

# **Lean manufacturing**

**Optimización de  
una línea de ensamblaje**

**Implantación de Milk-Runs  
en una empresa del sector automotriz**

**Reestructuración y rediseño de los procesos  
de producción**

**Value Stream Mapping-  
Mapa de Flujos de Valor**

**Optimización de almacenes**

1. OPTIMIZACIÓN DE UNA LÍNEA DE ENSAMBLAJE .....	25
2. IMPLANTACIÓN DE MILK-RUNS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR AUTOMOTRIZ .....	27
3. REESTRUCTURACIÓN Y RE-DISEÑO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN .....	30
4. VALUE STREAM MAPPING - MAPA DE FLUJOS DE VALOR .....	32
5. OPTIMIZACIÓN DE ALMACENES .....	36

## 1. OPTIMIZACIÓN DE UNA LÍNEA DE ENSAMBLAJE

### Situación que se encontró, según observación y análisis

Una empresa dedicada a la manufactura industrial (proveedor de la industria aeronáutica) precisaba mejorar sus tiempos de entrega y el flujo de material. La compañía evaluó sus operaciones internas e identificó un importante punto débil en la logística de las áreas de empaquetado, marcado y envío de productos que retrasaban los envíos y aumentaban los tiempos de entrega en un 35% (en este caso, en 4-6 días). En éstas áreas se trabajaba por funciones, es decir, los operarios estaban únicamente especializados en sus actividades y no podían cambiar de posición de acuerdo a las necesidades reales de la demanda. Además, éstas áreas no estaban sincronizadas en términos de capacidad ni de tiempos de trabajo con la producción y ni el control de calidad. Como resultado, se estaban acumulando enormes niveles de inventario intermedio y los retrasos en las entregas iban en aumento.

La empresa solicitó los servicios de Anbor Consulting y, junto a ellos, se decidió que la meta era reducir drásticamente los tiempos de entrega optimizando el flujo de materiales, sincronizar el área de empaquetado con el taller de producción y crear e implantar Procedimientos Operativos Estándares para operarios multidisciplinarios.

### Soluciones implantadas y resultados obtenidos:

El área de empaquetado y marcación recibía los productos principalmente del taller de producción de la planta, por ello, se instalaron dos puntos de empaquetado directamente al lado de las máquinas para los casos excepcionales. Uno de ellos se situó en el taller de la planta y el otro en las instalaciones del proveedor para aquellos productos “outsourced”.

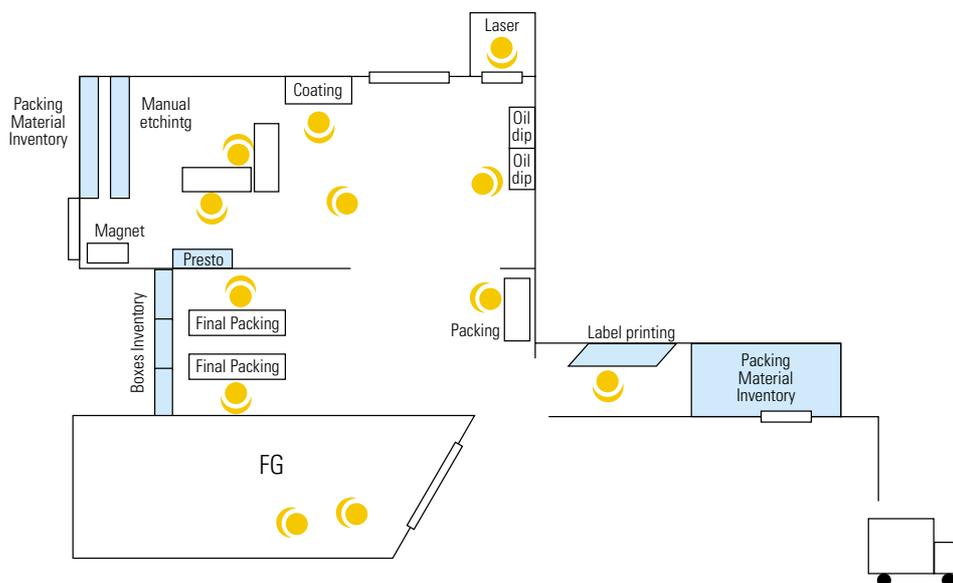
El proceso de optimización comenzó con la clasificación del material de empaquetado en tres colores principales y se organizó el layout del área según éstos. Con esta acción se evitó que los operarios caminasen largas distancias.

