho en kaizen para nivelar el proceso. Es muy raro visitar una planta y encontrar a una sola persona que conoce el flujo completo de material y de información para un producto (incluyendo todos los procesos y cómo cada uno está programado). Sin embargo, sin esta persona, partes del flujo se dejarían a la deriva (áreas individuales de procesamiento operarían de manera que fuese óptimo para su propia perspectiva, y no para la perspectiva de la corriente de valor).

Para alejarse de las islas aisladas de la funcionalidad se necesita una persona con responsabilidad de líder para entender la corriente de valor de una familia de productos y que la mejore. Se le llama a esta persona Gerente de la Corriente de Valor (GCV), y se sugiere que reporte a la persona de máxima autoridad en la planta. De esta forma tendrá el GCV el poder necesario para ayudar a que el cambio se dé. A continuación se detalla la descripción de puesto de un GCV:

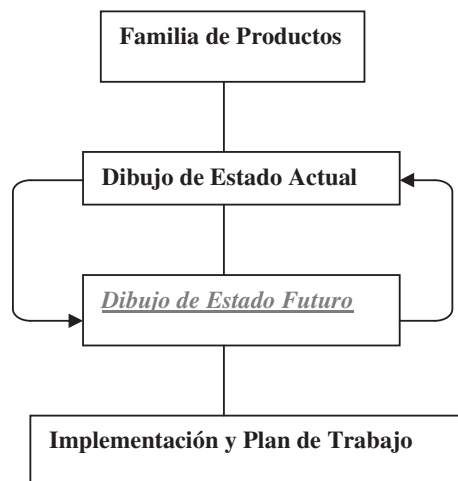
- Reporta el progreso de la implementación lean a la persona de máxima autoridad en la planta.
- Una persona de línea, no de staff, con la capacidad para hacer que el cambio se dé a través de barreras funcionales y departamentales.

- Lidera la creación de los mapas de la corriente de valor de estado actual y estado futuro y el plan de implementación para avanzar de presente a futuro.
- Monitorea todos los aspectos de la implementación.
- Camina y revisa los flujos de la corriente de valor a diario o semanalmente.
- Hace de la implementación la máxima prioridad.
- Mantiene y periódicamente actualiza el plan de implementación.
- Insiste en ser una persona que mete las manos y que se motiva por resultados.

No se cometa el error de dividir la tarea de hacer el mapa entre los gerentes de área y luego esperar poder zurcir los segmentos individuales. De similar manera, no se debe trazar el mapa de su fábrica. Se debe trazar el mapa del flujo de productos a través de la fábrica.

Son necesarios tanto el flujo de kaizen (mejoramiento de la corriente de valor) como el kaizen que nivela el proceso (la eliminación de desperdicio a nivel del equipo del piso de la planta) en tu planta; mejoramiento en uno mejora el otro. **El flujo de kaizen se enfoca en el flujo de información y material y el kaizen de proceso se enfoca en el flujo del proceso y de la gente.**

Figura 5.b. Pasos Iniciales en el Trazado de Mapas de la Corriente de Valor



El trazado de los mapas de la corriente de valor puede ser una herramienta de comunicación, una herramienta de planeación de negocios, y una herramienta para administrar su proceso de cambio. El trazado de la corriente de valor es esencialmente un lenguaje y, como con cualquier lenguaje nuevo, la mejor manera de aprender a trazar mapas es la de practicarla formalmente al principio, hasta que se pueda usarlo instintivamente.

El trazado de mapas de la corriente de valor inicialmente sigue los pasos que se muestran en la figura 5.b.

Nótese que "Dibujo de Estado Futuro" está subrayado, porque el objetivo es el de diseñar e introducir una corriente de valor. El más importante de todos será el mapa del estado futuro.

El primer paso es el de dibujar un estado actual, lo cual se hace reuniendo información en el mismo piso de la planta. Esto provee la información necesaria que se necesita para desarrollar un estado futuro. Nótese que las flechas entre los estados actual y futuro van en ambas direcciones, esto indica que el desarrollo de los estados actual y futuro son esfuerzos que se sobreponen uno al otro. Las ideas para el estado futuro surgirán cuando se esté trazando el mapa del estado actual. Similarmente, al trazar el estado futuro con frecuencia se podrá localizar información importante del estado actual que se nos haya escapado.

El paso final es prepararse y comenzar activamente utilizando un plan de implementación que describe, en una página, cómo se piensa lograr el estado futuro. Luego, a medida que su estado futuro se hace realidad, un mapa nuevo de estado futuro deberá trazarse. Eso es mejora continua al nivel de la corriente de valor. Siempre deberá existir un mapa de estado futuro.

Lo bueno de todo esto es que equipo de trazado de los mapas y de implementación termina con sólo con unas cuantas hojas de papel (el estado futuro y el plan para lograrlo) que pueden transformar su negocio.

El trazado del mapa para una familia de productos no deberá tomar mucho tiempo. En aproximadamente dos días deberán tener un mapa de estado futuro trazado hasta un punto en donde pueda empezar la implementación. No se debe enfrascar tratando de detallar perfectamente bien el mapa de estado futuro. Se puede ir detallando el mapa del estado futuro a medida que progresa la implementación.

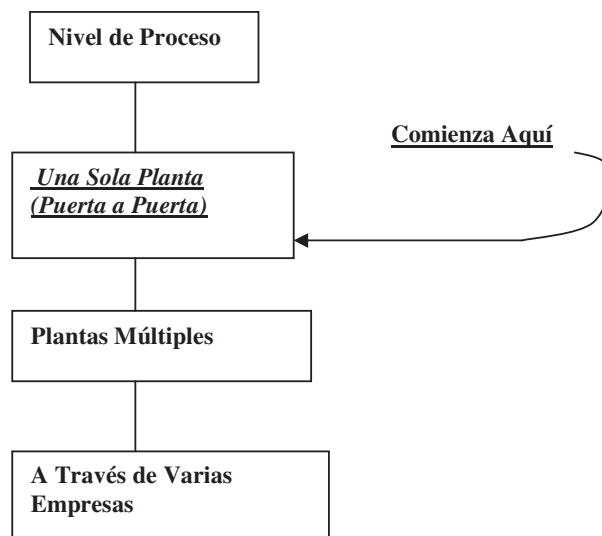
El propósito de trazar un mapa del estado actual es el de hacer notar la situación de producción actual trazando los flujos de información y de material.

El desarrollo del estado futuro empieza con un análisis de la situación de producción actual. Pondremos como ejemplo una fábrica inventada que se llamará Prensas Acme. El trazado empieza a un nivel de flujo de puerta a puerta en tu planta, en donde se dibujan las categorías como "ensamble" o "soldadura", en lugar de escribir cada paso de proceso.

Para esto, se utilizan una serie de "iconos" o símbolos para representar los flujos y procesos. Se pueden desarrollar iconos propios (aparte de los presentados aquí), pero deberán mantenerlos consistentes dentro de su empresa para que todos sepan cómo trazar y entender los mapas que se necesitan para instituir la manufactura de lean thinking.

Una vez que se ve el flujo completo dentro de la planta, pueden cambiar el nivel de ampliación; enfocando para trazar cada paso individual dentro de una categoría de proceso, o enfocando hacia afuera para englobar la corriente de valor externa a su planta.

Figura 5.c. Niveles del Trazado de Mapas Para la Corriente de Valor Para una Familia de Productos.



Tips Para el Trazado de los Mapas:

- Uno mismo siempre deberá recoger la información de estado actual mientras camina a lo largo de los pasillos de los flujos de información y material.
- Empieza con una caminata rápida a lo largo de la corriente de valor completa de puerta a puerta, para lograr tener un sentido del flujo y de la secuencia de los procesos. Después de la caminata rápida, regrésate y reúne información en cada proceso.
- Empieza en el extremo de envío y trabaja corriente arriba, en lugar de empezar en el muelle de recibo y caminar corriente abajo. De esta forma siempre empezarán con los procesos que están más directamente ligados al cliente, que es quien debe ajustar el paso para los otros procesos corriente arriba.

- Trae tu cronómetro y no te confíes en tiempos estándar o información que no hayas obtenido personalmente. Los números en un archivo raramente reflejan una realidad actual. Los datos de los archivos pueden reflejar los tiempos en que todo estaba bien, por ejemplo, la primera vez que se hizo el cambio de colorante en tres minutos, ó la única semana desde que la planta abrió en que no se necesitó expeditar. Tu habilidad para ver un estado futuro depende de que vayas personalmente hacia donde está la acción y de entender y cronometrar lo que está pasando. (Las posibles excepciones a esta regla son los datos de arranque de maquinaria, las tasas de desperdicio o retrabajo, y los tiempos de cambios.)
- Traza el mapa de la corriente de valor completa tú mismo, aunque varias personas estén involucradas. El entender el flujo completo es de lo que se trata el trazado del mapa de la corriente de valor. Si varias personas trazan varios segmentos, entonces nadie entenderá el mapa como un todo.
- Siempre dibuja a mano y con lápiz. Empieza tu bosquejo en el mismo piso de fabricación a medida que conduces tu análisis del estado actual, y corrígelo después (una vez más a mano y con lápiz). El dibujar a mano se puede hacer sin perder tiempo, mientras estás en el piso de fabricación. A medida que dibujes, pensarás en más información que necesitas. El dibujar a mano significa que lo puedes hacer tú mismo, lo cual es la clave para poder entender los flujos de información y de material. El dibujar a mano significa que te podrás enfocar en entender el flujo, en lugar de enfocarte en cómo usar la computadora. El objetivo del trazado de mapas de la corriente de valor no es el mapa, sino entender los flujos de la información y el material. El hecho de corregir y detallar los dibujos a mano ayudará a mejorar tu habilidad en el trazado de estos mapas. ¡ Se deberá tener una goma siempre lista!

5.2. Trazando el Mapa del Estado Actual

Para empezar, **consulta el juego de datos de Prensas Acme que está en el Apéndice A de este trabajo y refiérete a él a medida que construimos el mapa del estado actual de Acme. También se debe tener a la mano una hoja de papel en blanco de preferencia doble carta y un lápiz para dibujar.**

La familia de productos de Acme que será dibujada en el mapa es un brácket de volante estampada en acero. Este componente sostiene la columna de hacer los giros al cuerpo del carro y se produce en dos versiones: una para los carros de conductor del lado izquierdo, y la otra versión es para el conductor a mano derecha. Como no varía el diseño más allá de las versiones de mano izquierda y de mano derecha, la familia de productos es muy reducida en este ejemplo.

Los límites del primer mapa de Acme son el flujo de puerta a puerta del producto a través de la planta de Acme, incluyendo el material básico que se provee (espiral de acero) y el envío de brackets completados al cliente de Acme, la planta de ensamble automotriz de la Calle State. El "mapeo" comienza con los requerimientos del cliente. Se representará la fábrica de

ensamble del cliente con un icono de **fábrica**, que se ubicará en la parte superior derecha del mapa. Debajo de este icono se dibujará un **cuadro de datos** que graba los requerimientos de la planta de ensamble del cliente de Acme.

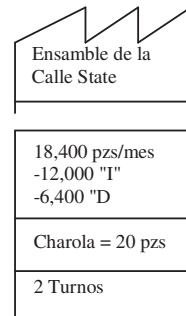


NOTA IMPORTANTE:

Como hemos visto desde el principio en Lean Thinking, el lugar crítico para empezar cualquier esfuerzo de mejoramiento es la clara especificación del valor de un producto como lo percibe el cliente final. De otra manera se corre el riesgo de mejorar una corriente de valor que eficientemente provee al cliente final con algo diferente de lo que realmente se quiere. De esta forma, el mapeo comienza con los requerimientos del cliente.

La fábrica de ensamble de la calle State opera en dos turnos. Este cliente utiliza 18,400 bráckets de dirección por mes y requiere envíos diarios. Típicamente 12,000 bráckets de conducción de "mano izquierda" y 6,400 de conducción de "mano derecha" se requieren cada mes. La fábrica de ensamble de la calle State requiere empaquetado retornable de las charolas de las tarimas con 20 bráckets en una charola y hasta 10 charolas por tarima. El cliente hace los pedidos en múltiplos de charolas, así que el tamaño del paquete es una charola de 20 partes. Todos los brackets de cada tarima tienen que ser de estilo de manejo de mano izquierda ó de mano derecha.

El siguiente paso de mapeo es el de dibujar los procesos básicos de producción. Para indicar un proceso se utiliza un **cuadro de proceso**. Para fines prácticos, un cuadro de proceso que se usa en el mapa de puerta a puerta nos indica un proceso en el cual el material está fluyendo. Ya que dibujar un cuadro para cada uno de los pasos del proceso haría el mapa muy difícil de manejar, se usa el cuadro de proceso para indicar un área de flujo de material, idealmente un flujo continuo. El cuadro de proceso hace un alto en el lugar donde los procesos son desconectados y el flujo de material se detiene.



Primera Vista del Mapa del Estado Actual que Muestra al Cliente

Por ejemplo, un proceso de ensamble con varias estaciones de trabajo conectadas entre sí, aunque haya un poco de inventario de TEP (trabajo en proceso) entre estaciones, debe dibujarse como un solo cuadro de proceso. Pero si un proceso de ensamble se desconecta del siguiente proceso de ensamble corriente abajo, con inventario estancado y acumulándose, y que está siendo movido en lotes entre ellos, entonces dos cuadros deben utilizarse.

El flujo de material se dibuja de izquierda a derecha en la mitad inferior del mapa en el orden de los pasos de procesamiento; no de acuerdo a la distribución física de la planta. En Prensas Acme se encontraron seis procesos en el flujo de material de los brackets de dirección, los cuales ocurren en el siguiente orden:

- *Estampado*
- *Estación de trabajo No. 1 de Soldadura de punto*
- *Estación de trabajo No. 2 de Soldadura de punto*
- *Estación de trabajo No. 1 de Ensamble*
- *Estación de trabajo No. 2 de Ensamble*
- *Envío*

Cada una de las estaciones de trabajo de soldadura de punto y de ensamble son procesos separados porque los productos no se mueven en un flujo desde uno hasta el siguiente. Se mueve inventario en canastas y se estanca entre las estaciones de trabajo. En el mapa, cada uno de estos procesos está representado por un cuadro de proceso, de izquierda a derecha en la mitad inferior de la hoja.

A medida que se avanza por el camino de este flujo en el piso de trabajo, se necesitará recolectar los datos que son importantes para poder decidir cuál será el estado futuro. Así que se dibuja un cuadro de datos debajo de cada cuadro de proceso. Después de dibujar los mapas de varios estados actuales y futuros se sabrá instintivamente qué información de proceso se necesita. La lista de datos típicos de procesos que sigue es para ayudarte a empezar:

- C/T (tiempo del ciclo)
- C/O (tiempo de cambios)
- T/U (tiempo útil de la máquina en demanda)
- CPC (tamaños de los batches de producción) (Cada Parte Cada ___)
- Número de operadores
- Número de variaciones del producto
- Tamaño del paquete
- Tiempo de trabajo (menos los descansos)
- Tasa de desperdicio

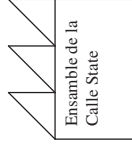
En Prensas Acme, se tiene la siguiente información para registrar en el cuadro de datos debajo de cada paso de proceso: el **tiempo del ciclo** (el tiempo que pasa entre una parte que sale del proceso a la siguiente parte que sale de ese proceso, en segundos); el **tiempo de cambios** para hacer los cambios de producir un tipo de producto a otro (en este caso, cambiar de los bráckets de conducir de mano izquierda a los bráckets para la conducción de mano derecha); el **número de personas** requeridas para manejar el proceso (el cual puede ser indicado con un icono de operación como se muestra dentro de los cuadros de proceso; el **tiempo disponible de trabajo** por turno en ese proceso (en segundos, menos los tiempos de descansos, de las juntas, y de limpieza); y la información del **tiempo útil** de la máquina.

En el cuadro de datos de "prensado" también se mostrará **CPC**, lo cual significa "cada parte cada _____" y es una medida del tamaño del lote de producción. Por ejemplo, si se hace el cambio para producir una parte en particular cada tres días, entonces el tamaño del lote de producción de esa parte en particular vale aproximadamente tres días de partes. Nótese que el **tiempo del ciclo es el tiempo entre las partes que salen del final del proceso** y no el tiempo total del ciclo que toma una parte para moverse a través de todos los pasos del proceso. Nótese también que el tiempo de trabajo disponible dividido entre el tiempo del ciclo y multiplicado por el porcentaje de tiempo útil de la máquina es una medida de la capacidad actual del proceso, si es que no se hacen cambios.

A medida que se camina por el flujo de material del producto se encontrarán lugares en donde se acumula el inventario. Es muy importante dibujar estos puntos en el mapa del estado actual porque nos indican en dónde está parando el flujo. Se utilizará un icono de "triángulo de precaución" para captar la ubicación y la cantidad del **inventario**. (Si el inventario se acumula en más de un lugar entre dos procesos, se dibujará un triángulo para cada ubicación.)



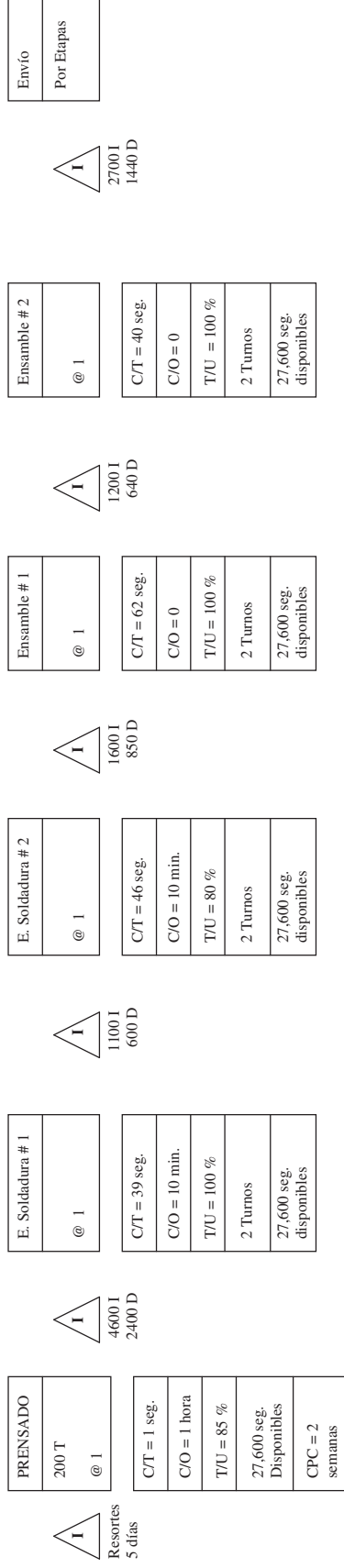
3150 piezas
2 días



18,400 pzs/mes
-12,000 I
-6,400 D
Charola = 20 pzs
2 Turnos

Segunda Vista del Mapa del Estado Actual con Todos los Procesos, Cuadro de Datos, y Triángulos de Inventario.

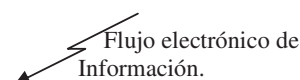
Inventario entre cada proceso. La cantidad observada de inventario se registra debajo de los Triángulos, en cantidad y/o tiempo.



Después de la última estación de ensamble en Acme, los bráckets de conducción en las charolas se llevan a un área de almacenaje (ícono de triángulo). Luego son colocadas por etapas en el área de envío de acuerdo a la programación diaria de envío y son enviadas diariamente vía camión a la planta de ensamble del cliente. Un ícono de camión y una flecha ancha indican el movimiento del producto terminado hacia el cliente. (Se deben crear íconos de vías de ferrocarril ó de carga aérea si se requieren.)

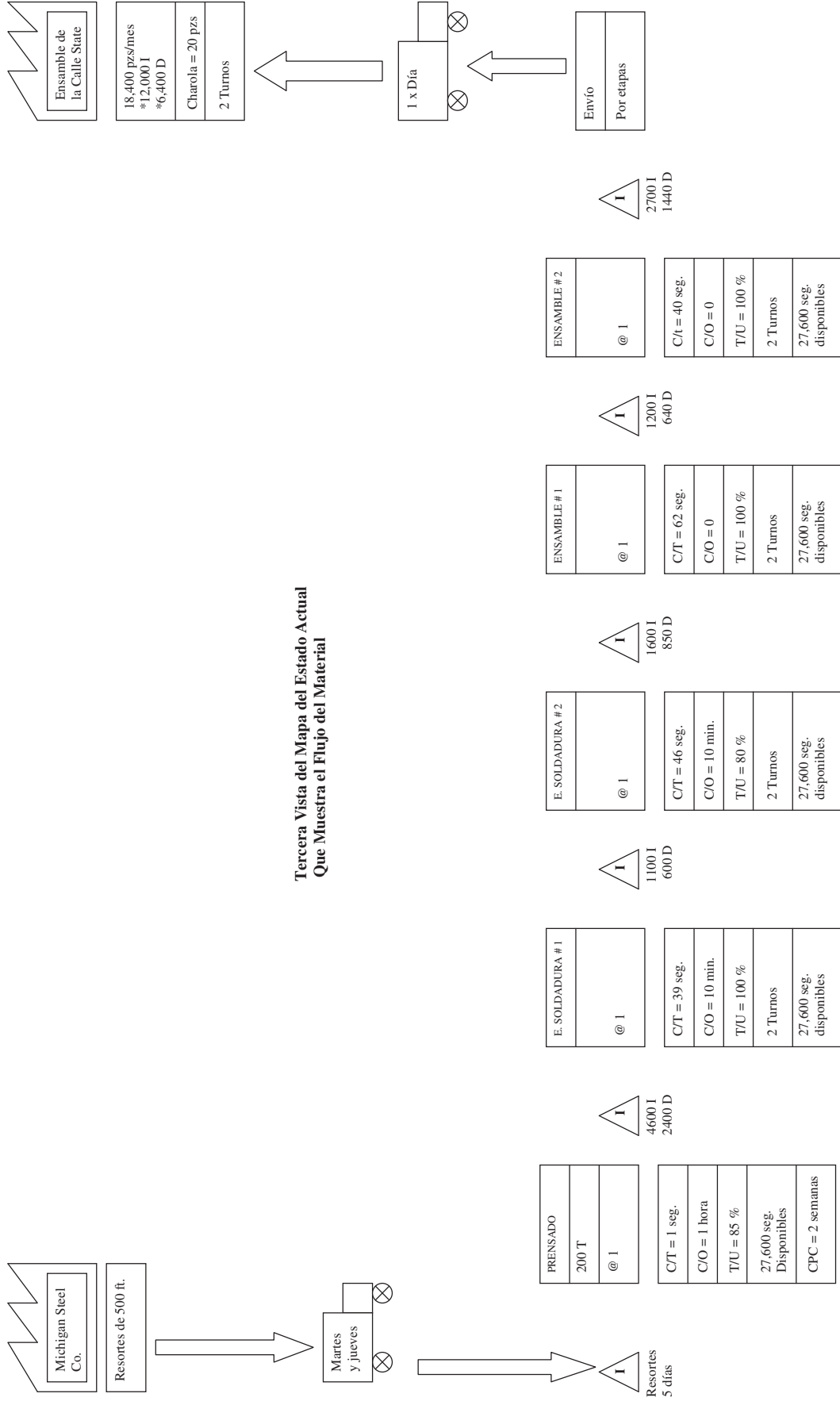
Al otro extremo del mapa, se representará al proveedor de acero con otro ícono de fábrica. Se utiliza el mismo ícono de camión y la flecha ancha para indicar el movimiento del material desde el proveedor hacia Acme. El proveedor de acero recibe un pedido semanal de Acme y hace los envíos dos veces por semana. Se registra en un cuadro de datos que el tamaño del paquete del proveedor es un rollo de acero enroscado de 500 pies. (En otras palabras, el proveedor no puede enviar menos de un rollo completo pero puede enviar cualquier número de rollos completos, como se requiera.) Una vez en Acme, el rollo de acero se lleva al área de almacenaje, como se muestra en el triángulo de inventario.

¿Pero cómo saben la planta de Acme, cada proceso dentro de la planta, y el proveedor de espiral de acero qué cantidad hacer y cuándo hacerla? Agreguemos el segundo aspecto de nuestro mapa de la corriente de valor: **el flujo de información**. Para hacer esto, se requerirán más íconos y más flechas, en particular una **línea delgada** para mostrar los flujos de información. Esta línea es modificada como un relámpago cuando la información fluye vía electrónica (intercambio de datos vía electrónica) en lugar de por papel. Un ícono de **cuadro chico** ó nudo se utiliza para etiquetar ó describir las flechas de flujo de información.

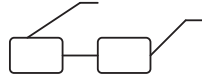


El flujo de información se dibuja de derecha a izquierda en la mitad superior del espacio del mapa. En este ejemplo de Acme, se dibujará el flujo de información de regreso desde la planta de Ensamble de la Calle State al departamento de Control de Producción de Acme y desde ahí hasta el proveedor de espiral de acero de Acme. Nótese que existen líneas separadas para las predicciones y pedidos diarios, porque estos son diferentes flujos de información.

El departamento de control de producción se dibuja con un **cuadro de proceso**, incluyendo la nota que Acme utiliza un Sistema computarizado de Planeación de los Requerimientos de Materiales (MRP) para programar el piso de fabricación. El control de producción de Acme colecta la información de los clientes y del piso de fabricación, la consolida y la procesa, y envía instrucciones específicas a cada proceso de manufactura acerca de qué debe producir y cuándo lo debe producir. El control de la producción también envía un programa diario de envío al departamento de envíos.



En sus esfuerzos por dibujar el mapa del piso de fabricación pueden encontrarse flujos de información más complicados que en las Prensas Acme. Por ejemplo, en muchas de las áreas los supervisores cuentan el inventario y hacen ajustes de programación basados en tal información. (Se le llama a esto programación "ve a ver" y se muestra con un icono de anteojos.) Traten de incorporar estos procesos de programación "informales" en su mapa utilizando las mismas flechas y nudos de información. Si se ve sucio, probablemente lo esté.



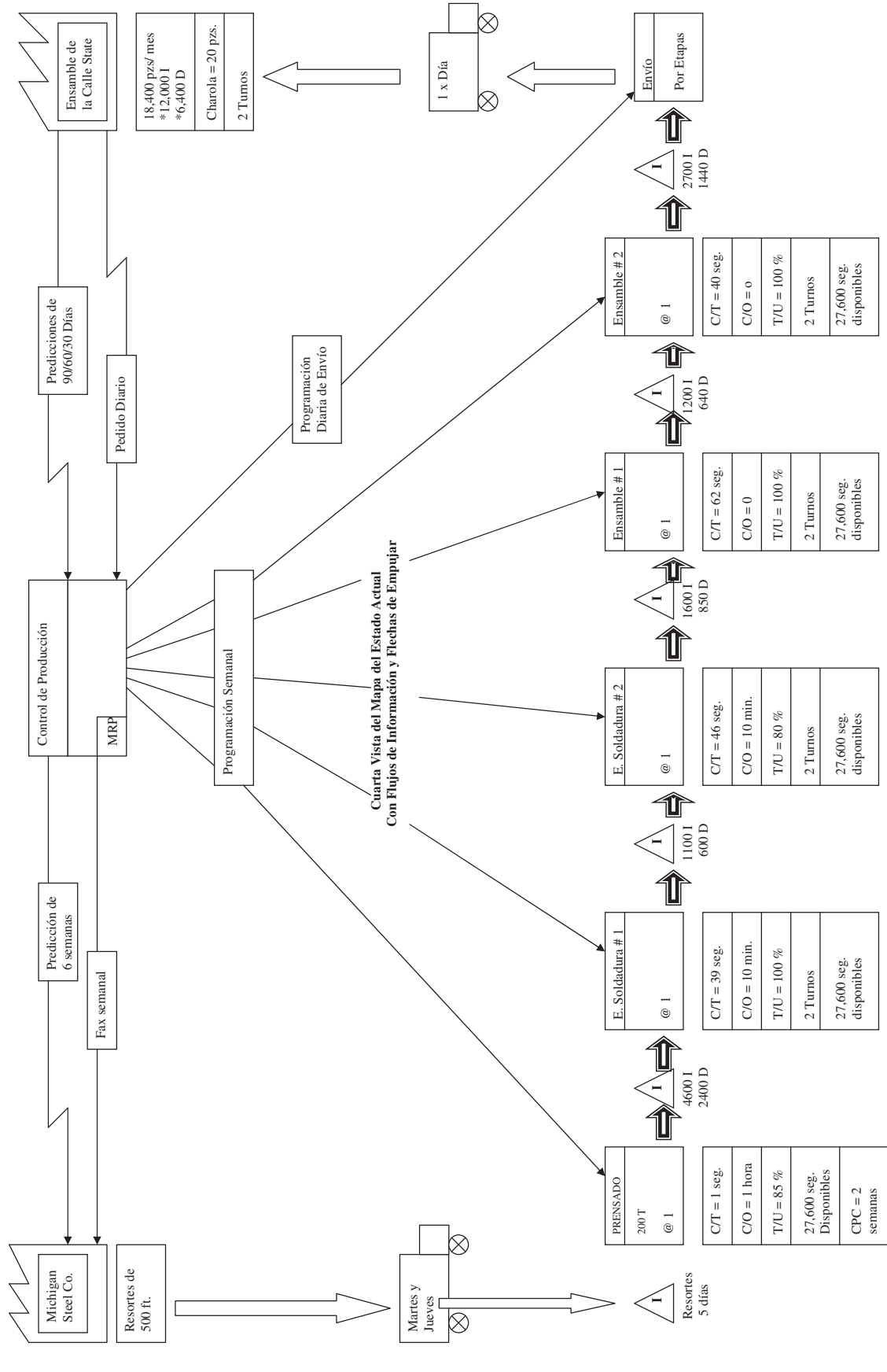
A medida que se esclarezca cómo cada proceso sabe qué hacer para su cliente (el proceso siguiente) y cuándo hacerlo, se puede identificar una pieza crítica de la información necesaria para dibujar el mapa: movimientos de material que son empujados por el productor, y no jalados por el cliente. "Empujar" significa que un proceso produce algo sin tomar en cuenta las necesidades reales del proceso del cliente corriente abajo y lo "empuja" hacia adelante.

Empujar típicamente resulta de producir basándose en una programación que adivina lo que el siguiente proceso necesitará. Desafortunadamente esto es casi imposible de hacer de manera consistente porque los programas cambian y la producción raramente va exactamente de acuerdo a la programación. Cuando cada proceso tiene su propia programación opera como una "isla aislada", desconectada de cualquier cliente corriente abajo. Cada proceso es capaz de fijar los tamaños de los lotes y de producir a un paso que tiene sentido desde su perspectiva, en lugar de la perspectiva de la corriente de valor.

En esta situación, los procesos de abastecimiento tenderán a hacer partes que los procesos de sus clientes no necesiten ahora, y esas partes son empujadas hacia el almacén. Este tipo de procesamiento de "lote y empuja" hace casi imposible que se pueda establecer un flujo suave de trabajo desde un proceso hacia otro.

El icono en el mapa para **un movimiento de empujar** el material es una flecha rayada. En Prensas Acme, sólo el departamento de envío está conectado al cliente. Cada uno de los otros procesos está produciendo de acuerdo a una programación, así que la transferencia de material desde un proceso hacia el otro ocurre vía el empujar. Una flecha de empuje se dibuja entre cada proceso.

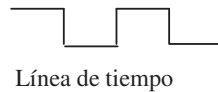




Ana Luisa Flores Muñoz

Al ver el casi terminado mapa ahora se puede notar el patrón básico de todos los mapas de la corriente de valor, específicamente, un flujo del producto físico desde la izquierda hacia la derecha de la porción inferior del mapa y un flujo de información acerca de este producto desde la derecha hacia la izquierda a través de la porción superior. También se puede ver cómo difiere el mapa de la corriente de valor de la herramienta típica visual que se utiliza en el análisis de operaciones (el plano de la instalación).

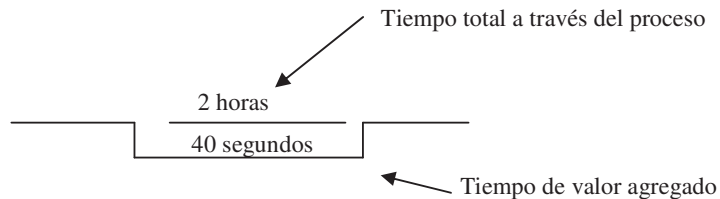
Con los datos de la información de las operaciones actuales que se dibujan o registran en el mapa, se pueden resumir las condiciones actuales de esta corriente de valor. Dibuja una **línea de tiempo** debajo de los cuadros de proceso y de los triángulos de inventario para sumar el tiempo total de producción, el cual es el tiempo que le toma a una parte atravesar todo el piso de fabricación, empezando con su llegada como materia prima hasta el envío al cliente.

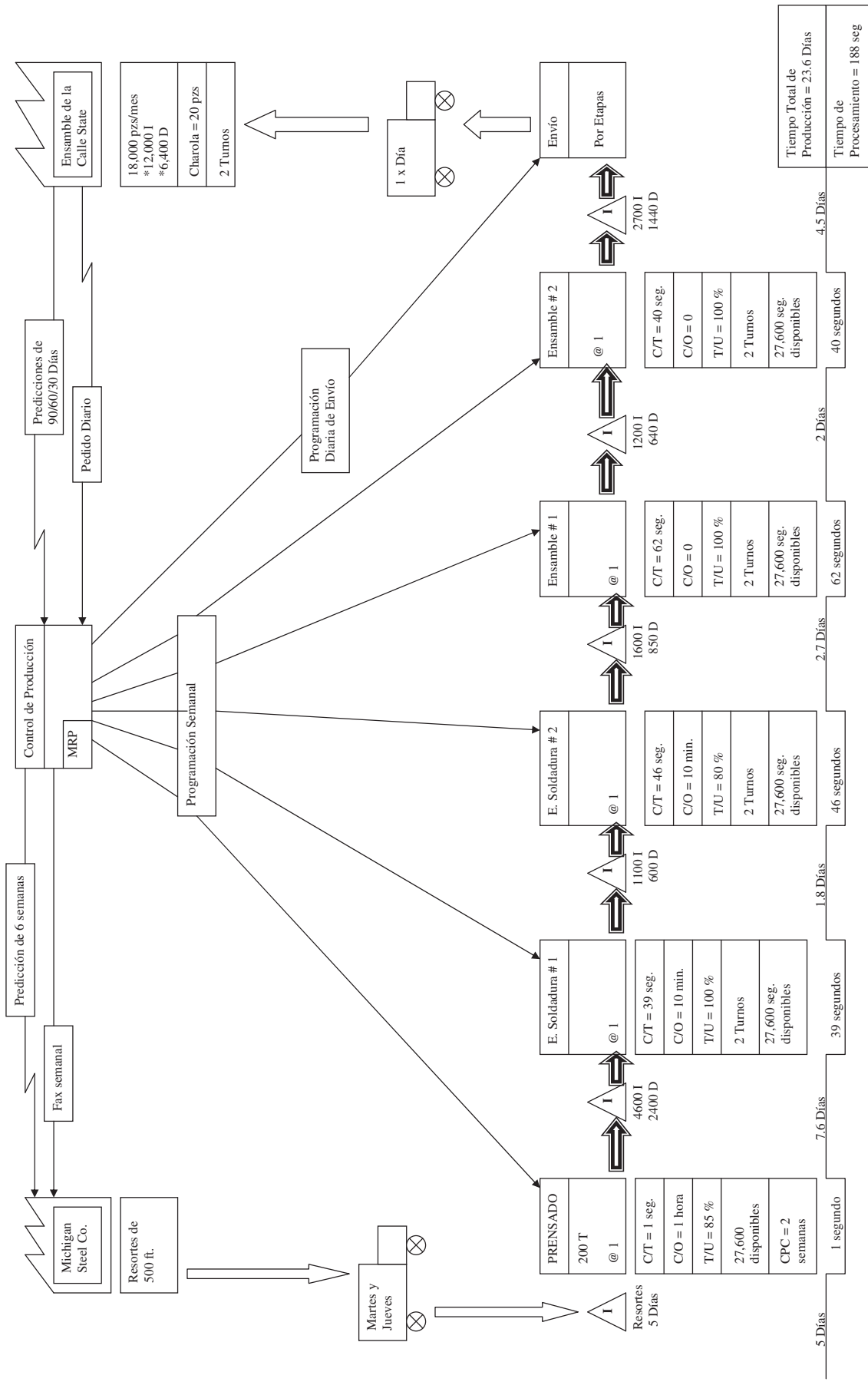


Los tiempos totales (en días) para cada triángulo de inventario están calculados como sigue: la cantidad de inventario dividido entre los requerimientos diarios del cliente. Sumando los tiempos totales a través de cada proceso y a través de cada triángulo de inventario en el flujo de material, puede llegarse a una buena estimación del tiempo total de producción. En Prensas Acme este número es 23.6 días. (Para los mapas con múltiples flujos corriente arriba, se utiliza el camino más largo para calcular el tiempo total.)

Ahora súmense los tiempos que agregan valor ó los tiempos de proceso, para cada proceso en la corriente de valor. Comparando los tiempos de valor agregado ó de proceso al tiempo total les debe dar un gran susto. En Prensas Acme el tiempo de proceso total involucrado en hacer una sola pieza es de sólo 188 segundos, y a esa misma pieza le toma 23.6 días para atravesar toda la planta.