- Una vez diseñado el nuevo layout, la implantación se puso en marcha:
- Se colocaron los anaqueles de inventarios de cajas, cartones y plásticos cerca de los operarios
- Se estableció la secuencia de inventario FIFO

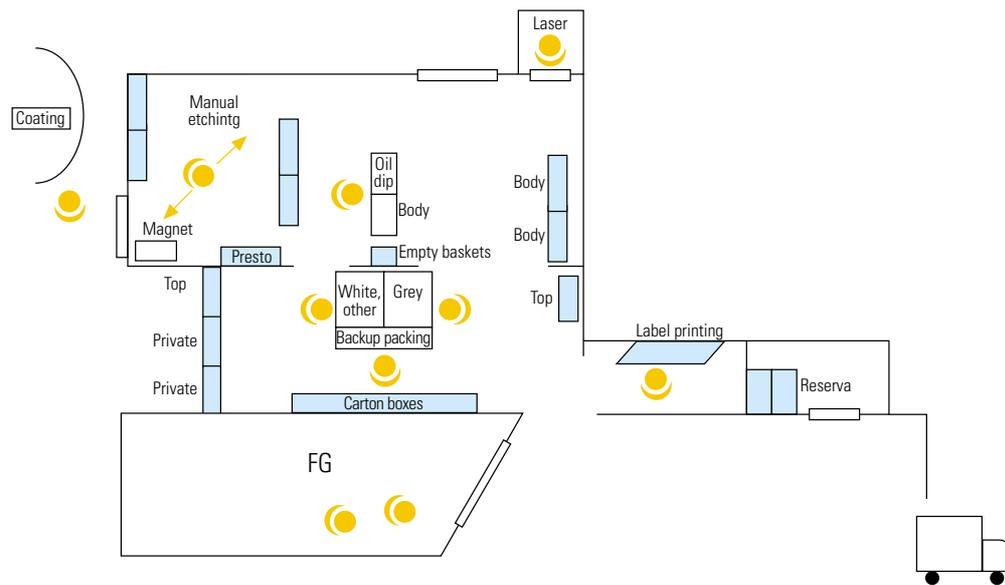
- Se ajustó la altura de las mesas para facilitar los trabajos realizados de pie
- Se diseñó cada mesa de empaquetado para lograr la máxima eficiencia ergonómica
- Se crearon elementos visuales (etiquetas de empaquetado, estanterías de cajas de cartón, visualización del flujo de producto, etc.)
- Se implantó un sistema de trabajo en equipo (operarios multidisciplinarios), de forma que si el 'buffer' entre procesos estaba lleno, el operario debía dejar lo que estaba haciendo y ayudar al siguiente proceso a terminar su ciclo
- Se diseñaron Procedimientos de Operación Estándares (SOP)

Con la implantación del flujo y del sistema de ensamblaje en el área de empaquetado y marcación, los tiempos de entrega se vieron drásticamente reducidos de 4 días a menos de 1. Aunque se logró un "flujo-por-lote", la meta es reemplazarlo en breve por el de "flujo-por-pieza". Los inventarios intermedios bajaron en un 50% en el proceso de ensamblaje. Las distancias recorridas por los operarios fueron reducidas de manera óptima (de 32 metros diarios a 8). Una descripción detallada de SOP para cada etapa del proceso fue desarrollada y comunicada a los operarios.

### Layout por Funciones



Layout por Ensamblaje



## 2. IMPLANTACIÓN DE MILK-RUNS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR AUTOMOTRIZ

### Situación que se encontró, según observación y análisis

El principal objetivo que se planteaba esta empresa proveedora del sector automotriz era conseguir una drástica reducción de inventarios de materia prima en sus instalaciones. Con esta intención se implantó la herramienta "Milk-Runs".