En Prensas Acme el tiempo total a través de un proceso y el tiempo del ciclo son el mismo. Sin embargo, en muchos casos, el tiempo total para que una parte se mueva a través de todo un proceso es más largo que el tiempo del ciclo. Se pueden dibujar ambos tiempos (tiempo total a través de un proceso y el tiempo de valor agregado) como sigue:





Mapa Completo del Estado Actual
Ana Luisa Flores Muñoz

Hasta ahora, lo que se ha logrado es que se pueda ver la corriente de valor y que se comiencen a reconocer las áreas de sobreproducción. Sin embargo, un "mapa del estado actual" y el esfuerzo requerido para crearlo son pura **muda** a menos que se utilice el mapa para rápidamente crear e implementar un "mapa del estado futuro" que elimina las fuentes de desperdicio e incrementa el valor para el cliente.

Espero que se pueda ya visualizar la corriente de valor en el mapa del estado actual y se reconozcan las áreas de sobreproducción. El detalle de diseñar tu propia corriente de valor del estado futuro es que serás mucho más exitoso si ya lo has hecho muchas veces. Aquí es en donde un sensei que ha experimentado la curva de ese aprendizaje que requieres tú será de gran ayuda.

Sin embargo, la realidad es que no todos tenemos acceso a un buen sensei. Después de todo, Taiichi Ohno no tuvo consultores quienes lo guiaban a medida que construía el sistema de producción de Toyota a través de prueba y error después de la Segunda Guerra Mundial. De hecho, es una experiencia de aprendizaje invaluable el intentar una corriente de valor futura con tus propios recursos y la modifiques en busca de la mejora continua. Y hasta el día en el futuro cuando puedas producir tus productos en un flujo completamente continuo con el tiempo de proceso lo suficientemente corto como para permitir la producción solamente al pedido confirmado y tiempos de cero cambios entre productos, requerirás de varios mapas del estado futuro, cada uno un poco más esbelto y más cerca al ideal.

El mundo manufacturero actual, ha tenido mucha experiencia con la manufactura lean, así que puedes empezar con los principios y prácticas establecidas y trabajar para adaptarlas a los estados futuros de tus propias corrientes de valor. Antes de mostrar cómo trazar un mapa del estado futuro, necesitamos resumir los principios lean más importantes que debemos tener en cuenta para poder empezar.

Todo lo que realmente se quiere hacer en la manufactura lean es hacer que un proceso haga sólo lo que el siguiente proceso necesita que haga cuando lo necesita. **Se trata de ligar todos los procesos (desde el cliente final de regreso a la materia prima) en un flujo suave que genere el tiempo de proceso más corto, la más alta calidad, y el costo más bajo.**

5.3. Características de Una Corriente de Valor Lean

Guía # 1: Produce tu tiempo takt.

El tiempo takt sincroniza el paso de la producción con el paso de las ventas.

$$\text{Tiempo takt} = \frac{\text{Tu tiempo disponible de trabajo por turno}}{\text{Tasa de la demanda del cliente por turno}}$$

$$\text{Ejemplo: } \frac{27,000 \text{ seg.}}{455 \text{ piezas}} = \mathbf{59 \text{ segundos}}$$

- Resultados:
- * El cliente está comprando este producto a una tasa de uno por cada 59 segundos.
 - * Es la tasa meta para producir un producto y sus componentes.

Guía # 2: Desarrolla un flujo continuo cuando sea posible.

El flujo continuo se refiere a producir una sola pieza a la vez, con cada artículo que pasa inmediatamente de un paso del proceso al siguiente sin estancarse (y sin cualquier otro tipo de desperdicio) en medio. El flujo continuo es la manera más eficiente de producir, y todos debemos utilizar mucha creatividad en tratar de lograrlo.

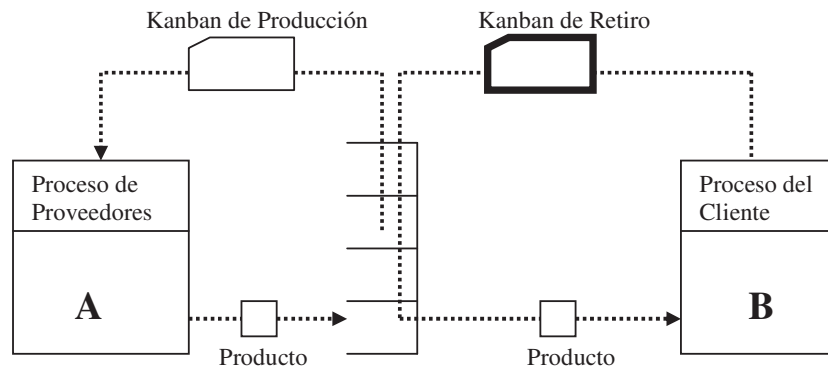
Guía # 3: Se deben utilizar los llamados "supermercados" para controlar la producción en donde el flujo continuo no se extiende corriente arriba.

Con frecuencia pueden existir puntos en la corriente de valor en los cuales el flujo continuo no es posible y es necesario tener batches. Puede haber varias razones para esto:

- Algunos procesos están diseñados para operar a tiempos de ciclo o muy bajos o muy altos y necesitan hacer cambios para servir a múltiples familias de productos (por ejemplo el prensado).
- Algunos procesos, tales como los de los proveedores, están muy alejados y el enviar una sola pieza simplemente no es realista.
- Algunos procesos tienen mucho tiempo de proceso o no son muy confiables como para poder conectarlos directamente a otros procesos en un flujo continuo.

Se debe resistir la tentación para programar estos procesos vía una función independiente de programación, porque una programación es simplemente una estimación de lo que los siguientes procesos en realidad necesitarán. En lugar de eso, se debe controlar su producción ligándolos a sus clientes corriente abajo, muy frecuentemente vía sistemas de jalar basados en supermercados. Esto es, que simplemente necesitas instalar un sistema de jalar en donde se interrumpe el flujo continuo y el proceso de corriente arriba todavía debe operar en modo de batche.

Sistema Jalar de Supermercado



1. El Proceso del Cliente va al supermercado y hace un retiro de lo que necesita en el momento en que lo necesita.
2. El Proceso de los Proveedores produce para resurtir lo que se ha retirado.

Propósito: Controlar la producción en el proceso de los proveedores sin tratar de programar. Controla la producción en medio de flujos.

Nótese que un "kanban de producción" activa la producción de partes, mientras que un "kanban de retiro" es una lista de compras que le dice al encargado de ese material que vaya y transfiera las partes.

Guía # 4: Trata de enviar la programación del cliente a sólo un proceso de producción.

Al utilizar sistemas de jalar de supermercados, sólo necesitarás programar un punto en tu corriente de valor de puerta a puerta. A este punto se le llama **el proceso marcador de pasos**, porque así como controles la producción en este proceso es como se marca el paso para todos los procesos corriente arriba. El material que se transfiere del proceso marcador de pasos corriente abajo hasta producto terminado necesita ocurrir como un flujo (no se debe de jalar ni de haber supermercados corriente abajo del proceso marcador de pasos). Por esta razón es que el proceso marcador de pasos es frecuentemente el proceso de flujo continuo más corriente abajo en la corriente de valor puerta a puerta. **En el mapa del estado futuro el marcador de pasos es el proceso de producción que es controlado por los pedidos externos del cliente.**

Guía # 5: Distribuye la producción de los diferentes productos de manera nivelada en el tiempo en el proceso marcador de pasos. (Nivelación de la mezcla de producción)

La mayoría de los departamentos de ensamble probablemente han visto que es más fácil programar largas corridas de un tipo de producto y evitar hacer cambios, pero esto crea problemas muy serios para el resto de la corriente de valor.

Agrupar los mismo productos y producirlos todos al mismo tiempo hace difícil poder servir a los clientes quienes quieren algo diferente del batche que está siendo producido. Esto requiere que se tenga más inventario de productos terminados (con la esperanza de que tendrás a la mano lo que quiere un cliente) o más tiempo total para poder cumplir con un pedido.

Trabajar por batches en el ensamblado también significa que los componentes fabricados serán consumidos en batches, lo cual infla los inventarios necesarios que surten los procesos en los supermercados corriente arriba a través de toda la corriente de valor. Y como la variación en la programación del ensamble final se amplifica a medida que te mueves corriente arriba, esos inventarios que surten a los procesos tenderán a agrandarse entre más corriente arriba vayas.

Nivelar la mezcla de producción significa distribuir la producción de diferentes productos de manera nivelada a través de un período de tiempo. Por ejemplo, en vez de ensamblar todos los productos tipo A en la mañana y todos los productos tipo B en la tarde, la nivelación significa alternar de manera repetida entre lotes más chicos de A y B.

Entre más niveles la mezcla de producción en el proceso marcador de pasos, más eres capaz de responder a los diferentes requisitos del cliente con un tiempo total más corto de proceso y al mismo tiempo tener poco inventario de producto terminado. Esto también permite que tus supermercados corriente arriba sean más chicos. Pero debes tener en cuenta que la nivelación de la mezcla requiere de algunos dolores de cabeza en el ensamble, tales como hacer más cambios y tratar de mantener todas las variaciones de los componentes en la línea en todo momento (para eliminar los tiempos de cambios). Tu recompensa será la eliminación de grandes cantidades de desperdicio en la corriente de valor.

Guía # 6: Se debe crear un "jaloneo inicial" soltando y retirando pequeños y consistentes incrementos de trabajo en el proceso marcador de pasos. (Nivelación del volumen de producción)

Muchas compañías sueltan grandes batches de trabajo a sus procesos de piso de fábrica, lo cual causa varios problemas, como:

- No hay ningún sentido del tiempo takt y no hay "jaloneo" al cual puede responder la corriente de valor.
- El volumen de trabajo realizado típicamente ocurre de manera dispareja en el tiempo, con picos y valles que causan una carga extra en las máquinas, las personas y los supermercados.
- La situación se vuelve difícil de monitorear. No se sabe si están atrasados o adelantados.
- Con una gran cantidad de trabajo que se asigna al piso de fábrica, cada proceso en la corriente de valor puede alternar pedidos. Esto incrementa el tiempo total y la necesidad de expeditar.

- El poder responder a los requerimientos del cliente se hace muy complicado, lo cual puede verse frecuentemente en flujos de información de complejos en los dibujos del estado actual.

El establecer un paso de producción consistente o nivelado crea un flujo de producción predecible, lo cual por su naturaleza te avisa de problemas y te permite tomar una acción correctiva rápida. Un buen lugar para empezar es en el proceso marcador de pasos y se hace soltando regularmente solo una pequeña y consistente cantidad de instrucciones de producción (normalmente entre 5 y 60 minutos), y retirando simultáneamente una cantidad igual de producto terminado. A esta práctica se le llama "retiro por pasos".

Al incremento consistente de trabajo se le llama **pitch**, y frecuentemente se calcula el incremento **pitch** basado en la capacidad del contenedor (el número de partes que caben en un contenedor de producto terminado), o un múltiplo o fracción de esa cantidad. Por ejemplo: Si tu tiempo takt = 30 segundos, y tu tamaño del paquete son 20 piezas, entonces tu **pitch** = 10 minutos (30 seg x 20 pzs = 10 minutos). En otras palabras cada 10 minutos:

- a) se le da instrucciones al proceso marcador de pasos para producir la cantidad de un paquete;
- b) se retira la cantidad de un **pitch** terminado.

Guía # 7: Desarrolla la habilidad de hacer "cada parte cada día" (luego cada turno, después cada hora ó tarima ó pitch) en los procesos de fabricación corriente arriba del proceso marcador de pasos.

Al acortar los tiempos de cambios y hacer lotes más chicos en tus procesos de fabricación corriente arriba, esos procesos podrán responder más rápidamente a las necesidades de cambios corriente abajo. A su vez requerirán que se tenga menos inventario en los supermercados.

5.4. Trazando el Mapa del Estado Futuro

El propósito de hacer mapas de la corriente de valor es el de resaltar las fuentes de desperdicio y de eliminarlas implementando la corriente de valor futura que puede convertirse en una realidad dentro de un periodo de tiempo corto. La meta es construir una cadena de producción en donde los procesos individuales sean ligados a su(s) cliente(s) ya sea por flujo continuo o por jalar, y cada proceso se acerque lo más posible a producir sólo aquello que necesita su cliente en el momento en que lo necesita.

Cuando vemos otra vez el mapa del estado actual para el brácket de la columna de dirección de Acme, ¿qué problemas notamos? Quizá lo más notorio es la gran cantidad de inventario, los procesos desconectados (cada uno produce a su propia programación) que

empujan lo que sale de ellos hacia adelante, y el tiempo total en comparación al tiempo tan corto de proceso. ¿Qué se puede hacer al respecto? Vamos a utilizar las siguientes preguntas para guiarnos al trazar el mapa del estado futuro:

Pregunta # 1: ¿Cuál es el tiempo takt de Acme para la familia de producto seleccionada?

El tiempo takt empieza a calcularse con el tiempo de trabajo disponible para un turno en el área de ensamble de Acme, el cual es de 28,800 segundos (8 horas). De esta cantidad se resta cualquier tiempo que no se trabaja, el cual es de dos descansos de 10 minutos cada uno por turno. La demanda del cliente de 460 unidades por turno. Entonces se divide el tiempo de trabajo disponible entre la demanda del cliente para dar un tiempo takt de 60 segundos.

Tiempo de trabajo disponible: 28,800 - 1200 segundos por turno

Tiempo de trabajo disponible	27,600 seg
Demanda del cliente	460 unidades por turno

Tiempo takt del Ensamble del Brácket de Dirección Acme = 60 segundos

Lo que significa este número de tiempo takt es que para poder cumplir con la demanda del cliente dentro de su tiempo de trabajo disponible, Acme necesita producir un brácket de dirección cada 60 segundos en su proceso de ensamble. Este número no incluye tiempo alguno para tiempo muerto del equipo, cambios entre los bráckets de mano izquierda a mano derecha, ó producción de desperdicio. Acme puede decidir que su ensamble sea en ciclos más rápidos que takt, si no puede de inmediato eliminar tiempo muerto por ejemplo, pero el tiempo takt es un número de referencia definido por el cliente y no puede ser cambiado por Prensas Acme.

Pregunta # 2: ¿Debiera Acme construir bráckets de dirección a un supermercado de producto terminado o directamente al departamento de envío?

En Acme, los bráckets de dirección son partes chicas (fáciles de almacenar) que solo tiene dos variedades. La demanda del cliente se eleva y cae de manera impredecible, y Acme no está seguro de la confiabilidad de cambios futuros que se hagan. Construir a un supermercado de producto terminado significa que el supermercado le dictaría la programación a ensamble; la otra opción es la de construir directamente al departamento de envíos, que significaría que el departamento de control de producción le dictaría la programación a ensamble. Así que Acme ha optado empezar con un supermercado de producto terminado y acercarse más a "producir para el departamento de envíos" en un futuro.

Acme puede utilizar la predicción de treinta días del cliente para determinar la cantidad de capacidad de producción necesaria en el periodo que está inmediatamente por delante. Acme determinará la producción real por medio de kanban que regresa corriente arriba a la celda de soldadura/ensamble desde el supermercado de producto terminado.

Ya que el cliente compra en charolas de múltiplos de 20 bráckets, esta es la elección más fácil para el "tamaño de kanban". Esto es, que cada charola de 20 bráckets de mano izquierda o mano derecha en el supermercado de producto terminado tiene un kanban de producción. A medida que el departamento de envío retira charolas del supermercado para enviarlas por etapas, los kanban de esas charolas se regresan a ensamble. Cada uno de esos kanban dice esencialmente "El cliente acaba de consumir 20 bráckets de mano izquierda (o mano derecha), por favor hagan otras 20."

Pregunta # 3: ¿ En dónde puede Acme introducir flujo continuo?

Tiempos de ciclo actuales para cada proceso de Prensas Acme:

Prensa= 1 seg.

Soldadura = 39 segundos.

Soldadura = 46 segundos.

Ensamble = 62 segundos.

Ensamble = 40 segundos.

El ciclo de la operación de prensado es muy rápido y cambia para servir a varias líneas de productos. Así que no sería práctico incorporarlo a flujo continuo, que significaría volverlo más lento. Tiene más sentido que funcione su prensa como una operación en batche y controlar su producción con un sistema de jalar basado en un supermercado.

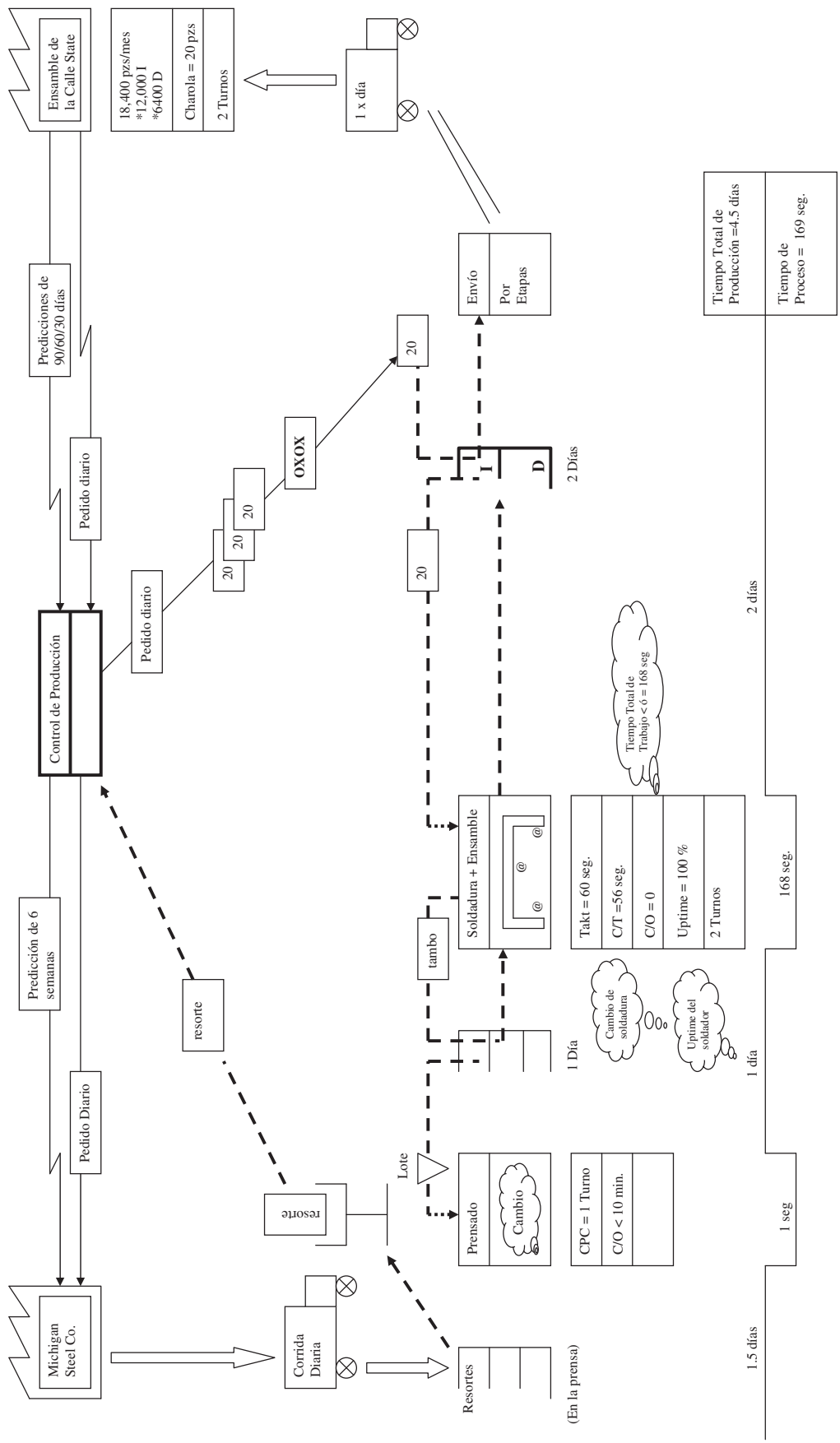
Al examinar las dos estaciones de trabajo de ensamble, se nota que sus tiempos de ciclo no están tan alejados uno de otro y cerca del tiempo takt también. Estas estaciones de trabajo ya están dedicadas a la misma familia de producto, así que el flujo continuo es una posibilidad. Lo mismo es cierto para las dos estaciones de trabajo de soldadura, en donde el trabajo pudiera pasar directamente de un paso de soldadura al siguiente en un flujo continuo.

El enfoque lean es el de colocar estos cuatro procesos inmediatamente adyacentes uno a otro (típicamente en un arreglo de celda), de que los operadores carguen o pasen partes de un paso del proceso al siguiente, y distribuir los elementos de trabajo para que cada contenido de trabajo del operador esté justamente por debajo del tiempo takt.

Al dividir el contenido de trabajo total de soldadura y de ensamble por el tiempo takt (187 segundos dividido entre 60) revela que se necesitarían 3.12 operadores para llevar a cabo la soldadura y el ensamble en un flujo continuo en tiempo takt. Cuatro operadores estarían subutilizados, pero una redistribución de los elementos de trabajo no será suficiente para eliminar la necesidad de un cuarto operador.

La siguiente opción es la de eliminar el desperdicio a través de un proceso de kaizen para llevar el contenido de trabajo por debajo del límite del tiempo takt. Una meta de kaizen pudiera ser de reducir el contenido de trabajo de cada operador a 56 segundos o menos (esto es, igual o menos de 168 segundos de contenido de trabajo total). Si eso falla, puede ser necesario utilizar tiempo extra. Con cualquiera de estos enfoques, el cuarto operador y el encargado del material quien actualmente mueve partes en medio de los procesos aislados puede reasignarse a otras actividades que realmente creen valor.

Para permitir que la producción se lleve a cabo a tiempo takt y la nivelación de la mezcla, un proceso marcador de pasos debiera de manera ideal tener poco o cero tiempo de cambios y cambiar muy frecuentemente. Así que los tiempos de cambio del área de soldadura de mano izquierda a mano derecha tendrán que reducirse de los actuales 10 minutos a unos cuantos segundos.



Pregunta # 4: ¿En dónde necesitará Acme utilizar los sistemas de supermercado de jalar?

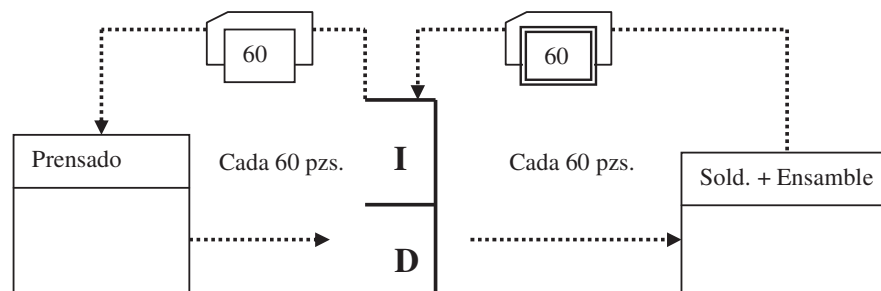
Acme ha decidido producir bráckets de dirección para un supermercado. Dos supermercados adicionales (uno para partes prensadas y uno para los espirales) son necesarios para completar la corriente de valor de la planta de Acme para los bráckets de dirección.

El diseño de un sistema de jalar comienza con los requerimientos del cliente, y el cliente de la prensa aquí es la celda de soldadura/ensamble. La celda actualmente requiere aproximadamente de 600 MI y 320 MD partes prensadas por día. Los recipientes para las partes prensadas deberían estar de tamaño adecuado como para permitir la facilidad de tener las piezas al alcance de la mano dentro de la celda (por ejemplo, recipientes de plástico cerca de los operadores), y no primariamente para la conveniencia de los departamentos de prensado o de envío. Los recipientes chicos de plástico permiten a Acme tener piezas prensadas tanto de MD como de MI dentro de la celda en todo momento. Esto además reduce los tiempos de cambio de MI a MD en el proceso marcador de pasos, en donde cambios muy frecuentes (nivelación de la mezcla) son el objetivo esbelto clave.

Cada recipiente en la celda tendrá un kanban de retiro adentro. Cuando un operador de la celda comienza a sacar partes de otro recipiente, su kanban de retiro se le entrega al encargado de material para que él o ella sepa que tiene qué ir al supermercado de prensado y "retirar" otro recipiente de esas partes.

Los kanban de retiro accionan el movimiento de partes. Los kanban de producción accionan la producción de partes. Acme puede adjuntar un kanban de producción a cada recipiente de 60 partes en el supermercado. Cada vez que el encargado de material quita un recipiente de un supermercado, un kanban será devuelto a la prensa. Esto instruye a las prensas a producir 60 partes, colocarlas en un recipiente, y moverlas a una ubicación específica (el "domicilio de mercado") en el supermercado de prensado.

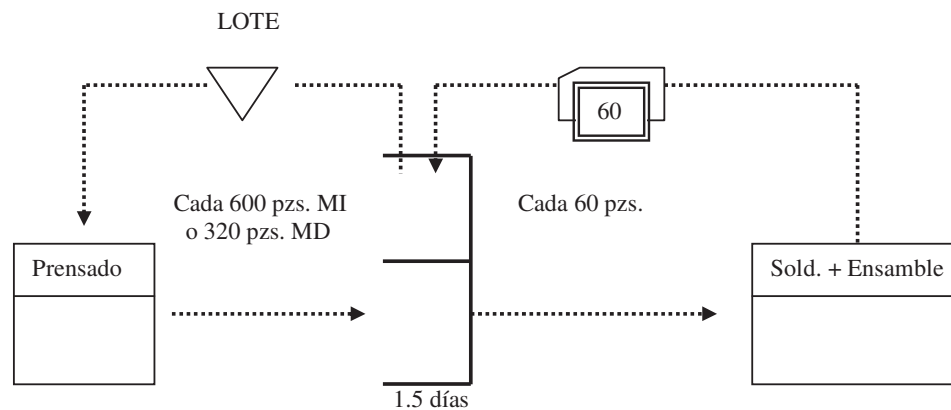
Ahora, el prensado ya no recibe la programación de control de producción. Con los iconos de mapeo, el flujo se ve así:



Sin embargo, debido al tiempo de cambio, el área de prensa necesita producir lotes más grandes que 60 piezas entre cambios. Con la meta inicial de "cada parte cada día", la meta

para el tamaño del lote de prensado para los brackets de dirección sería aproximadamente de 600 piezas de MI y 320 piezas de MD (lo cual aún necesitaría de reducción en el tiempo de cambio). La estación de prensado se quedará con 1.5 días de partes en su supermercado, medio día extra para permitir cualquier demora en el reabastecimiento y algunos problemas en el prensado.

Así que Acme utilizará un kanban de *señal* para programar el prensado. En este caso el kanban (frecuentemente un triángulo metálico) para las partes de mano izquierda y de mano derecha se trae a la prensa de estampado cuando el número de recipientes que quedan en el supermercado cae a un punto mínimo. Cuando un kanban triangular llega al pizarrón de programación de la prensa de estampado, éste inicia el cambio y la producción de un lote de tamaño predeterminado de una parte específica. La estación de prensado todavía no recibe una programación de control de producción. Así que el flujo ahora se ve así:



El supermercado de partes prensadas, los kanban de retiro y de señal así como los flujos de kanban (líneas punteadas) se muestran en el mapa del estado futuro.

Para construir una corriente de valor esbelta a nivel de la planta, el mapa del estado futuro también deberá mostrar un tercer supermercado en el área de recibo, el cual tiene espirales de acero. Aunque el proveedor de acero de Acme todavía no está listo para recibir kanban y producir de acuerdo a ellos, Acme aún puede adjuntar a cada espiral un kanban interno de retiro y enviar esos kanban a su propio departamento de control de producción cuando se utilice otro espiral. El departamento de control de producción puede entonces pedir más espirales basado en su uso real, en lugar de que éste esté basado en la mejor predicción de su MRP de cuál sería el uso. (El MRP todavía puede usarse para hacer una predicción de la planeación de capacidad para el proveedor del espiral, pero los pedidos día a día deberán basarse en el sistema de jalar.)

Actualmente el proveedor de acero está enviando los espirales semanalmente. Al planear una ruta que incluya a otros clientes en una entrega rápida, puede ser posible obtener el suficiente acero en base diaria. El simple hecho de moverse a una base diaria de entregas elimina el 80 % del inventario en Acme, al mismo tiempo que se obtiene una demanda estable para el proveedor de acero.

Se ha propuesto una celda del tipo de que muchas empresas han implementado en los últimos años, la introducción de jalar al control de producción del estampado y al envío de espirales, "cada parte cada día" en estampado, e instituyendo corridas cortas para los envíos desde el proveedor de la materia prima a Acme. Al construir una tabla de "antes y después" (ver abajo) para el estado actual y para el estado futuro hasta ahora, podemos ver una gran cantidad de desperdicio que puede removerse a través de estas acciones.

Estos son grandes pasos que estamos dando. Sin embargo, si el resto del flujo de la información en Acme no está cambiada, será muy difícil operar una corriente de valor. Así que necesitamos regresarnos al cliente y replantear el flujo de la información acerca de los deseos del cliente como es enviada de regreso a Acme y cómo se utiliza ahí.

ESPIRALES	PARTES ESTAMPADAS	SOLD./ENSAMBLE TEP	PRODUCTO TERMINADO	TIEMPO DE CICLO DE PRODUCCION	TOTAL DE VUELTAS INVENTARIO
5 DIAS	7.6 DIAS	6.5 DIAS	4.5 DIAS	23.6 DIAS	10
2 DIAS	1.5 DIAS	CERO	4.5 DIAS	8 DIAS	30

Pregunta # 5: ¿Cuál es el único punto en la cadena de producción (el proceso marcador de pasos) que Acme debiera programar?

Ya que todos los pasos de proceso corriente abajo del proceso marcador de pasos necesitan ocurrir en un flujo, en el ejemplo de Acme el punto de programación es claramente la celda de soldadura/ensamble. No se puede programar más corriente arriba (en el proceso de estampado) porque estamos planeando introducir un sistema de jalar entre el estampado (prensado) y soldadura/ensamble. Este solo punto de programación regulará toda la corriente de valor de los brackets de dirección de Acme.

Pregunta # 7: ¿Qué incremento consistente de trabajo debiera Acme liberar y retirar en el proceso marcador de pasos?

¿Cómo cambiará Acme la celda de soldadura/ensamble a la imagen takt, y qué tan frecuentemente revisará la producción ahí? El regresar los 46 kanban (el equivalente de dos turnos) a la celda al mismo tiempo no producirá ninguna imagen takt a la celda. Se debe evitar formar lotes de instrucciones de trabajo de esta manera. Un incremento natural de trabajo en soldadura/ensamble en el caso de Acme es 60 segundos de tiempo takt x 20 piezas por charola = 20 minutos. Este es el **pitch** de los brackets de dirección, el cual corresponde a un kanban por una charola de 20 brackets de dirección.

Esto no significa que cada 20 minutos alguien irá a la celda de soldadura/ensamble y preguntará "¿Cómo van las cosas?" Lo que significa este pitch es que Acme practicará la liberación pausada de instrucciones de trabajo, un kanban a la vez, y el retiro pausado de producto terminado en su celda de soldadura/ensamble.

Cada columna en la caja de nivelación de la producción de los brackets de dirección de Acme representa un pitch de incremento de 20 minutos. Las dos filas están designadas para los kanban de lado izquierdo y lado derecho. Cada 20 minutos, un abastecedor de material trae el siguiente kanban (el siguiente incremento de trabajo) a la celda de soldadura/ensamble y mueve las charolas recién terminadas de brackets al área de producto terminado. Si una charola no ha sido terminada en el incremento pitch de 20 minutos, entonces Acme sabe que existe un problema de producción (por ejemplo un problema en el equipo de soldadura de punto) que necesita de su atención.

Pregunta # 8: ¿Qué mejoras en el proceso serán necesarias para que la corriente de valor de Acme fluya como lo describe el diseño del estado futuro?

El lograr los flujos de información y material que visualizamos para Prensas Acme requiere de las siguientes mejoras en sus procesos:

- La reducción en el tiempo de cambio y los tamaños de lotes en la prensa de estampado, para permitir una más rápida respuesta en las actividades corriente abajo. Las metas son "cada parte cada día" y luego "cada parte cada turno".
- La eliminación del tiempo largo de 10 minutos requeridos para cambiar entre los herramientas de conducción de mano izquierda y de mano derecha en la soldadura, para hacer posible el flujo continuo y la producción mezclada desde la soldadura hasta el ensamble.
- La mejora en el tiempo útil de la segunda máquina de soldadura de punto, porque ahora estará ligada a otros procesos en un flujo continuo.

- La eliminación del desperdicio en la celda de soldadura/ensamble, para reducir el contenido total de trabajo hasta 168 segundos o menos. (Lo cual permite el uso de 3 operadores al nivel de la demanda actual.)

Estos rubros están marcados en el mapa del estado futuro con el icono de diálogo.

También debemos encontrar la forma de usar la prensa existente en una forma que desperdicie menos. El secreto aquí es de hacer que la prensa, que por cierto hace partes para otras familias de productos de la planta, haga lotes más pequeños de las dos partes que necesita nuestra corriente de valor y que los haga más seguido. Esto requerirá de una reducción adicional del tiempo de cambio.

De hecho, los métodos para reducir los tiempos de arranque de una prensa son bien conocidos y una reducción en tiempo a menos de 10 minutos puede lograrse rápidamente. Con eso, podemos imaginar a la prensa haciendo aproximadamente 300 partes prensadas para manejo del lado izquierdo y 160 partes prensadas de manejo de lado derecho (la necesidad de producción por turno); luego producir partes para otras corrientes de valor; luego que haga más partes para manejo de lado izquierdo y lado derecho en el siguiente turno.

CPC será equivalente ahora a cada parte cada turno. De esta forma la cantidad del inventario almacenado entre el proceso de prensado y la celda de soldadura/ensamble se reducirá en un 85 %.

Lo interesante de hacer la pregunta # 8 al final es que sus esfuerzos de mejora de procesos se subordinan al diseño global de la corriente de valor, en oposición a actividades de mejora aisladas. Los equipos ahora ya pueden tener un claro entendimiento de porqué están haciendo estas mejoras. Sin embargo, hay que empezar estas mejoras creando una acción de jalar, en lugar de empujar.

5.5. LA IMPLEMENTACION POR PASOS.

Un mapa de la corriente de valor visualiza el flujo completo dentro de su instalación, en contraste a sólo áreas individuales del proceso, y en la mayoría de los casos no será posible implementar el concepto completo del mapa del Estado Futuro al mismo tiempo. Hay muchísimo por hacer. Así que es la responsabilidad del gerente de la corriente de valor hacer la implementación por pasos.

Quizá el punto más importante de su plan de implementación del estado futuro es de no pensar en ellos como una serie de técnicas, sino visualizarlo como el proceso de construir una serie de flujos conectados por una familia de productos. Para ayudarte a esto, trata de pensar en ello como “aros de la corriente de valor”.

Divide tu mapa de la corriente de valor del estado futuro en segmentos o aros, como se describe a continuación:

El Aro Marcador de Pasos: El aro marcador de pasos engloba el flujo de material e información entre su cliente y el proceso marcador de pasos. Este es el aro más corriente abajo en sus instalaciones, y la forma en que se maneje este aro impacta todos los procesos corriente arriba en la corriente de valor.

Aros Adicionales: Corriente arriba del aro marcador de pasos existen aros de flujo de material y de flujo de información entre cada vez que se jale. Esto es, que cada sistema de supermercado para jalar en tu corriente de valor normalmente corresponde con el fin de otro aro.

Se puede encerrar en círculo a estos aros en tu mapa del estado futuro, para ayudarte a ver los segmentos de flujo que componen tu corriente de valor. Estos aros son una excelente manera para romper tu esfuerzo de implementación del estado futuro en pedazos manejables.

5.6. El Plan de la Corriente de Valor

Tu mapa del estado futuro ya muestra donde quieres ir. Ahora se necesita una hoja de papel más: un plan anual de la corriente de valor. Este plan debe mostrar:

- Exactamente lo que se planea hacer, paso a paso;
- Metas medibles;
- Puntos de revisión claros con fechas límite reales y el (los) nombre(s) de la (s) persona(s) que hizo (hicieron) la revisión.

La primera pregunta que normalmente surge en la planeación de la implementación es “¿En qué orden debemos hacer la implementación?” o “¿Dónde empezamos?” Se sugiere que se contesten estas preguntas considerando los aros en tu estado futuro de la corriente de valor.

Para elegir un punto para empezar puedes buscar aros que:

- Donde el proceso está bien entendido por tu gente;
- Donde la probabilidad de éxito sea alta;

Si has resaltado los aros en tu mapa del estado futuro, puedes enumerarlos en orden de tu plan de implementación (usando un lápiz, porque los planes sí pueden cambiar) Una estrategia efectiva es empezar la implementación en tu aro corriente abajo “marcador de pasos” y seguir corriente arriba como sea necesario. El aro marcador de pasos como está más cerca del cliente final, actúa como el “cliente” interno y controla la demanda en los aros corriente arriba. A medida que el flujo en el marcador de pasos se hace más esbelto y consistente, revelará problemas corriente arriba que necesitan atención. Sin embargo, la estrategia de “moverse corriente arriba” no necesariamente imposibilita el implementar simultáneamente sus objetivos del estado futuro en más de un aro a la vez en la corriente de valor. Por ejemplo, frecuentemente hemos optado por empezar trabajar en la reducción del tamaño de lote y en jalar en un aro de

fabricación corriente arriba mientras que estamos aún dando los últimos toques al flujo continuo y a la introducción de la nivelación en el aro marcador de pasos corriente abajo.

Dentro de un aro de la corriente de valor, una secuencia que pueden seguir sus mejoras de la corriente de valor generalmente es una que refleje las ocho preguntas anteriores.