### Soluciones implantadas y resultados obtenidos:

Milk-Runs es una técnica empleada para optimizar la capacidad de transporte mediante la recolección de materia prima en muchos sitios (proveedores), en pequeñas o medianas cantidades, a lo largo de una ruta pre-establecida.

En esta empresa los Milk-Runs responden a la necesidad de sincronizar, de forma oportuna y secuenciada, las recogidas de materiales en los diferentes puntos de entrega, normalmente en las instalaciones de sus proveedores, con su plan de producción.

Los Milk-Runs pueden estar a cargo de los proveedores o a cargo de la empresa receptora de los

materiales y pueden ser efectuados con medios propios de los proveedores, la empresa receptora o un proveedor especializado en logística. Para los proveedores es una excelente oportunidad para optimizar la utilización de su capacidad de transporte que muchas veces está infrutilizada.

La empresa cliente, tras evaluar las alternativas con nuestros consultores, se decidió por ser ella misma la organizadora de los Milk-Runs con el fin de tener el control sobre los ahorros que el sistema le iba a proporcionar. El ahorro de costes se conseguiría mediante el traslado de inventarios desde las instalaciones de nuestro cliente a las instalaciones de sus proveedores, con la correspondiente transferencia de riesgos y costes de mantenimiento del mismo y con el aumento de la rotación de inventarios con sus efectos positivos sobre el flujo de caja. Se planificaron las necesidades en términos de capacidades, de transporte, se definieron las rutas y las frecuencias y la formulación de requerimientos para los proveedores.

El equipo de trabajo para la implantación de los Milk-Runs tenía como meta la planificación de las necesidades en términos de capacidades, de transporte, la definición de rutas y frecuencias, y la formulación de requerimientos para los proveedores. Aparte de esta tarea, tenían como objetivo la participación 'ad-hoc' en otros equipos, como especialistas, instaurados con metas relacionadas, p.e. los grupos "Implantación Código de Barras" y "KANBAN"<sup>1</sup>.

El primer Milk-Run tenía como objetivo integrar, con la ayuda de circuitos KANBAN, los proveedores de piezas fundidas con la planta de nuestro cliente y, en ella, con el área de mecanización y montaje. Una de las metas era la instauración de inventario a-distancia-de-brazo en las instalaciones de los proveedores. Las negociaciones tuvieron como resultado el mantenimiento de un inventario mínimo de un día, en términos de capacidad de producción de nuestro cliente, en las instalaciones de los proveedores y acceso libre a un área predeterminada para su recolección a cualquier hora del día durante 6 días a la semana. De esta forma, las tarjetas KANBAN no eran de producción sino de reposición de componentes consumidos.

En paralelo a esta actividad se trabajó también en la reducción de los lotes de producción y la flexibilización de los planes de producción en respuesta a la fluctuante demanda por parte de los clientes más importantes.

<sup>1</sup> Sistema de control visual que consiste en pequeñas tarjetas adheridas a las cajas de piezas que regulan el flujo tirado, señalando las fases productivas previas y la entrega del producto en cada paso. Es el mecanismo principal que permite el sistema de flujo tirado, así como la visibilidad de programas de producción. Un Kanban autoriza la fase anterior de producción para hacer más partes.

Al mismo tiempo, se inicio un proyecto de homogeneización de los contenedores utilizados para la presentación de los materiales y componentes recibidos en las instalaciones de nuestro cliente.



La proliferación de los tamaños y materiales de los empaques causaba, por un lado, despilfarro en el espacio de almacenamiento, esto era un problema para mantener el material al pie de cada línea de montaje, y por otro lado un elevado nivel de desechos al pie de cada línea con sus consecutivos riesgos de contaminación de calidad, más despilfarro de espacio y costes para su manipulación. Además impedía la optimización de las capacidades de transporte de los Milk-Runs.