Específicamente, las mejoras en un aro frecuentemente siguen este patrón:

1. Desarrollar un flujo continuo que opera basado en tiempo takt.
2. Establecer un sistema de jalar para controlar la producción.
3. Introducir la nivelación.
4. Practicar kaizen para continuamente eliminar desperdicio, reducir los tamaños de lote, reducir los supermercados, y extender el rango del flujo continuo.

El flujo continuo con un mínimo de desperdicio significa eliminar la sobreproducción, lo cual significa entonces que debes estandarizar tus elementos de trabajo para que la producción sea consistente y predecible a tu tiempo takt. Luego, necesitará jalar como un medio para dar instrucciones de producción al flujo (y para disparar la secuencia completa de producción desde el cliente, en el caso del aro marcador de pasos). Finalmente, necesitarás de la nivelación para lograr un flujo esbelto cada vez que se multipliquen los productos, simplemente porque la falta de la nivelación significará que siguen trabajando en apilar batches de diferentes productos. Aún cuando sólo produzcan un solo producto, necesitarán nivelar el volumen de la producción.

Eso solo nos deja con una pregunta clave, ¿Qué mejoras del proceso serán necesarias para que la corriente de valor fluya como lo especifica tu diseño del estado futuro?” El hecho de desarrollar exitosamente el flujo continuo, el jalar, y la nivelación demandará que se tengan qué variar niveles de trabajo preparatorio. Por ejemplo, antes que alcances un alto grado de nivelación deberás adquirir la habilidad de ejecutar cambios rápidos. O, antes de que puedas esperar que tus celdas de ensamble logren operar efectivamente en tiempo takt, necesitarás un alto grado de confiabilidad de las máquinas. O tu proceso de recibir los pedidos necesitará cambiarse.

Aquí tenemos la fuente de una pregunta capciosa: ¿Qué viene primero, estas mejoras primarias del proceso o la introducción continua de flujo, jalar, y la nivelación de las mejoras? Ciertamente, que ambas necesitan ir de la mano hasta cierto grado. Sin embargo, se ha encontrado que cuando se tiene la duda, hay que ir hacia delante en hacer las mejoras de flujo y dejar que esas mejoras guíen la implementación de apoyar las mejoras del proceso. De otra forma, puedes encasillarte en anhelar (y esperar) obtener un alto nivel de capacidad del proceso. No se debe quedar atorado en el proceso de mejora del proceso.

Una vez que ya tengas un sentido del orden básico en el cual quieres implementar los elementos de tu visión del estado futuro, el gerente de la corriente de valor necesita escribirlos como el plan anual de la corriente de valor.

VI. CASO DE ESTUDIO

El caso de estudio que nos ocupa es el de la Fábrica de Calzado Sure Shoes, S.A. que se dedica a fabricar calzado de seguridad industrial. Es una empresa que este año ya cumplió 40 años de existencia. Su actual dueño la tiene desde hace 18 años. Ha crecido mucho desde entonces.

La planta se compone de áreas o departamentos aislados unos de otros en donde el flujo continuo no existe. Estas áreas son lo que se pretende transformar en líneas de producción de flujo continuo. Al proceso como se maneja actualmente nos referiremos como “Proceso Convencional”. El caso de estudio se basa en una familia de productos (como ya se dijo en capítulos anteriores, una familia de productos se basa en que los productos pasan por pasos de proceso muy similares), los productos son:

- Aguila
- Apache
- Halcón

Cada modelo puede llevar un casquillo de diferente material que puede ser:

- Sintético
- Plástico
- Acero

Las partes principales de los zapatos son:

- Chinela
- Talón
- Fuey
- Tira
- Suela
- Forro
- Bullón

Las dos partes internas que tiene son:

- Casquillo
- Contrahorte (soporte interno del talón)

A continuación se muestra una tabla de las operaciones y los tiempos de cada una de ellas con el sistema de calificación de habilidades Most incluido.

Este caso de estudio se basa en su proceso convencional y cómo sería su transformación a líneas de producción a futuro. Hay muchas cosas por resolver. Analicemos en donde se encuentra la fábrica de calzado Sure Shoes con respecto a la metodología de Lean Thinking. En primer lugar, y como lo marca Lean, tenemos que la empresa sí le da valor a lo que quiere el cliente. Después, analizamos las operaciones que intervienen para con esto, identificar su secuencia y la corriente de valor. Se hace un estudio de tiempo, incluyendo la calificación de habilidades como lo marca el sistema Most.

Tabla 6.1.

OPERACION	TIEMPO MOST (min)
CORTE	
1. Corte de Forro	1.19
2. Corte de Piel	3.29
3. Foliar	0.18
4. Troquelar	0.32
5. Pintar Cantos (Talón)	0.15
6. Pintar Cantos (Tiras)	0.17
7. Rebajar (Talón)	0.53
8. Rebajar tira	0.12
9. Aplicar Endurecedor	0.20
PESPUNTE	
10. Cementar Piel	0.98
11. Empalmar Piel	0.86
12. Enchinelar Forro	1.02
13. Enchinelar Piel	1.43
14. Cerrar Talón de Forro	0.80
15. Cerrar Talón de Piel	1.38
16. Tiras	1.47
17. Cementar Ternera	0.80
18. Empalme de Bullón	3.00
19. Cementar Piel y Forro	3.08
20. Empalme de Piel y Forro	2.82
21. Coser bullón	1.73
22. Cementar fuey	1.19
23. Empalme de fuey y cortar puntas	1.88
24. Frente y anclas	4.40
25. Ojillar	0.63
26. Orlear Piel	3.00
27. Orlear Forro	1.32
28. Preformar	1.83
29. Viras	0.95
30. Contrahorte	1.25
30. Ensuelado por Inyección	18.48
ACABADO	
31. Desvirado	1.67
32. Afinado	0.80
33. Cepillado	1.25
34. Quemar Hilos	1.61
35. Poner Plantillas	1.73
36. Quitar pegamento-pintar-poner agujetas-resanar	3.06
37. Cera	3.11
38. Revisar-empacar-bajar	0.92
TIEMPO TOTAL	74.60

La anterior es una tabla de la secuencia de operaciones para el modelo Aguila, en donde se identifican las operaciones que componen su fabricación desde principio a fin. Los tiempos son por par (izquierdo y derecho).

En tercer lugar, el reto está en introducir el flujo en las operaciones. El cuarto paso, que es el de jalar, no está implementado puesto que los pedidos no están ligados al tiempo takt que la planta maneja. El quinto paso, que es el de la perfección está todavía muy distante.

Nuestro caso de estudio se basa en el rastreo que se hizo de un pedido de 1410 pares a lo largo de todo el proceso convencional para su análisis.

6.1. TRAZANDO EL MAPA DEL ESTADO ACTUAL

La producción por turno actualmente está fija en 450 pares.

El tiempo takt que se utiliza no está ligado a la toma de pedidos. El tiempo takt se va fijando de acuerdo a las habilidades de los operadores para realizar sus operaciones cada vez más rápido.

Esto en realidad, no es lo que recomienda Lean Thinking, en donde el tiempo takt debe de estar ligado a los pedidos independientemente de la rapidez de las habilidades de los operadores.

Se estableció que cada operación no debe pasar de 60 segundos. De hecho, como la operación de frente y anclas sí se pasa de este tiempo (4'24"), lo que se hace en este caso es dividir estos 264 segundos entre el tiempo takt (60 segundos) y esto da un total de 4.4 operadores para esta operación. Es en esta operación en la que se llegan a hacer cuellos de botella y el trabajo se llega a estancar.

Proseguí a recopilar información de toda la planta (de puerta a puerta) y de atrás (envíos) hacia delante (pedidos) con el fin de poder trazar el Mapa del Estado Actual.

Información del Proceso

Todos los procesos ocurren el siguiente orden y cada pieza pasa a través de todos los procesos.

1. Corte. Todas las cortadoras (suajadoras) como del proceso convencional trabajan en la misma forma y básicamente tienen los mismo tiempos.

- Tiempo del ciclo: 6.15 minutos. Esto es 369 segundos.
- Tiempo de cambio: 20 minutos
- Confiabilidad de la maquinaria: 100 %
- Inventario observado en tiempo:
-hasta una semana dura almacenada la piel antes de cortarse.

-hasta 6 ó 7 días dura el corte esperando en el proceso convencional antes de pasar a pespunte. Para este pedido, el stock fue de un día antes de pasar a pespunte.

2. Pespunte.

- Tiempo del ciclo del proceso convencional: 35.82 minutos.
- Confiabilidad de la maquinaria 80 %
- Tiempo de cambio: 0
- El proceso convencional trabaja 1 turno
- Inventario observado en tiempo: 21 días tardó el pedido en salir por completo de pespunte.

2.a. Viras. Este departamento le surte a Pespunte. Produce el ribete en forma manual y casi artesanal. Este puede durar hasta 15 días almacenado. Recibe el cerco de Materia Prima y mantiene un stock para 1 día.

3. Inyectado. Las inyectoras operan todas en la misma forma y no hay ninguna diferencia en el montado del zapato ni en el inyectado mismo.

- Tiempo del ciclo: 18.48 minutos.
- El proceso convencional trabaja 3 turnos.
- Tiempo de Cambio: 3 minutos.
- Inventario observado en tiempo: 1 día

3.a. Preparado. Preparado produce las suelas y el relleno que se le pone al inyectar un zapato. Trabaja 3 turnos. Mantiene un stock para 1 semana.

4. Acabado y Empaque. El acabado y el empaque de los zapatos se hace manual casi en su totalidad, excepto las operaciones de desvirado, cepillado y afinado.

- Tiempo del ciclo es de 14.15 minutos.
- Tiempo de cambio es de 0.
- Confiabilidad de la maquinaria es de 100 %
- El proceso convencional trabaja 3 turnos en este departamento.
- Inventario observado en tiempo:
 - de 1 hasta 3 días antes de acabado y empaque.
 - de 3 días después de este departamento se queda esperando el producto

5. Departamento de Envíos

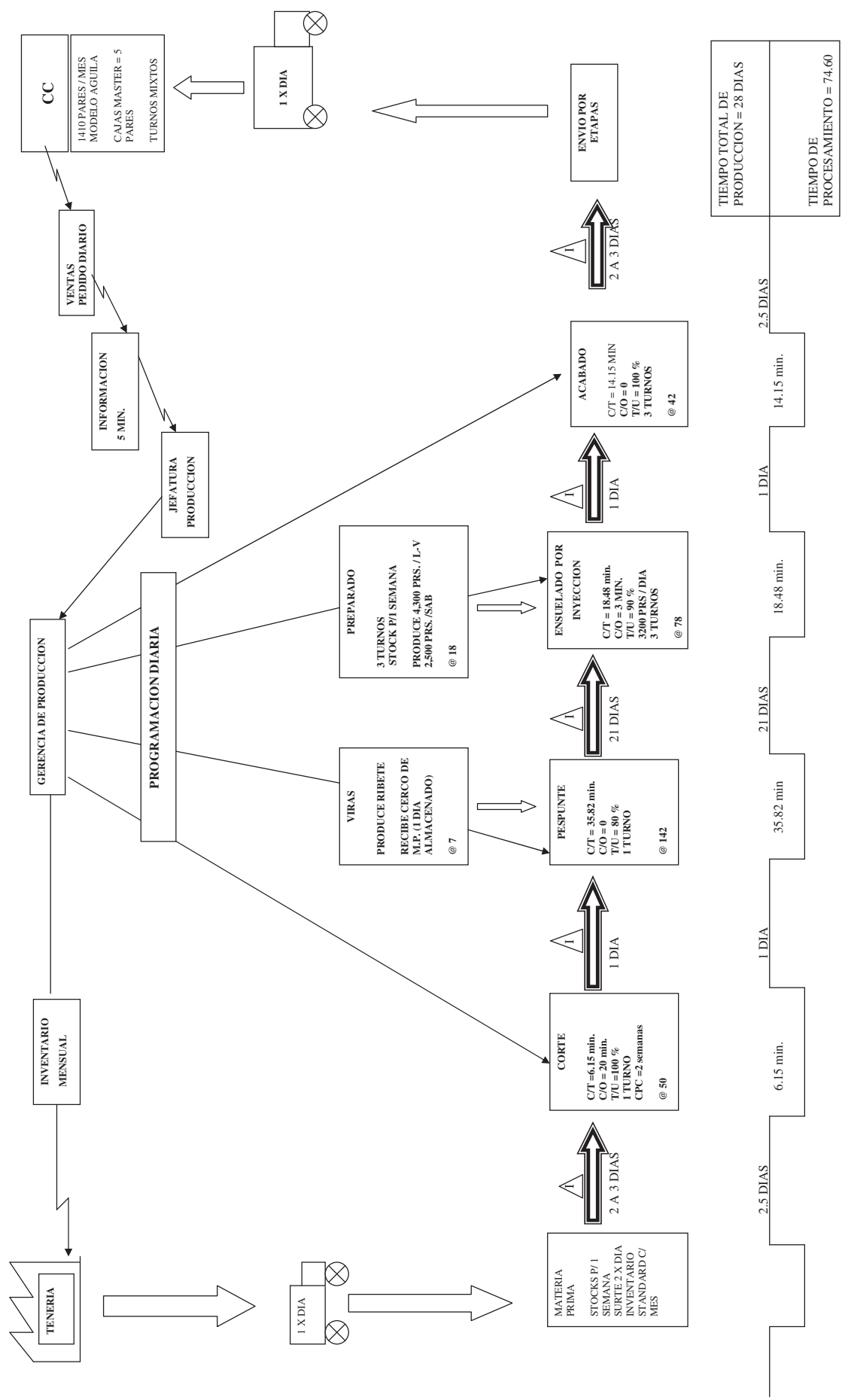
- Retira las partes del almacén de producto terminado y las programa por etapas para el envío por camión al cliente.

Tiempo de Trabajo

- 20 días completos en un mes y 4 días sábados.
- Turnos mixtos
- Ocho horas cada uno, con tiempo extra si es necesario.

- Los procesos manuales se detienen durante la media hora de comida o cena. La comida o cena no se paga. No hay ningún otro descanso.

En la recopilación de la información y conforme a las entrevistas realizadas, me di cuenta que sí existe la expeditación en los pedidos, esto es que a un pedido se le puede adelantar en la fila para cumplirle al cliente. Esto puede ser por diferentes motivos. Puede ser que el cliente pida que se le entregue el pedido antes de los 30 días que se le dan como fecha de entrega. Puede ser también que el pedido ya esté atrasado o incluso vencido porque quizá se recibió un pedido muy grande al que se le dio prioridad antes, y ya el cliente esté impaciente por recibirlo.



Mapa del Estado Actual de Sure Shoes
Ana Luisa Flores Muñoz

Viendo el mapa del estado actual de Sure Shoes, nos damos cuenta en dónde están las posibilidades de mejorar el proceso. Resaltan claramente la diferencia entre: el tiempo total de producción (28 días) (¡¡!!) y el tiempo de procesamiento de un par de zapatos (74.60 min.) (¡¡¡!!!) Realmente estos tiempos están increíblemente opuestos uno del otro. ¿Cómo es posible que tarde tanto en salir el pedido?

Analicemos cuántos tipos de desperdicio (muda) existen en Sure Shoes:

1. Sobreproducción. Sí existe en Sure Shoes, puesto que (según las entrevistas realizadas), se sobreproduce entre un 10 y un 15 % para tener en stock ciertos modelos que son de los que más piden los clientes. Se sobreproduce también cuando no hay pedidos para que los trabajadores sigan su mismo ritmo de trabajo. La sobreproducción es la producción de artículos que nadie quiere.
2. Espera. Esta se da en una persona o un grupo de personas que están en una operación esperando porque la operación anterior no ha sido terminada a tiempo. Lo podemos ver continuamente en la planta cuando vemos a personas paradas esperando a que les llegue el trabajo.
3. Movimientos innecesarios de partes y productos. Esto lo podemos ver cuando se recoge materia prima del almacén sin que se haya terminado o esté por terminarse la que ya se tiene cerca del proceso, y el resultado es un exceso de materia prima acumulada cerca del proceso.
4. Pasos de procesamiento innecesarios. Esto es una realidad dentro de la planta. Como ejemplo, expongo lo siguiente: en la operación de coser frente y anclas me tocó ver a una operadora que a) tomó el primer corte y le cosió el frente, lo dejó; b) tomó el segundo corte y le cosió el frente, lo dejó; c) tomó el primer corte y le cosió las anclas, lo dejó; d) tomó el segundo corte y le cosió las anclas. Estos fueron 4 movimientos. Le pedí que lo hiciera de la siguiente manera: a.) que tomara el primer corte y le cosiera el frente y las anclas; b.) que tomara el segundo corte y le cosiera el frente y las anclas. Estos fueron solo 2 movimientos. Cuando así lo hizo, bajó considerablemente su tiempo. Se debe tomar en cuenta dar las indicaciones de cómo es la forma correcta de hacer las operaciones para evitar pasos de procesamiento innecesarios como en esta operación.
5. Inventarios inflados. En nuestro caso de estudio, uno se da cuenta de que los inventarios están demasiado inflados con simplemente hacer un recorrido por los almacenes tanto de materia prima como de producto

terminado. Existe en el almacén de materia prima un movimiento continuo en el inventario de ciertos productos, en cambio de otros productos, tal como de pieles diferentes a la que se usa en el producto “de línea” sí hay un estancamiento hasta de más de un año. En el almacén de producto terminado hay zapatos de ciertos modelos almacenados desde hace 3 años. Estos datos se obtuvieron también de las entrevistas realizadas. Este es otro resultado de la sobreproducción: los inventarios y artículos remanentes se siguen apilando.

6. Movimiento innecesario de personas. Es el movimiento de empleados y/o trabajadores sin ningún propósito.
7. Correcciones. Principalmente son los errores que requieren ser rectificadas. Es el retrabajo en los productos.

Aunado a los 7 tipos de muda que encontré, puedo describir el desperdicio que existe en los diferentes departamentos involucrados:

DEPARTAMENTO	DESPERDICIO O PNC POR DÍA	% DE PNC O DESPERDICIO	% DE PNC O DESPERDICIO MENSUAL
1. CORTE	10 % DE PIEL *	10 % DE PIEL *	10 % DE PIEL *
2. PESPUNTE	45 PARES	1.5 %	1.5 %
3. INYECTADO	VARÍA	VARÍA	VARÍA
4. ACABADO	35 PARES	1 %	1 %

*Este porcentaje no es imputable al operador.

Podemos ver la forma en que los departamentos cuantifican su desperdicio o PNC (Producto No Conforme) o sus retrabajos.

Está claro que el reto a vencer es reducir drásticamente o eliminar por completo todos estos tipos de desperdicio.

6.2 TRAZANDO EL MAPA DEL ESTADO FUTURO

Para trazar el mapa del estado futuro, revisaremos paso a paso las guías y las preguntas del capítulo anterior. El estado futuro de los departamentos aislados, lo trazo en el mapa del estado futuro, en donde ya se han convertido a líneas de producción. Para hacer la conversión a líneas de producción, como ya sabemos es necesario identificar primero a las familias de producto para cada

línea. Pero esto no es suficiente, como veremos a continuación, incluso en las líneas de producción, es necesario introducir elementos recomendados por Lean. Estos elementos incluyen un supermercado e incluye también el uso de kanban y la nivelación de la producción. Con el uso de kanban, se ligará el tiempo takt a los pedidos para estar trabajando realmente dentro de Lean Manufacturing.

Guía # 1. Debemos producir a tiempo takt.

Como ya vimos, el tiempo takt es qué tan frecuente se debe producir una parte o producto, basado en la tasa de ventas, para cumplir con los requerimientos del cliente. Nuestro tiempo takt lo calculamos como:

Tiempo takt = tiempo disponible por turno / tasa de la demanda del cliente por turno = 450 min. / 450 piezas = 1 min.

Guía # 2. Desarrollar el flujo continuo en donde sea posible.

Esto significa que cuando sea posible, debemos unir dos o tres operaciones diferentes en una sola. Esto depende del tiempo de cada operación. Por ejemplo, vemos que algunas de las operaciones de corte tienen tiempos muy por debajo del tiempo takt; foliar (0.18 min.), troquelar (0.32 min.), pintar talones (0.15 min.) y pintar tiras (0.17 min.) están muy por debajo del tiempo takt, y se pueden hacer por un solo operador para dar un tiempo total de 0.82 min. Asimismo, podemos unir las operaciones de aplicar el endurecedor (0.20 min.), y rebajar talones (0.53 min.) y rebajar tiras (0.12 min.) para que las realice un solo operador y dar un tiempo total de 0.85 min., también para que las realice un solo operador en lugar de 3 operadores diferentes. De esta forma, en corte sólo habrá 4 operadores en lugar de 9 (uno por cada operación).

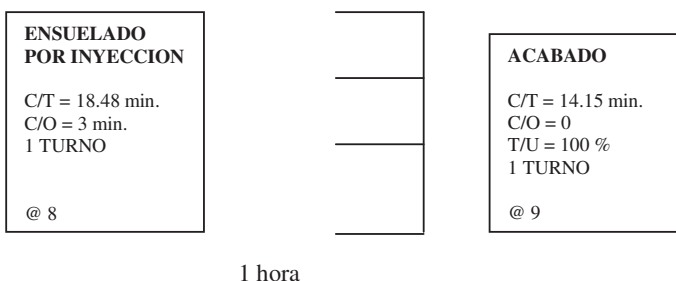
Aquí podemos introducir flujo continuo al unir las celdas de corte y respunte en una sola. De aquí se desprende que desde el inicio de corte se trabajará por par en lugar de por orden. Se puede trabajar con charolas o contenedores que contengan 5 canastas cada una (en contraste con órdenes de 7 pares por contenedor anaranjado). Elegí que fueran 5 porque son 5 los pares que caben dentro de una caja master.

Las plantas esbeltas periódicamente ajustan el número de operadores en el área de ensamble (respunte en nuestro caso) y redistribuyen los elementos de trabajo para que concuerde lo que sale con los cambios en la demanda. Sure Shoes determinará la producción real por medio de un kanban que regresa corriente arriba a la celda de corte/respunte desde el supermercado de producto terminado

Guía # 3. Usar un supermercado para controlar la producción en donde el flujo continuo no se extienda corriente arriba.

En nuestro caso de estudio vemos que necesitamos un sistema de supermercado en la operación de inyectado porque este proceso está diseñado para operar a un tiempo de ciclo muy alto. Este supermercado debe contener todos los zapatos que recién salieron de inyectado y que

deben enfriarse para poder desvirarse. En lugar de este supermercado estático se puede utilizar un sistema de estantes que están conectados entre sí por medio de una cadena o polea accionada por un motor para que suba y baje varios metros (girando), lentamente para dar tiempo a que se enfríen los zapatos antes de ser desvirados. Esto sería más bien un supermercado dinámico (en movimiento). Lo recomendado para que el zapato se enfríe por completo antes de desvirarse, es una hora (mínimo). Podemos controlar su producción ligándolo a su cliente corriente abajo (acabado) por medio de un sistema de jalar basado en un supermercado. Esto es porque el flujo continuo se ve interrumpido y el proceso corriente arriba (inyectado) todavía debe operar en un modo de lotes.



Jalar es un método para controlar la producción entre flujos. El icono del supermercado está abierto del lado izquierdo, el cual está de frente hacia el proceso surtidor. Esto es porque el supermercado pertenece al proceso surtidor y está utilizado para programar ese proceso. En el piso de fábrica, los supermercados normalmente deben estar ubicados cerca del proceso surtidor para ayudar a ese proceso a mantener un sentido visual del uso del cliente y sus requerimientos. El operador que surte el material del proceso “cliente” viene hacia el supermercado del surtidor y retira lo que se necesita. Estos retiros accionan el movimiento de kanban pre-impresos (típicamente tarjetas) del supermercado al proceso surtidor, en donde son utilizados como la única instrucción de producción para ese proceso.

Guía # 4. Trata de enviar el programa del cliente a un solo proceso de producción.

Al utilizar sistemas de jalar de supermercado, típicamente solo se necesitará programar solamente un punto en la corriente de valor de puerta a puerta. A este punto se le llama el **proceso marcador de pasos**, porque la manera en cómo controles la producción en este proceso marca el paso para todos los procesos corriente arriba. Por ejemplo, fluctuaciones en el volumen de producción en el proceso marcador de pasos afectan los requerimientos de capacidad en los procesos corriente arriba. Nótese que las transferencias de material del proceso marcador de pasos corriente abajo hacia producto terminado necesitan ocurrir como un flujo. Por esta razón,

es que el proceso marcador de pasos es frecuentemente el proceso más corriente abajo del flujo continuo en la corriente de valor de puerta a puerta. En el mapa del estado futuro el marcador de pasos es el proceso de producción que está controlado por los pedidos externos de los clientes.

Guía # 5. Se debe distribuir la producción de diferentes productos de manera uniforme en el tiempo en el proceso marcador de pasos. (Nivelación de la mezcla de producción.)

La mayoría de los departamentos de ensamble probablemente creen que es más fácil programar corridas largas de un tipo de producto y evitar los cambios, pero esto crea serios problemas para el resto de la corriente de valor.

El agrupar los mismo productos y producirlos todos al mismo tiempo hace que sea difícil servir a los clientes quienes quieren algo diferente del lote que está siendo producido ahora. Esto requiere que se tenga a la mano más inventario de producto terminado (con la esperanza de tener a la mano lo que el cliente quiere) o más tiempo total de ciclo para surtir un pedido.

El trabajar por grandes lotes en ensamble también significa que los componentes fabricados serán consumidos en lotes, lo que infla los inventarios en proceso necesarios para los supermercados corriente arriba a lo largo de toda la corriente de valor. Y como la variación en el programa del ensamble final se amplifica a medida que uno se mueve corriente arriba, esos inventarios en proceso tenderán a crecer entre más corriente arriba se vaya uno.

Nivelar la mezcla de la producción significa distribuir la producción de diferentes productos de manera uniforme a lo largo de un periodo de tiempo. Por ejemplo, en lugar de ensamblar todos los productos Aguila en la mañana y todos los productos Apache en la tarde, la nivelación significa alternar repetidamente entre lotes más chicos de Aguila y Apache. O en su defecto, alternar los productos Aguila, Apache y Halcón repetidamente en lotes más pequeños.

Entre más se nivele la mezcla de productos en el proceso marcador de pasos, te volverás más hábil para responder a los diferentes requerimientos de los clientes con un tiempo de ciclo total más corto al mismo tiempo que se tenga un inventario de producto terminado más pequeño. Esto también permite que los supermercados corriente arriba sean más pequeños. Pero la contraparte es que en el ensamble se requieren más cambios y tratar de mantener todas las variaciones de los componentes en la línea en todo momento (para eliminar el tiempo de cambio). Tu recompensa será la eliminación de grandes cantidades de desperdicio en la corriente de valor.

Como todos los procesos corriente abajo del proceso marcador de pasos necesitan ocurrir en un flujo, en nuestro caso de estudio, claramente el proceso de inyectado es el punto de programación. No se puede programar más corriente arriba porque ya vimos que podemos introducir un sistema de jalar entre entre corte y respunte.

Guía # 6. Crear un “jaloneo inicial” soltando y retirando pequeños y consistentes incrementos de trabajo en el proceso marcador de pasos. (Nivelación del volumen de producción)

El establecer un ritmo de producción consistente o nivelado crea un flujo de producción predecible, lo cual por su naturaleza te avisa de problemas y te permite tomar acciones correctivas rápidas. Un buen lugar para empezar es soltar una cantidad pequeña y consistente de instrucción de producción (normalmente equivalente entre 5 y 60 minutos) en el proceso marcador de pasos, y simultáneamente retirar una cantidad equivalente de producto terminado. A esto se le llama “retiro pausado”.

Llamamos al incremento consistente de trabajo un “pitch”, y frecuentemente calculamos el incremento de pitch basado en la cantidad de contenedor de empaque (la cantidad de partes que un contenedor de producto terminado contiene), o un múltiplo o fracción de esa cantidad. Para nuestro caso, esto es como nuestro tiempo takt es de 1 minuto y el tamaño de la caja master es de 5 pares de zapatos, entonces nuestro pitch es de 5 minutos. Podemos utilizar un múltiplo de esto que es de 4 cajas master (20 pares de zapatos), entonces en este caso nuestro pitch es de 20 minutos. En otras palabras cada 20 minutos:

- a) Se le dará al proceso marcador de pasos (inyectado) la instrucción para producir la cantidad de 4 cajas master;
- b) Se retirará la cantidad de un pitch terminado (4 cajas master).

Así que en este caso pitch significa multiplicar tu tiempo takt hacia arriba hacia una cantidad de transferencia de producto terminado en el proceso marcador de pasos. Esto entonces se convierte en la unidad de tu programa de producción para una familia de productos.

Una forma de enfocar el pitch es como su “marco de administración de tiempo”. ¿Qué tan seguido conoces tu rendimiento con respecto a la demanda del cliente? Si liberas una semana de trabajo al piso de fábrica, entonces probablemente tu respuesta sea “una semana”. Es imposible producir a tiempo takt de esta manera. No existe “imagen takt”. Sin embargo, si estás programando y revisando la producción en cada pitch, entonces rápidamente se puede responder a problemas y mantener el tiempo takt. Así como no se debe transferir el material en grandes cantidades, tampoco queremos transferir las instrucciones de producción (información) en grandes cantidades.

Guía # 7. Desarrolla la habilidad de hacer “cada parte cada día” (luego cada turno, luego cada hora o tarima o pitch) en pasos de fabricación corriente arriba del proceso marcador de pasos.

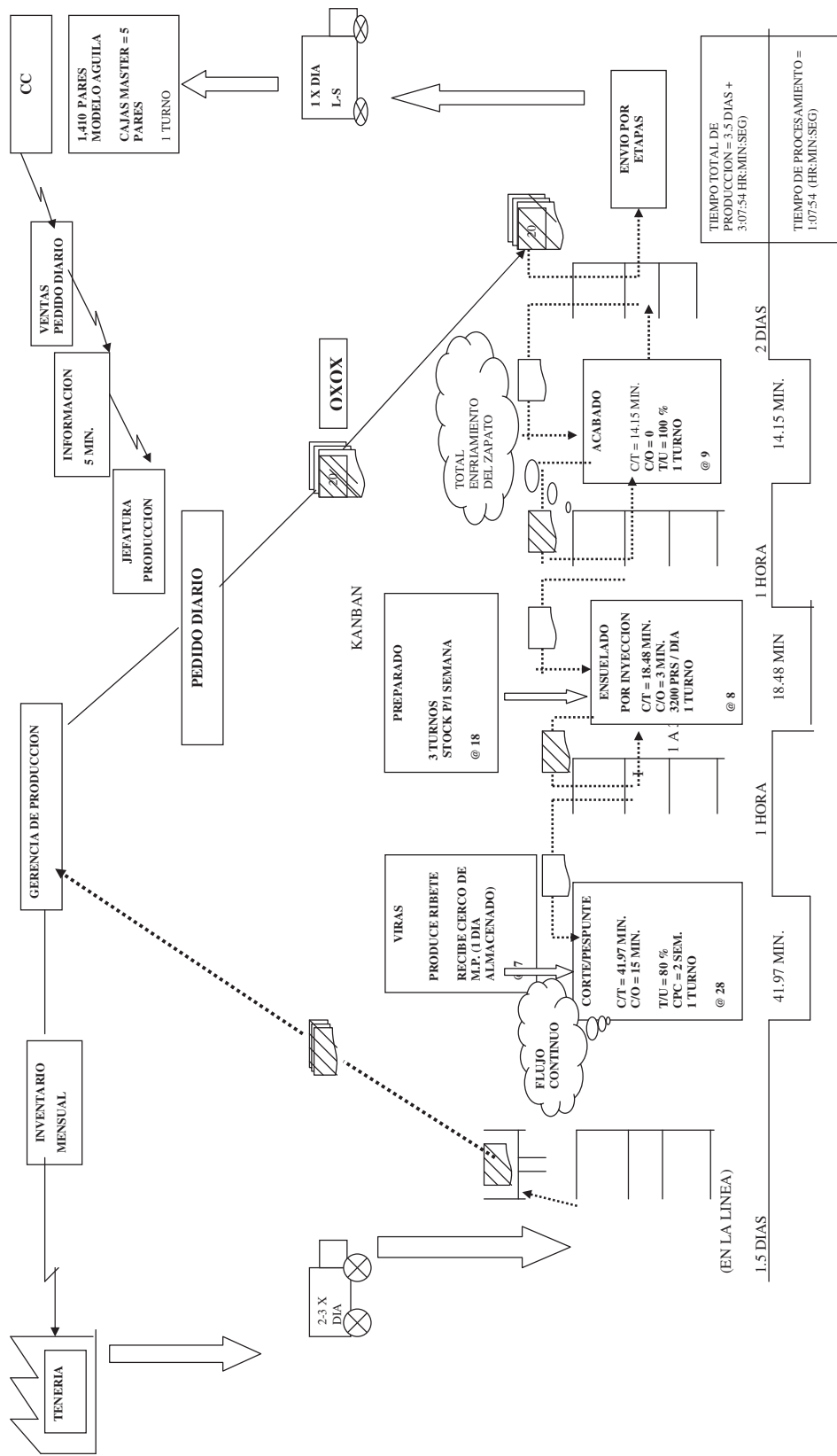
Un método para determinar los tamaños iniciales de lotes en los procesos de fabricación es basarlos en cuánto tiempo restante tienes en el día para hacer los cambios. Por ejemplo, si tienes 15 horas en el día y toma 13.5 horas fabricar el requerimiento diario, entonces hay 1.5 horas

disponibles para hacer los cambios. Una meta típica es tener aproximadamente 10 % del tiempo disponible para hacer los cambios.) Por ejemplo, si el tiempo de cambio es de 15 minutos, se pueden realizar 6 cambios durante el día. Para usar lotes más pequeños con más frecuencia necesitarás reducir el tiempo de cambios y/o mejorar el tiempo disponible de máquina.

Guía # 8. ¿Cuáles son las mejoras en la corriente de valor de Sure Shoes necesarias para que el diseño del estado futuro fluya como se describe?

- Reducción en el tamaño de lotes en el área de corte para permitir una respuesta más rápida corriente abajo. Las metas son “cada parte cada día” y luego “cada parte cada turno”.
- Implementar cambios en la línea para cambiar de los modelos Aguila a Apache a Halcón para poder hacer posible el flujo continuo y la producción mezclada desde el corte hasta el acabado.
- Podemos introducir flujo continuo combinando las dos celdas de corte y respunte en una sola y trabajar desde un principio por par de zapatos en lugar de por ordenes de 7 pares.
- Hacer uso de la redistribución de los elementos de trabajo dentro de las celdas para aprovechar el total del tiempo takt con respecto a ellos. Esto significa que cada operador aproveche al máximo los 60 segundos del tiempo takt. Haciendo esto incluso podemos contemplar el siguiente paso (reducir el tiempo de ciclo)
- Cuando se produzca “cada parte cada turno” veremos que la cantidad de inventario almacenado entre inyectado y acabado se podrá reducir hasta en un 85 %.

Ahora ya podemos trazar el mapa completo del estado futuro de Sure Shoes, con flujos de información, flujos de material, y los kaizens necesarios especificados.



6.3. Realizando la Implementación Paso Por Paso.

El mapa completo del estado actual enfoca el flujo completo a través de sus instalaciones, en contraste con áreas individuales de proceso, y en la mayoría de los casos no será posible implementar el concepto del estado futuro completo todo al mismo tiempo. Hay mucho que hacer.

Quizá el punto más importante acerca de la implementación del plan del estado futuro es el de no pensar en la implementación como una serie de técnicas, sino de enfocarlo como un proceso de construcción de una serie de flujos conectados de una familia de productos. Para ayudarnos a enfocarlo de esta manera, trata de pensar en “aros de la corriente de valor”.

Vamos a dividir nuestro mapa del estado futuro en aros, como se describe en la siguiente hoja.

Tenemos el aro marcador de pasos que engloba el flujo de material e información entre tu cliente (CC: Constructora del Centro) y el proceso marcador de pasos (inyectado). Este es el aro más corriente abajo en las instalaciones, y la manera en cómo se administre este aro impactará todos los procesos corriente arriba en nuestra corriente de valor. Está claro que se eligió al proceso de inyectado por tener el tiempo de ciclo más largo. El proceso de acabado que le sigue no influye tanto en el proceso como lo hace el área de inyección.

Corriente arriba del aro marcador de pasos existen flujos de información y de material entre cada jaloneo. Esto es que cada supermercado como sistema de jalar en tu corriente de valor normalmente corresponde con un extremo de otro aro.

Ya englobé estos aros en el mapa del estado futuro.

Pasos Para la Implementación del Estado Futuro.

Es necesario hacer notar nuevamente que los siguientes objetivos son para el estado futuro de Sure Shoes cuando se haya hecho la conversión a líneas de producción.

Aro No. 1: Aro Marcador de Pasos.

Objetivos:

- Desarrollar un sistema de jalar por medio de un supermercado.
- Mejorar la calidad del desvirado y cepillado al hacerse estas operaciones en frío.
- Operar el área de inyectado con 8 operadores en cada línea en lugar de 78 en el departamento actual.

Metas:

- Solamente un inventario de 1 hora de producto terminado en el supermercado.