Como solución se decidió la utilización de contenedores retornables, alquilados a través de una empresa especializada en este servicio y/o unidades propias dependiendo principalmente de la distancia a la que se encuentra el proveedor y el grado de suciedad en el proceso del mismo.

Por los requerimientos específicos del proceso interno de nuestro cliente se están utilizando cestas metálicas para las piezas mecanizadas como única excepción a la solución arriba mencionada.

### Resultados:

Los resultados obtenidos por la implantación de la herramienta Milk-Runs y las optimizaciones de lotes e niveles de inventarios fueron:

- Reducción de los inventarios de piezas no mecanizadas en las instalaciones de nuestro cliente: -60%.
- Reducción de costes de mantenimiento en un 15%.

### 3. REESTRUCTURACIÓN Y RE-DISEÑO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN

#### Situación que se encontró, según observación y análisis

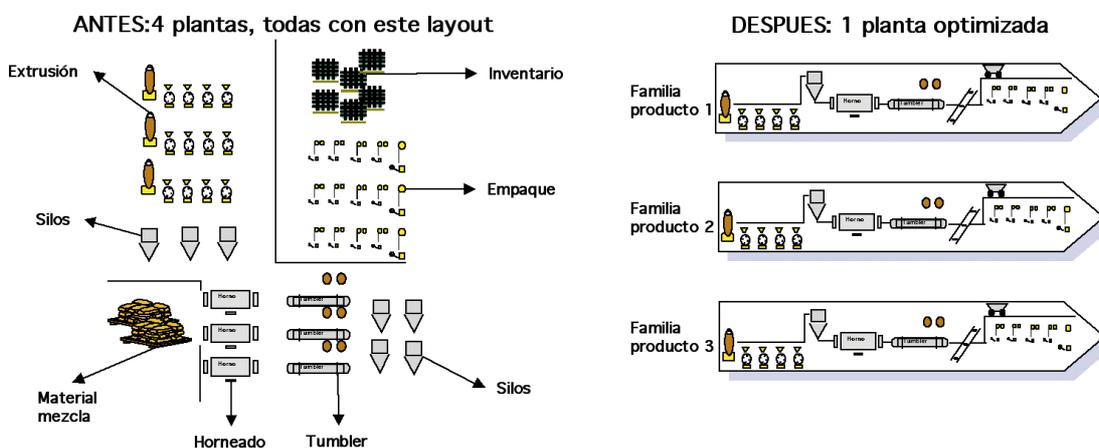
Nuestro cliente, una empresa del sector de la alimentación que diseña, elabora y vende snacks salados, poseía una gran cuota del mercado pero su participación disminuía del orden de dos dígitos anuales. Los consumidores se quejaban de la mala calidad de sus productos, de una reducida presencia en el mercado y del alto precio.

Sus procesos de producción estaban repartidos entre cuatro plantas en diferentes zonas del país. Cada una producía grandes lotes que se almacenaban en silos de productos intermedios. Los productos en proceso permanecían almacenados en los silos hasta el momento de la extrusión que se realizaba para todos los productos a la vez. Esta situación provocaba una disminución en la calidad de los productos, unos tiempos de respuesta muy largos y unos bajos niveles de productividad.

#### Soluciones implantadas y resultados obtenidos:

Con el asesoramiento de nuestros consultores se ideó el proyecto de transformación de la empresa que se dividió en varias partes: organización de los procesos por líneas de productos y no por funciones, y reestructuración del sistema logístico. También se quería asegurar la disposición de materia prima y gestionar eficientemente los niveles de inventarios.

#### Layout



El objetivo del proyecto era organizar los procesos de producción basándose en líneas de productos, y no en funciones. Para ello se diseñó un layout que excluía a los silos intermedios de forma que el proceso debía comenzar con la materia prima y terminar con el embalaje del producto final, todo en un proceso de flujo continuo.

Con esta intención se diseñaron 16 líneas de producción. De éstas, 10 estarían clasificadas por líneas de producto para ser implantadas en una de las cuatro plantas.

La implantación de este layout se realizó de forma conjunta entre la empresa y los consultores en tan solo tres meses. Como se podía alcanzar el mismo nivel de producción en una sola planta, las otras fábricas se vendieron, algunas de ellas a la corporación madre. Con esta transacción la productividad del trabajo aumentó en un 55%.

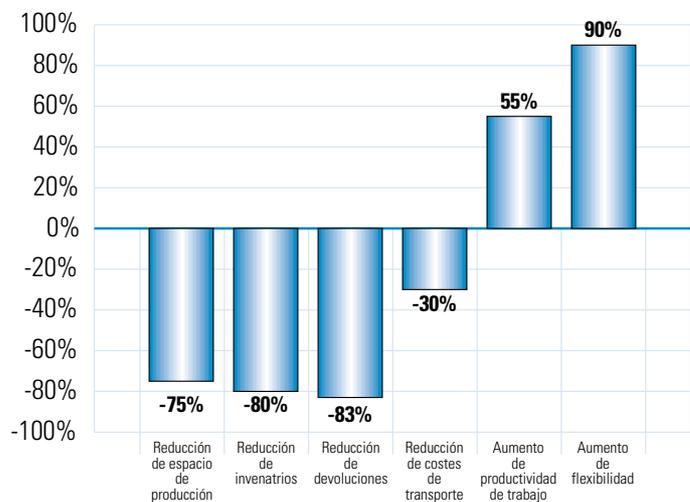
**Optimización**

Tras la implantación del nuevo layout cada una de las líneas de fabricación en la nueva planta tenía a su disposición toda la materia prima necesaria (harina, queso y agua) para la elaboración de los productos, al tiempo que se deshizo de los inventarios intermedios. Se adjudicó la responsabilidad sobre las actividades de apoyo de los procesos de elaboración a los operarios. De esta manera, cada línea tenía asignada una persona dedicada a su mantenimiento. Ésta persona formaba a los operarios en mantenimiento

preventivo y realizaba las reparaciones pertinentes cuando se estropeaba una máquina. En cuanto a la disposición diaria de materiales, la calidad, etc., las responsabilidades también fueron descentralizadas.

Al eliminarse los inventarios de productos intermedios y finales, las líneas multi-producto se vieron obligadas a reducir drásticamente los tiempos de cambio de un producto a

**Porcentaje de mejoramiento**



otro. Antes, los tiempos de cambio de formato de máquina tardaban entre una y tres horas. Tras su optimización, los tiempos se redujeron a 5-10 minutos, con lo que cada producto se producía sin mayor limitación que su demanda real. La flexibilidad de cada línea se incrementó fuertemente.

Finalmente, se implantó un sistema sencillo para la resolución de problemas. Cuando los parámetros de control superaban los límites de tolerancia, los responsables de línea, mantenimiento y calidad se reunían con un operario y, utilizando las herramientas de calidad proporcionadas por los consultores, resolvían rápidamente la causa del problema.

En resumen, los resultados del proyecto en su globalidad, incluyendo la implantación del sistema de producción KANBAN, fueron los siguientes:

Las mejoras operativas ayudaron a la compañía a incrementar sus ventas. La empresa recuperó su cuota de mercado y su posición líder en el sector.

#### **4. VALUE STREAM MAPPING – MAPA DE FLUJOS DE VALOR**

##### **Situación que se encontró, según observación y análisis**

Una empresa fabricante de herramientas de corte metálico, se enfrentaba a un creciente descontento por parte de sus clientes porque no podía cumplir con los requisitos de entregas, de calidad, de mezcla de productos y de nivel de precios. Tras asumir la necesidad de optimizar los procesos operativos de la empresa, los mandos directivos decidieron implantar las Prácticas Lean con la ayuda de Anbor Consulting para agilizar los procesos y crear un mayor flujo en la producción.