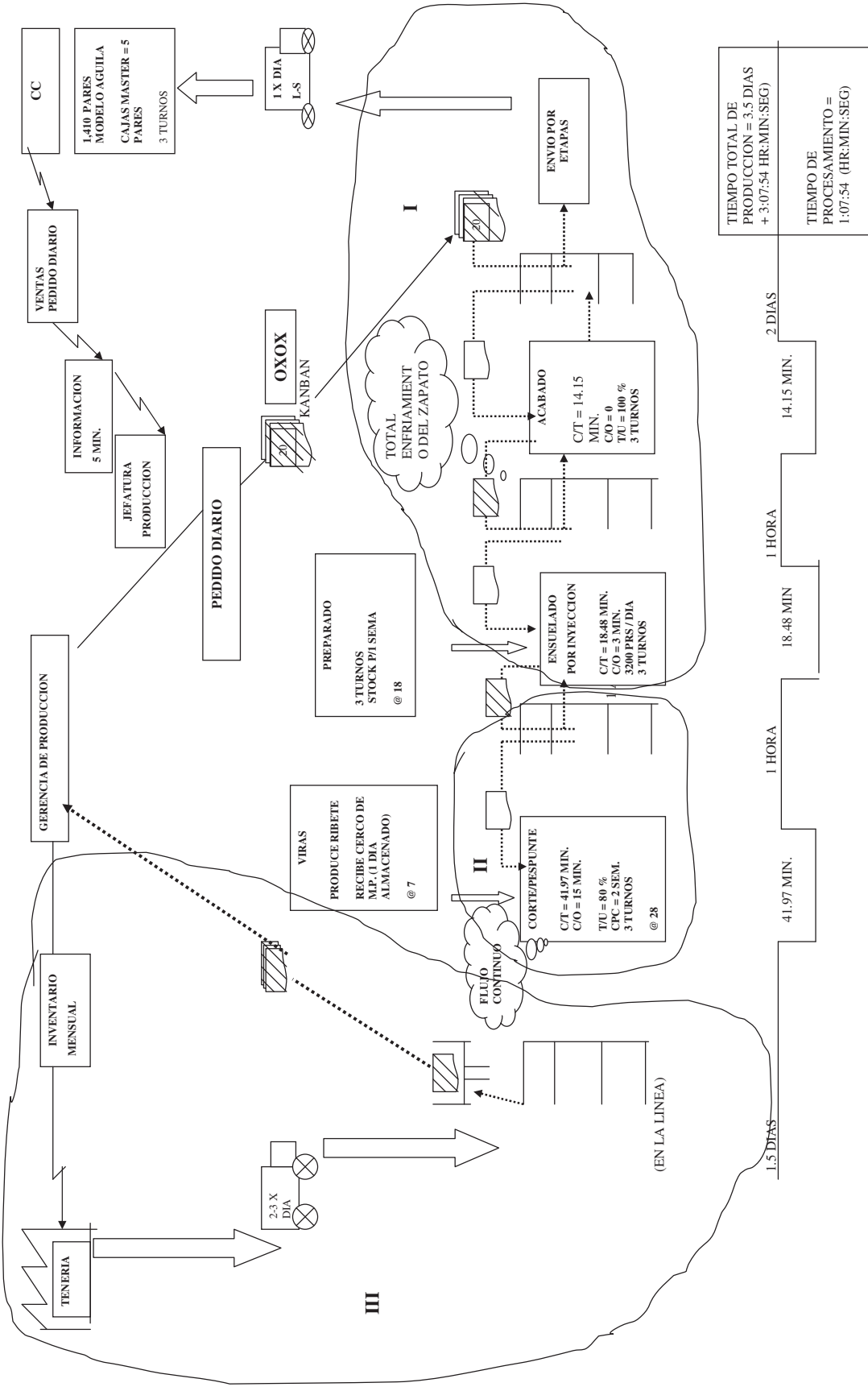
Aro No. 2 :

Objetivos:

- Desarrollar flujo continuo en las células desde corte hasta respunte (ensamble).
- Eliminar los 21 días en que tarda en salir el pedido de respunte.
- Reducir los lotes de corte desde 7 pares hasta 1 par en charolas de 5 pares.
- Eliminar la programación de corte.
- Eliminar la programación de respunte.

Metas:

- Un inventario de cortes de solamente 1 hora, en lugar de los 21 días que tardó en salir el pedido de respunte.
- Operar la célula de corte/respunte con solamente 35 operadores en cada línea de producción en lugar de 192 en total de ambos departamentos.
- Operar las nuevas líneas de producción a 3 turnos en lugar de turnos mixtos.



Mapa Futuro Con Aros de Sure Shoes
Ana Luisa Flores Muñoz

6.4. El Plan Para la Corriente de Valor de Sure Shoes

El mapa del estado futuro te muestra hacia dónde quieres ir. Ahora sólo necesitas una hoja de papel más: un plan anual para la corriente de valor. Este plan debe mostrar:

- Exactamente lo que planeas hacer y para cuándo, paso a paso;
- Metas medibles.
- Puntos de revisión claros con fechas límite reales y con los nombres de las personas que harán la revisión.

La primer pregunta que normalmente surge en planear la implementación es, “¿En qué orden implementamos?” o “¿Dónde empezamos?” La sugerencia es que se contesten estas preguntas tomando en consideración los aros en tu corriente de valor futura.

Para elegir un punto de partida, se pueden revisar los aros para:

- Buscar un punto en donde el proceso está bien entendido por tu gente;
- Buscar un lugar en donde la probabilidad de éxito sea alta.

Una estrategia efectiva es la de comenzar la implementación en el aro marcador de pasos y seguir corriente arriba como sea necesario. El aro marcador de pasos, que es el más cercano al cliente final, actúa como el “cliente” interno y controla la demanda en los aros corriente arriba. A medida que el flujo en el marcador de pasos se hace más esbelto y consistente, revelará problemas corriente arriba que necesiten atención.

Específicamente, las mejoras en un aro frecuentemente siguen este patrón:

1. Desarrollar un flujo continuo que opere a tiempo takt.
2. Establecer un sistema de jalar para controlar la producción.
3. Introducir la nivelación.
4. Practicar kaizen para eliminar continuamente el desperdicio, reducir los tamaños de los lotes, reducir los supermercados, y extender el rango del flujo continuo.

FECHA: DIRECTOR GENERAL: GERENTE DE LA C.V.		PLAN ANUAL DE LA CORRIENTE DE VALOR												INGENIERIA: MANTENIMIENTO.				
OBJETIVO	ARO DE LA C.V.	OBJETIVO DE LA C.V.	META (MEDIBLE)	2006 ITINERARIO MENSUAL												SINDICATO: PERSONAS Y DEPTOS. INVOLUCRADOS.	REVISION	REVISO // FECHA
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
MEJORAR EL PROCESO GLOBAL	1	MARCADOR DE PASOS	**INTRODUCIR TIEMPO TAKT ** INTRODUCIR KANBAN															
	2	CORTE	** INTRODUCIR FLUJO CONTINUO															
	3	PROVEEDOR	** JALAR LA PIEL PARA ENTREGA 2 VECES AL DIA															

FIRMAS:

GTE. PLANTA	PERSONA A CARGO	REVISION	REVISO // FECHA

VII. CONCLUSIONES

Hagamos un contraste de los valores sostenidos por la cultura de la producción en masa con los valores sostenidos por la cultura de Lean Manufacturing. Nótese que los valores de la producción en masa giran alrededor de individuos y de eficiencias individuales.

- Más es mejor.
- Más rápido es mejor.
- La sobreproducción es buena.
- Si un proceso está funcionando bien, síguelo haciendo.
- No se debe parar la línea de producción.
- Tómense “mejoralazos”, pero no se debe parar para arreglar el problema.
- Los trabajadores principales son responsables por el resultado de la producción.

Nótese cómo los valores de la producción Lean enfatizan la cooperación y la eficiencia total del sistema:

- Hágase más fácil el trabajo de la siguiente persona.
- Hágase lo que se necesita cuando se necesita.
- La sobreproducción es mala.
- Si un proceso está funcionando bien, hazlo todavía mejor.
- Nunca pases un defecto.
- Para la producción para arreglar el problema.
- Los gerentes son los responsables para habilitar a los trabajadores de producción a hacer sus trabajos efectivamente.

(Referencia No. 9)

Claramente, no hay fin al ciclo “el futuro se convierte en presente (actual)”. Esto debiera ser el corazón de la administración diaria en cualquier organización que tiene un producto para vender, ya sea un bien o servicio, o alguna combinación que constituya una solución al problema de los clientes. Como se ha descubierto una y otra vez en diferentes empresas, cuando se remueven fuentes de desperdicio durante un ciclo se descubre más desperdicio escondido en el siguiente y que puede eliminarse. El trabajo de los gerentes Lean y sus equipos es el de mantener un ciclo virtuoso en movimiento.

A partir del Capítulo V me he enfocado en los aspectos técnicos de cómo introducir una corriente de valor esbelta. Esto es porque para ser competitivos, la corriente de valor necesita fluir de modo que sirva al cliente con el tiempo global de proceso más corto, el costo más bajo,

la más alta calidad, y los envíos más confiables. No debe sub-optimizarse para servir los deseos de procesos individuales, departamentos, funciones, o de personas.

Sin embargo, el hacer cambios técnicos, también “jalará” la necesidad de cambio del lado de las personas en la corriente de valor. Relaciones adversas de operadores/directivos, por ejemplo, desgastarán los esfuerzos para su implementación y las clasificaciones tradicionales de cada trabajo no encajarán con una operación verdaderamente esbelta. Las formas actuales de medir el rendimiento (guiadas por la contabilidad de costos standard) incentivarán una regresión a los métodos de producción en masa. Y así sucesivamente.

Las corrientes de valor esbeltas deben desarrollarse con respeto hacia las personas. Pero el respeto hacia las personas no debe ser confundido con “respeto por viejos hábitos”. Desarrollar corrientes de valor esbeltas puede ser un trabajo pesado, frecuentemente dando un paso hacia atrás por cada dos hacia adelante. El desarrollo de una corriente de valor esbelta expone fuentes de desperdicio, lo que significa que las personas en todas las funciones del negocio pueden tener qué cambiar de hábitos. Todos (incluyendo a empleados y directivos) tienen un papel en la implementación de Lean, y todos deberán sentirse beneficiados por este hecho. Estos beneficios pueden venir de diferentes formas: un aumento en la competitividad de la empresa, un mejor ambiente de trabajo, mayor confianza entre empleados y directivos, y un sentido de logro en servir al cliente.

En dondequiera que hay un producto, existe una corriente de valor. El reto está en verla. Los mapas de la corriente de valor pueden trazarse en la misma forma para casi cualquier tipo de negocio o actividad y pueden expandirse corriente arriba o corriente abajo desde su empresa en el rango desde “moléculas hasta el cliente”. (Referencia No. 6)

Las siguientes observaciones las hago basándome en las entrevistas que realicé en la empresa, además de algunas recomendaciones para realizar adecuadamente los mapas.

OBSERVACIONES:

- El mapa del Estado Futuro está hecho para cuando la transformación de la planta ya esté completa a líneas de producción.
- Antes de instalar las líneas, sugiero que se le dé mantenimiento al techo y a la construcción.
- Se sugiere optimizar las inyectoras.
- Las órdenes que entran a cada línea deberán ser preferentemente de par en par; pero se puede comenzar primero con 5 pares en lugar de 7 (esto referido al área de corte).
- Sugiero que los kanban sean de 20 pares (múltiplo de 5).

- Recomiendo que se considere seriamente la posibilidad de eliminar el trabajo “a destajo”. Esta forma de trabajar sólo trae consigo mala calidad en el producto porque al operador se le hace saber que entre más produzca, más gana. Por producir más, el operador no se fija si cosió derecha la tira, o si empalmó bien, etc. Se debe hacer más hincapié en la calidad del producto para evitar retrabajos e incluso rechazo del producto. Se recomienda el trabajo basado en una tasa de producción fija por grupo.
- Normalmente, la distribución de las tallas es la siguiente: 24-25-26-26-27-27-28-29. Esto es porque generalmente la demanda en tallas es lo doble del 26 y 27 que de los otros números.
- Los cambios de aguja son tiempo muerto, no son tiempo de cambio. El tiempo de cambio se aplica únicamente al cambio que se hace de un herramental (como en el caso del cambio de moldes en las inyectoras) a otro para cambiar de modelo en la producción.
- Sugiero que los vendedores ofrezcan al cliente primero, lo que es de línea. Si el cliente pide algo más específico, que los vendedores consulten primero con producción para la fecha de entrega y no prometan una fecha que desplazaría a otros pedidos. Esto también resulta en tener expeditación en los pedidos.
- En la transición de producción en masa a producción esbelta una de las recomendaciones de Lean es la de “educar a todos”. Esto se refiere a adentrar a todos en el Pensamiento Esbelto. Se puede hacer diseñando un plan para capacitación. Sabemos que lo que la gente desconoce, normalmente lo rechaza. Si se sienten parte del cambio, participarán de mejor manera.
- De lo anterior, también se desprende que como los operadores son quienes hacen el zapato, muchas veces son ellos quienes pueden hacer sugerencias valiosas de mejora en su propia operación. No olvidemos que la gente es la mitad del éxito de toda empresa.
- También es necesario que cada suajadora tenga su propio juego de suajes para que los cortadores no se los tengan que pedir prestados, lo que resulta en pérdida de tiempo. Se debe tomar en cuenta la consideración si es mejor que los suajes sean de doble filo, con esto se cortaría a la mitad la cantidad necesaria de suajes puesto que para cortar izquierdo y derecho sólo tendría que darle la vuelta al suaje en lugar de tener dos juegos (izquierdo y

derecho). Claro que con esta opción, los operadores tendrían que usar guantes para no cortarse. Habrá que hacer una prueba antes de implementar esta opción.

- Antes de la transformación de la planta a líneas de producción, es muy recomendable hacer una adecuada planeación, y tomar en cuenta a los diferentes departamentos involucrados (haciendo hincapié que involucrar al 100 % al departamento de Mantenimiento es imperativo, ya que ellos tienen mucho que ver en la adecuada planeación de las instalaciones eléctrica, de aire comprimido, de las inyectoras, y posiblemente de agua).
- Se sugiere también tener un solo día a la semana (posiblemente martes) para hacer los pedidos a compras. Esto se refiere a productos que no están relacionados con el proceso productivo tales como cartuchos para impresoras, artículos de papelería, etc. Con esto se elimina el tiempo que la persona debe estar disponible (toda la semana) exclusivamente para este propósito y puede aprovechar el tiempo en otras actividades.

APORTACIONES:

- ❖ Hay menos tiempos muertos.
- ❖ Reducción de tiempo y de costos de fabricación.
- ❖ Mayor control de los procesos.
- ❖ Mejora significativa de los procesos productivos y administrativos.
- ❖ Reducción del desperdicio de Materia Prima y de PNC (Producto No Conforme).
- ❖ Eliminación de operaciones improductivas (pasos de procesamiento innecesarios).
- ❖ Reducción de TEP (Trabajo en Proceso).
- ❖ Reducción de tiempo de entrega al cliente (una significativa mejor respuesta al cliente).

En el momento en que yo entré a la empresa, ya había un sistema al que llaman “Hombro con Hombro” pero sólo en la única línea en ese momento. El resto de la planta consistía de áreas o departamentos aislados y desconectados entre sí en donde claramente se notaba que no existía flujo alguno. Para ubicar en qué paso exactamente se encontraba la planta cuando entré, puedo decir que toda la planta ya había logrado el primer paso de Lean, que es precisamente especificar el valor del producto desde la perspectiva del cliente. Se puede observar que hay un

claro objetivo por darle al cliente lo que pide. (Aunque todavía no se ha logrado entregarle al cliente el producto cuando lo pide.) De esto se deriva que haya tantos modelos o combinaciones de modelos diferentes. Se empaqueta también el producto como lo pide el cliente. Puede ser en cajas individuales y luego en cajas master (de 5 cajas cada una), o en bolsas individuales. En el caso específico de la línea de producción, puedo decir que ésta ya cumple con el paso 2, que es identificar la corriente de valor, puesto que para montarla se tuvo que identificar qué operación va primero y cuál va después hasta terminar el proceso. Esta línea también cumple ya con el paso 3 puesto que ya hay flujo en el proceso. Es hasta aquí donde llega el avance en la implementación de Lean Thinking. En este momento están en marcha los preparativos para montar la línea 2 y así continuar con el camino que nos indica esta metodología.

Cabe mencionar que para obtener los resultados esperados es necesario tener mucha disciplina. Los operadores no deben dejar su estación de trabajo para ir a surtir material. Un “comodín” (encargado de materiales) debe hacerlo. Es necesario también practicar el Mantenimiento Productivo Total (TPM) de la maquinaria en cuestión.

Para la realización del mapa del estado actual les hice una entrevista a los jefes de departamento, al gerente de producción, al personal que hace los pedidos, las ventas, y al dueño de la empresa. Afortunadamente puedo decir que para la realización de este proyecto de tesis, tuve mucho apoyo por parte del Gerente de Calidad, así como la autorización del dueño de la empresa.

Para concluir, puedo decir que la metodología de Lean Thinking es un camino que puede llevar a los directivos de Sure Shoes (y de cualquier otra empresa de algún otro ramo) paso a paso no sólo hacia una modernización de la empresa, sino que bien implementada puede llevar a Sure Shoes (y a cualquier otra empresa de otro ramo) mucho más lejos de cualquier tipo de benchmarking en su ramo. La decisión es suya.

VIII. APENDICES

Apéndice A

Datos de la Empresa Prensas Acme

La empresa Prensas Acme produce varios componentes para plantas de ensamble de vehículos. Este caso concierne únicamente una familia de productos, un subensamble de un bracket de acero para panel de instrumentos de dos tipos: una para cada versión de conducción de vehículos de mano izquierda y de mano derecha del mismo modelo de automóvil. Estos componentes son enviados a la Planta de Ensamble de Vehículos de la Calle State (el cliente).

Información del Proceso

Todos los procesos ocurren en el siguiente orden y cada pieza pasa a través de todos los procesos.

1. Estampado (La prensa fabrica partes para muchos productos Acme.)

- Prensa automatizada de 200 toneladas con alimentación (automático) del material de espiral.
- Tiempo del ciclo: 1 segundo (60 piezas por minuto).
- Tiempo de cambio: 1 hora (de pieza buena a pieza buena).
- Confiabilidad de la maquinaria: 85 %
- Inventario observado:
 - 5 días de espirales antes del estampado.
 - 4,600 piezas del tipo estampados finales "MI".
 - 2,400 piezas del tipo estampados finales "MD".

2. Estación de Trabajo I de Soldadura de Punto (dedicada a esta familia de productos)

- Proceso manual con un operador
- Tiempo del ciclo: 39 segundos
- Tiempo de cambio: 10 minutos (cambio del herramental)
- Confiabilidad: 100 %
- Inventario observado:
 - 1,100 piezas del tipo "MI"
 - 600 piezas del tipo "MD"

3. Estación de Trabajo II de Soldadura de Punto (dedicada a esta familia de productos)

- Proceso manual con un operador
- Tiempo de ciclo: 46 segundos
- Tiempo de cambio; 10 minutos (cambio de herramental)

- Confiabilidad: 80 %
- Inventario observado:
 - 1,600 piezas del tipo "MI"
 - 850 piezas del tipo "MD"

- 4. Estación de Trabajo I de Ensamble** (dedicada a esta familia de productos)
 - Proceso manual con un operador
 - Tiempo de ciclo: 62 segundos
 - Tiempo de cambio: ninguno
 - Confiabilidad: 100 %
 - Inventario observado:
 - 1,200 piezas del tipo "MI"
 - 640 piezas del tipo "MD"

- 5. Estación de Trabajo II de Ensamble** (dedicada a esta familia de productos)
 - Proceso manual con un operador
 - Tiempo de ciclo: 40 segundos
 - Tiempo de cambio: ninguno
 - Confiabilidad: 100 %
 - Inventario observado en el almacén de producto terminado:
 - 2,700 piezas del tipo "MI"
 - 1,440 piezas del tipo "MD"

- 6. Departamento de Envíos**
 - Retira las partes del almacén de producto terminado y las programa por etapas para el envío por camión al cliente.

Tiempo de Trabajo

- 20 días en un mes
- Operación de dos turnos en todos los departamentos de producción
- Ocho (8) horas cada turno, con tiempo extra si es necesario
- Dos descansos de 10 minutos durante cada turno.

Los procesos manuales se detienen durante los descansos. El tiempo del lunch no se paga.

Requerimientos del Cliente

- 18,400 piezas por mes
 - 12,000 por mes del tipo "MI"
 - 6,400 por mes del tipo "MD"
- La planta del cliente opera en dos turnos
- Empaquetado de tarimas con charolas retornables de 20 bráckets en una charola y hasta 10 charolas en una tarima. El cliente hace sus pedidos en múltiplos de charolas.
- Un envío diario a la planta de ensamble por camión.

Procesos de Producción

- Los procesos de Acme para esta familia de productos involucran estampar una parte metálica seguida por la soldadura y el subsecuente ensamble. Luego los componentes son programados por etapas y enviados a la planta de ensamble de vehículos diariamente.
- Hacer el cambio entre los tipos de "MI" y de "MD" requiere un tiempo de cambio de 1 hora en el proceso de estampado y un tiempo de cambio del herramental de 10 minutos en los procesos de soldadura.
- Los espirales de acero son suministrados por la empresa Michigan Steel Co. Las entregas del acero llegan a Acme los martes y jueves.

Departamento de Control de Producción de Acme

- Recibe los pronósticos de la Calle State de 90/60/30 días y los integra a MRP.
- Distribuye el pronóstico Acme de 6 semanas a la empresa Michigan Steel Co. vía MRP.
- Asegura el espiral de acero por medio de releases de pedidos semanales vía fax a la empresa Michigan Steel Co.
- Recibe el pedido en firme diario desde la Calle State
- Genera los requerimientos departamentales en base semanal de MRP basados en los pedidos de los clientes, niveles de inventario del (TEP) trabajo en proceso, niveles de inventario de P/T (producto terminado), y anticipa el desperdicio y el tiempo muerto.
- Distribuye los programas semanales a los procesos de Estampado, Soldadura, y Ensamble.
- Distribuye diariamente el programa de envío al Departamento de Envíos.

APÉNDICE B

La Inteligencia Emocional en el Liderazgo Empresarial

En años recientes, se han analizado los datos de cerca de hasta 500 modelos competentes de compañías globales (incluyendo IBM, PepsiCo, British Airways, y Credit Suisse First Boston), así como de instituciones de cuidados de la salud, instituciones académicas, agencias gubernamentales, y hasta una congregación religiosa. Para determinar que capacidades personales estimularon un comportamiento sobresaliente dentro de estas organizaciones, se agruparon estas capacidades en tres categorías: habilidades puramente técnicas tales como contabilidad o administración de empresas; habilidades cognoscitivas tales como el razonamiento analítico; y rasgos que mostraban inteligencia emocional, tales como la autoconciencia y la habilidad de relacionarse.

Para crear algunos de los modelos de competencia, los psicólogos les pidieron a los altos ejecutivos en las empresas que identificaran las aptitudes que distinguían a los líderes más sobresalientes de sus organizaciones, buscando consenso de un nivel de "expertos". Otros utilizaron un método más riguroso en el cual los analistas les pidieron a los altos ejecutivos que usaran un criterio objetivo, tal como las utilidades de esa división, para distinguir a los protagonistas estrellas a altos niveles dentro de sus organizaciones de aquellos promedio. Aquellos individuos entonces fueron entrevistados y examinados, y sus aptitudes fueron metódicamente comparadas para identificar aquellos que distinguían a los protagonistas estrellas.

Sin importar el método que fuera utilizado, este proceso resultó en listas de ingredientes para líderes altamente efectivos. Las listas normalmente variaban en longitud de unas cuantas aptitudes hasta hasta quince o más, tales como la iniciativa, la colaboración, y la empatía.

El analizar todos los datos de cientos de modelos de competencia rindieron dramáticos resultados. Para estar seguros, el intelecto era hasta cierto punto un conductor de un rendimiento sobresaliente; las habilidades cognoscitivas tales como el pensar en un panorama grande y tener una visión a largo plazo fueron particularmente importantes. Pero el calcular la proporción de las habilidades técnicas y habilidades puramente cognoscitivas (algunas de las cuales son sustitutas por aspectos del cociente intelectual, o IQ) en relación a la inteligencia emocional en los ingredientes que distinguieron a los líderes sobresalientes reveló que las aptitudes basadas en la IE jugaron un rol muy importante que se incrementaba a niveles más altos de las organizaciones, donde las diferencias en las habilidades técnicas son muy importantes.

En otras palabras, entre más alto el rango de aquellos considerados como protagonistas estrellas, más emergieron a la luz las aptitudes de IE como la razón para su efectividad. Cuando

se compararon a los protagonistas estrellas con protagonistas promedio en puestos de alto liderazgo, aproximadamente un 85 por ciento de la diferencia en sus perfiles era atribuible a factores de inteligencia emocional en lugar de ser atribuibles a habilidades puramente cognoscitivas como ser expertos en aspectos técnicos.

Una razón tiene que ver con los apuros intelectuales en los que se ven involucrados los altos ejecutivos al obtener sus trabajos. Se requiere de un IQ mínimo de entre 110 y 120 para obtener un título avanzado como una Maestría en Administración de Empresas. Hay entonces mucha presión de IQ en la selección para poder entrar en las filas de ejecutivos- y relativamente poca variación de IQ entre aquellos que están en ese rango. Por otro lado, hay poca o ninguna presión en la selección sistemática al llegar a la inteligencia emocional entonces hay un muy amplio rango de variación entre ejecutivos. Eso deja que la superioridad en esas capacidades cuente mucho mas que el IQ cuando se habla de un rendimiento estrella de liderazgo.

Mientras que la proporción precisa de IE a las habilidades cognoscitivas depende de como cada una es medida y de la demanda autentica de una organización dada, nuestro enfoque dice que la IE contribuye entre un 80 y 90 porciento de las aptitudes que distinguen a los lideres sobresalientes de los promedio, y a veces mas. Aunque los aspectos específicos varían de una organización a otra, las aptitudes de IE componen la gran mayoría de las aptitudes mas cruciales y distintivas. Sin embargo, cuando aquellas aptitudes especificas son valoradas para su contribución, las aptitudes cognoscitivas pueden a veces ser muy significativas también, dependiendo del modelo específico de competencia involucrado.

Así, las habilidades puramente cognoscitivas ayudan, pero las aptitudes de IE ayudan mucho mas.

APÉNDICE C

Glosario

- ***Alúmina.** Polvo que se obtiene de la bauxita, previo a la fabricación del aluminio.
- ***Andon.** Un aditamento de control visual en un área de producción, típicamente un pizarrón iluminado colocado en una parte alta, que da el estado actual del sistema de producción y que alerta a los miembros del equipo a problemas que pudieran surgir.
- ***Bauxita.** Un mineral de tipo barroso del cual se obtiene el aluminio. También es utilizado en hacer alúmina.
- ***Benchmarking.** Es el proceso de determinar quién es el mejor, quién fija la norma y cuál es esa norma. Todo esto por medio de la comparación de indicadores.
- ***Campo café.** Un diseño establecido o instalaciones de producción que operan con métodos de producción en masa y sistemas de organización social. Contrasta con **campo verde**.
- ***Campo verde.** Un diseño nuevo o instalaciones de producción en donde se pueden poner en práctica los métodos lean desde el principio. Contrasta con **campo café**.
- ***Celda.** La distribución de máquinas de diferentes tipos que realizan diferentes operaciones en una secuencia "apretada", típicamente en forma de U, para permitir el flujo de una sola pieza y el despliegue flexible del esfuerzo humano por medio de **trabajo con múltiples máquinas**. Contrasta con **villas de proceso**.
- ***Cinco Ss.** Cinco términos que comienzan con S y que se utilizan para crear un lugar de trabajo adecuado para el control visual y para la producción lean. *Seiri* significa separar las herramientas, partes e instrucciones necesarias de aquéllos materiales innecesarios y remover éstos últimos. *Seiton* significa arreglar ordenadamente y identificar partes y herramientas por su facilidad de usar. *Seiso* significa conducir una campaña de limpieza. *Seiketsu* significa conducir *seiri*, *seiton* y *seiso* a intervalos frecuentes, de ser posible a diario para mantener un lugar de trabajo en perfectas condiciones. *Shitsuke* significa formar el hábito de siempre seguir las primeras cuatro Ss.
- ***Corriente de Valor.** Las actividades específicas requeridas para diseñar, pedir, y proveer un producto específico desde el concepto hasta su lanzamiento, desde su pedido hasta su envío, y desde la materia prima hasta las manos del cliente.
- ***CDP.** Centro de Distribución de Partes.
- ***CRD.** Centros Regionales de Distribución.
- ***CRP.** Centro de Redistribución de Partes.
- ***Flujo.** El logro progresivo de tareas a lo largo de la corriente de valor para que un producto proceda desde el diseño hasta su lanzamiento, desde el pedido hasta el envío, y desde la materia prima hasta las manos del cliente sin hacer altos, ni tener desperdicio, ni flujos hacia atrás.

***Heijunka.** La creación de una "programación nivelada" que se realiza poniendo en secuencia los pedidos en un patrón repetitivo y nivelando las variaciones diarias en pedidos totales para corresponder a la demanda de largo plazo.

***Jalar.** Un sistema de producción en cascada y de instrucciones de entrega desde las actividades de corriente abajo hasta corriente arriba en donde nada se produce por el proveedor corriente arriba hasta que el cliente corriente abajo señala una necesidad. Es lo opuesto de **empujar**.

***JIT.** (Just In Time) Un sistema para producir y enviar los artículos correctos en el tiempo correcto en las cantidades correctas.

***Kaikaku.** Es la mejora radical de una actividad para eliminar **muda**, por ejemplo reorganizando las operaciones de procesamiento para un producto para que en lugar de viajar de y hacia "aldeas de proceso" aisladas, el producto procede a través de las operaciones en el flujo de una sola pieza en un espacio muy chico.

***Kaizen.** Es la mejora continua y que se incrementa de una actividad para crear más **valor** con menos **muda**.

***Kanban.** Una pequeña tarjeta adherida a las cajas de partes que regula el **jalar** en el Sistema de Producción de Toyota señalando corriente arriba a la producción y al envío.

***MRP** (Materials Requirements Planning). Es un sistema computarizado utilizado para determinar los requerimientos de cantidad y de tiempo para los materiales utilizados en una operación de producción. Los sistemas MRP utilizan una programación maestra de producción, una lista de materiales que tiene cada artículo necesario para cada producto a ser producido, e información sobre inventarios actuales de estos artículos para poder programar en un itinerario la producción y embarque de los artículos necesarios. **Manufacturing Resource Planning** (frecuentemente llamado **MRP II**) expande el MRP para incluir las herramientas de planeación de capacidades, una interface financiera para traducir la planeación de las operaciones en términos financieros, y una herramienta de simulación para asesorar planes alternativos de producción.

***Muda.** Cualquier actividad que consume recursos pero no crea ningún valor.

***Perfección.** Es la completa eliminación de *muda* para que todas las actividades a lo largo de la *corriente de valor* creen *valor*.

***Poka-yoke.** Un dispositivo para probar contra error o un procedimiento para prevenir un defecto durante la toma de pedidos o la manufactura.

***QFD** (Quality Function Deployment). Un procedimiento visual para toma de decisiones para equipos de múltiples habilidades el cual desarrolla un entendimiento común de la voz del cliente y un consenso de las especificaciones finales ingenieriles del producto que tiene el compromiso de todo el equipo. QFD integra las perspectivas de los miembros del equipo desde diferentes disciplinas, asegura que sus esfuerzos estén enfocados en resolver compensaciones claves de

manera consistente contra metas de rendimiento medibles para un producto, y despliega estas decisiones a través de niveles sucesivos de detalle. El uso de QFD elimina reflujos y retrabajo costosos como proyectos cerca del lanzamiento.

***Tiempo takt.** Es el tiempo de producción disponible dividido entre la tasa de la demanda del cliente. Por ejemplo, si el cliente demanda 240 de un artículo dado por día y la fábrica opera 480 minutos por día, el tiempo *takt* es de 2 minutos; si el cliente requiere dos nuevos productos diseñados por mes, el tiempo *takt* es de dos semanas. El tiempo *takt* fija el paso de producción para emparejarse con la tasa de la demanda del cliente y se convierte en el ritmo cardíaco de cualquier sistema lean.

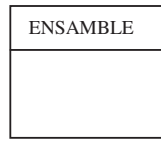
***Trazado de Mapas de la Corriente de Valor.** Es la identificación de todas las actividades específicas que ocurren a lo largo de una corriente de valor para un producto o una familia de productos.

***Valor.** Una capacidad que se le abastece a un cliente en el momento correcto a un precio apropiado, como se define en cada caso por el cliente.

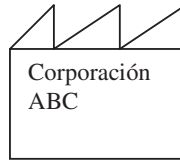
***Villas de Proceso.** El proceso de agrupamiento de las máquinas o actividades por el tipo de operación que realizan; por ejemplo, máquinas molidoras o la toma de pedidos. Contrasta con **celdas**.

(Referencias No. 1 y 8)

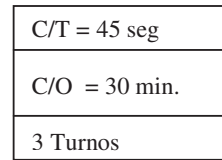
APENDICE D SIMBOLOGIA A) Iconos de Flujo de Material



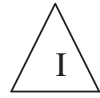
Proceso de
Manufactura



Fuentes
Externas

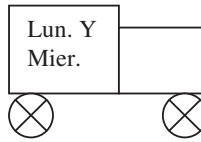


Cuadro de Datos



300 Pzs.
1 Día

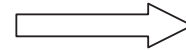
Inventario



Envío Por Camión



Flecha de "Empujar"



Producto Terminado
Hacia el Cliente

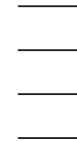
B) Iconos Generales:



Kaizen

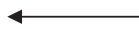


No. De Operarios

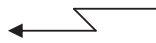


Supermercado

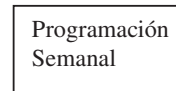
C) Iconos de Flujo de Información:



Flujo de Información
Manual



Flujo de Información
Electrónica



Programación



Nivelación de la
Programación



Kanban
De Retiro



Kanban de
Producción



Lote de Kanban
Entrante



Programación
"Vé a Ver"

IX. BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1. Lean Thinking
J.P. Womack - D.T. Jones
Prentice Hall (1996)
2. Primal Leadership
D.Goleman - R. Boyatzis - A. McKee
Harvard Business School Press (2002)
3. Los Innovadores de Las Grandes Organizaciones
D.A. Wren - R.G. Greenwood
Oxford University Press (1999)
4. Good to Great
J. Collins
Randon House Business Books (2001)
5. REVISTAS APICS:
 - a.) Volumen 13 - Junio 2003
6. Learning to See
Mike Rother
John Shook
The Lean Enterprise Institute, Inc.
Version 1.2, June 1999
7. Making Six Sigma Last
George Eckes
John Wiley & Sons, Inc., 2001
8. Lean Lexicon. A Graphical Glossary for Lean Thinkers
Compiled by The Lean Enterprise Institute.
Version 1.0, January 2003
9. Running Today's Factory
A Proven Strategy for Lean Manufacturing
Charles Standard and Dale Davis
Hanser Gardner Publications 1999

CONTENIDO	Página
I. Antecedentes.....	1
II. Introducción	4
III. Generalidades	7
3.1. Especificación el Valor	8
3.2. Identificando la Corriente de Valor	10
3.3. El Flujo	12
3.4. Jalar	14
3.5. La Perfección	15
3.6. Lean Thinking Vs. el Estancamiento	16
IV. Aplicación de los Principios de Lean Thinking.....	19
4.1. El Valor.....	20
4.1.1. Definición del Valor en Términos del Producto Completo.....	22
4.1.2. La Necesidad Crítica de las Empresas Esbeltas de Replantear el Valor	22
4.1.3. El Costo Meta.....	23
4.2. La Corriente de Valor.....	24
4.2.1. La Corriente de Valor Para una Caja de Refrescos de Cola	25
4.2.2. La Producción de Refrescos de Cola	25
4.2.3. La Causa del Muda	31
4.2.4. Aplicando el Análisis de la Corriente de Valor	37
4.3. El Flujo.....	38
4.3.1. Las Técnicas del Flujo	39
4.3.1.1. El Diseño.	40
4.3.1.2. La Toma de Pedidos	41
4.3.1.3. La Producción.....	43
4.3.1.4. Aplicando el Pensamiento de Flujo a Cualquier Actividad.....	50
4.3.1.5. El Flujo en el Trabajo; Trabajar Conforme al Flujo	50
4.4. Jalar	52
4.4.1. Producción Lean Para Jalar	53
4.4.2. La Distribución Lean Para Jalar	56
4.4.3. De la Teoría a la Práctica	57
4.4.3. Jalar Desde el Lugar de Servicio Hasta la Materia Prima	64
4.5. La Perfección	67
V. Lean Thinking Paso a Paso. Trazando el Mapa	75
5.1. Trazando los Mapas de la Corriente de Valor	76
5.2. Trazando el Mapa del Estado Actual	82
5.3. Características de una Corriente de Valor Lean.....	94
5.4. Trazando el Mapa del Estado Futuro	98
5.5. La Implementación Por Pasos	108
5.6. El Plan de la Corriente de Valor.....	109
VI. Caso de Estudio	112
6.1. Trazando el Mapa del Estado Actual	115
6.2. Trazando el Mapa del Estado Futuro	120
6.3. Realizando la Implementación Paso Por Paso	128
6.4. El Plan Para la Corriente de Valor de Sure Shoes	131
VII. Conclusiones	133
VIII. Apéndices	139
Apéndice A Datos de la Empresa Prensas Acme	140

Apéndice B	La Inteligencia Emocional en el Liderazgo Empresarial	143
Apéndice C	Glosario	145
Apéndice D	Simbología.....	148
IX. Bibliografía		149
Contenido		151