Los objetivos clave que nuestro cliente se fijó eran:

- Reducir los tiempos de entrega
- Reducir los niveles de inventario (materia prima, inventario en proceso y productos terminados)

##### **Soluciones implantadas:**

Para entender las acciones (con valor añadido y sin valor) de la empresa, en términos de flujos de material y de información, y por lo tanto, para identificar el despilfarro en los procesos y las oportunidades de mejora, se utilizó la herramienta Value Stream Mapping – Mapa de Flujos de Valor. Para facilitar la visualización se optó por dividir las actividades y los procesos por familias de pro-

ductos. Seguidamente, se analizó el flujo de información, los Tiempos Takt y Ciclo. Nuestros consultores analizaron los procesos de la empresa y llegaron a las siguientes conclusiones:

#### **Flujo de Información**

- La frecuencia aleatoria de las órdenes de producción de clientes internos y externos creaban “olas de información” que la planta absorbía filtrando la información antes de ejecutar el MRP. La planificación basada en recursos prácticamente no existía, por ello, no se podía mantener FIFO.
- Las órdenes de producción eran tratadas de 4 maneras diferentes antes de llegar al taller. Las operaciones eran ineficientes y demostraban la cultura de planificación orientada a las excepciones. No existían procedimientos estándares de operaciones.
- Las actividades semanales de planificación de la producción, las simulaciones diarias de planificación y el control diario de la producción no se llevaban a cabo de manera sincronizada, por lo que se desconocía en qué momento un pedido llegaba al taller.
- Los largos tiempos de entrega, más los aspectos ya comentados, provocaban un constante cambio de prioridades según la urgencia de las órdenes de producción. Esto retrasaba las órdenes “normales” que se convertían en urgentes a su vez. El resultado era un círculo vicioso del tratamiento de las órdenes por prioridades.
- El seguimiento de las órdenes se efectuaba sólo hasta la entrega del producto al ‘inventario intermedio’. A partir de aquí, incluso el sistema de información desconocía los tiempos de entrega de los pedidos.
- Las órdenes de trabajo llegaban al taller en cantidades no estandarizadas. De esta manera, los tiempos de entrega de cada orden podían variar mucho entre sí, creando “olas fluctuantes” en el taller.

#### **Flujo de materiales**

El sistema “push”, junto con las órdenes de producción urgentes y prioritarias, hacía que los tiempos de entrega fueran difíciles de controlar.

Se identificó el almacén de inventarios intermedios como el punto de almacenamiento central responsable de que los pedidos se retrasasen un promedio de 8 días.

Los grandes anaqueles de inventarios de cada departamento permitían que los operarios combinaran lotes retardando, de esta manera, los tiempos de entrega de los pedidos individuales en su conjunto.

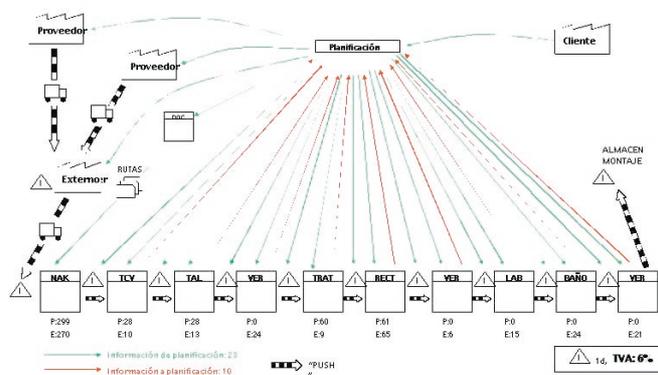
Los tiempos de cambio de las máquinas eran largos y para intentar evitarlos el taller combinaba lotes. Esto provocaba retrasos en los tiempos de entrega.

### Actividades con Valor Añadido

Nuestros consultores midieron las actividades con valor añadido y sin valor añadido. Por ejemplo, las órdenes de producción del cliente más importante de la empresa contenían actividades sin valor añadido en un 96% y tan solo un 4% de ellas con valor añadido.

Tras obtener estos resultados y calcular los tiempos Ciclo y Takt reproducimos el estado actual del flujo de valor en el siguiente diagrama:

Value Stream Mapping: Situación actual



Para poder crear flujo, los procesos operativos necesitan ser robustos y capaces de manejar lotes de tamaño pequeño. La reducción de los tiempos de cambio es una de las piezas claves para lograr este objetivo. De esta forma, analizamos los tiempos de cambio de todas las máquinas y definimos objetivos conservadores para su reducción. En la mayoría de las máquinas se pudo conseguir una reducción de por lo menos un 37%.

Luego, organizamos nuestras actividades para: optimizar los procesos y crear flujo.

### Objetivos para la Optimización de Procesos

- Reducir los tiempos de cambio, de forma que esta actividad no ocupe mas del 10-20% con re-

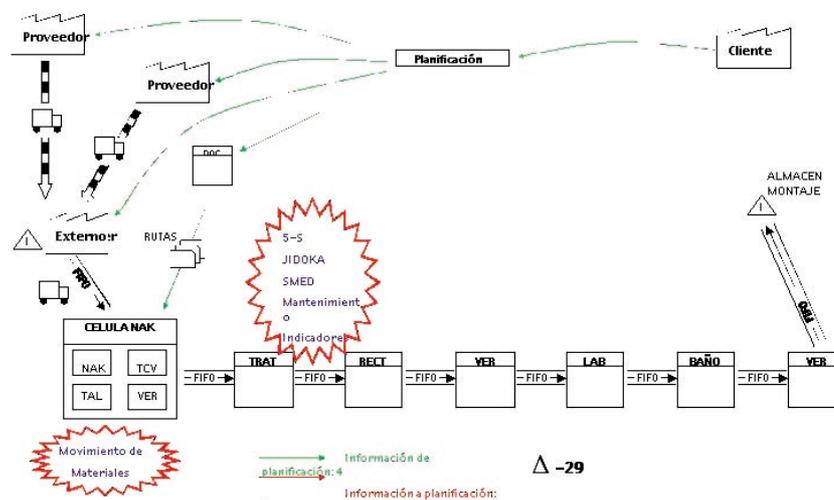
lación al trabajo global y con los cambios más frecuentes;

- Implantar “técnicas visuales de control” para lograr que las órdenes de producción, el seguimiento de las condiciones de las máquinas y el rendimiento de los operarios sean más visuales y más controlables;
- Implantar 5-S para organizar cada uno de los sitios de trabajo, y así reducir los márgenes de error, generar el sentido de identificación de los operarios con sus actividades y permitir la medición del rendimiento;
- Incrementar el tiempo de producción de la máquina a través del Mantenimiento Total Productivo (TPM), y reforzar las células de trabajo para la entrega de productos según su necesidad.

### Crear Flujo

- Diseñar mini-células de producción como base para crear e implantar flujo-por-pieza;
- Crear órdenes físicas FIFO, que no puedan ser alteradas;
- Dar apoyo a los procesos de producción sincronizando el flujo de información con el flujo de material;
- Introducir el sistema de producción “pull” e implantarlo junto con las mini-células;
- Reducir los niveles de inventarios a fin de que, junto al flujo-por-pieza, generen tiempos de entrega más cortos.

### Value Stream Mapping: Visión Futura



### Resultados:

#### Mejoras Operacionales:

- Tiempo promedio de entrega: reducido de 6 semanas a 15 días (-50%)
- Inventario en Proceso global en la planta: -75%
- Reducción de tiempos de parada de las máquinas a través de mantenimientos preventivos: -30%
- Productividad: +7% (sin ser el objetivo de este proyecto)

#### Mejoras en Términos Financieros

- Margen bruto: +3,73%
- Margen neto: +12,50%
- Índice de liquidez: +29%
- Rotación del inventario: +28%

#### Otras mejoras que se obtuvieron:

- Hasta el momento en que se implantaron las mejoras, los empleados no habían tenido la oportunidad de participar activamente en los procesos de cambio. El trabajo en equipo diseñado por los proyectos les permitió poner en práctica sus ideas.
- Los empleados se identificaron con el producto y la empresa.
- La comunicación entre los mandos directivos y los empleados, y las áreas directas de producción y de apoyo, mejoró generando una dinámica interna (de equipo) que contribuyó a incrementar las ventas.
- Mayor flexibilidad para responder sin demoras a las necesidades cambiantes del cliente.
- Se creó una cultura interna de mayor participación, colaboración y responsabilidad.

## 5. OPTIMIZACIÓN DE ALMACENES

### Entorno de la industria y situación de la empresa

#### Situación que se encontró, según observación y análisis

Una empresa Tier1 había alquilado una nave de 6000 m<sup>2</sup> a 5 minutos de la planta para almacenar una parte importante de su stock como eventual solución a su problema crónico de escasez de espacio de almacenaje.

Además, disponía de espacio en su planta de producción, donde se guardaban los materiales para usar a corto plazo en las líneas de montaje. Estos se transportaban desde el almacén externo mediante un sistema de KANBAN de transporte. En la planta se almacenaban también los componentes fabricados en el departamento de inyección de



plástico; piezas de gran volumen y alta rotación que ocupan gran cantidad de contenedores y espacio. Estas piezas se almacenaban al aire libre con consecuencias negativas en cuanto a la calidad, distancia de transporte, mano de obra, etc. Aunque no había datos para evaluar las pérdidas, en invierno se producía chatarra por fragilidad y en verano por exceso de deformación. En días de lluvia la planta se convertía en un fangal por la cantidad de agua que se filtraba en los contenedores. La dirección de la empresa solicitó nuestros servicios para encontrar una solución definitiva al problema de capacidad de sus almacenes.

### **Mejoras propuestas**

Para empezar, se separaron los materiales en dos grandes áreas: componentes comprados y piezas de plástico inyectado y se hicieron las siguientes observaciones, que constituyeron el primer paso para proyectar las mejoras:

- a) Componentes comprados: se estudió la cantidad de componentes comprados y la estructura del stock. El análisis mostró que la media superaba los 10 días, con componentes que superaban varios años y otros sin movimiento esperado en un horizonte de 12 meses. A esto se sumaba una situación crónica de falta de componentes que obligaba a cambiar frecuentemente los Programas de Producción.
- b) Plástico Inyectado: Había una media de 5 días de inventario, con componentes que superaban los 15 días y faltantes crónicos, como ocurría en los componentes comprados.

### Descripción breve de la metodología de trabajo y las herramientas utilizadas

#### a) Componentes comprados:

1. Se fijaron políticas en cuanto al tamaño de lotes de recambios teniendo en cuenta la demanda real del año en curso. Se negociaron nuevos precios con los proveedores.
2. Se estableció un sistema de "Milk Runs" recogiendo diariamente los componentes en las plantas de los proveedores con transporte a cargo de la empresa. Se renegociaron los precios con los proveedores y el ahorro total llegó en algunos casos hasta el 50% del precio de transporte pagado anteriormente, además de reducir los stocks a menos de 5 días. Se estableció un sistema de seguimiento activo por parte de los Abastecedores de Logística, para los stocks de componentes bajo su responsabilidad. Los abastecedores dirigen ahora un grupo de trabajo donde analizan las causas de los excesos de stock de los componentes de mayor coste, tomando acciones correctivas que se extienden luego al resto de los componentes.
3. Se hizo destruir el material obsoleto.

#### b) Plástico inyectado:

1. Se aplicaron técnicas SMED y se bajaron los tiempos de cambio de moldes a menos de 1,5 horas. Esto permitió instalar cada molde en máquinas más de 2 veces por semana, mientras antes se intentaba hacerlo 1 vez por mes, como máximo.
2. Se estableció un sistema KANBAN de programación con un objetivo de no más de 3 días de stock.

### Resultados:

- Reducción de la área ocupada de 6000 m<sup>2</sup> a 2000 m<sup>2</sup>
- Reducción de la media de componentes comprados de 10 días a 5 días
- Reducción del stock de plástico inyectado en menos de 3 días
- Eliminación de problemas de calidad, distancia de transporte, ahorro en mano de obra al almacenar todo bajo techo (previamente un porcentaje del stock se almacenaba al aire libre)