

Desarrollo de nuevos métodos de trabajo para pymes del sector del vidrio

M^a Victoria de la Fuente, Lorenzo Ros

Dpto. de Economía de la Empresa. ETSII. Universidad Politécnica de Cartagena. Campus Muralla del Mar, 30202 Cartagena (Murcia). marivi.fuente@upct.es; lorenzo.ros@upct.es

Resumen

El presente trabajo forma parte de un estudio realizado para la reducción de tiempos de producción y mejora de la atención al cliente en las pymes del sector del vidrio para decoración de la Región de Murcia. El estudio de métodos de trabajo se centra en el proceso de fabricación del producto vidrio mateado, analizando los puestos de trabajo existentes en la línea.

El estudio del proceso permitió detectar las deficiencias existentes, y llevó a la propuesta de mejoras en torno a tres aspectos de la línea de fabricación (maquinaria, puestos de trabajo, sistema alimentación). Así mismo, ante la nula utilización de parámetros para el control de la producción (en la mayoría de las pymes del sector), el grupo de investigación diseñó un conjunto de indicadores básicos, que permite la recogida de información para el control formal de la producción y el análisis de los costes reales de la línea.

Palabras clave: mejora de procesos, estudio de métodos y tiempos, línea de fabricación.

1. Introducción

Dentro del sector del vidrio, donde son líderes las empresas capaces de afrontar el reto de la innovación constante, son factores de éxito las directrices en Calidad, Tecnología, Servicio, Diseño y Ecología. En este entorno dinámico y competitivo, la introducción de mejoras en el ámbito de producción, así como en el resto de áreas, determinará la supervivencia de las pymes en este sector.

Actualmente las pymes del sector del vidrio para decoración de la Región de Murcia se encuentran en una situación crítica, ya que el mercado ha entrado en una dinámica asfixiante en cuanto a competencia y guerra de precios, sostenida por la incursión de nuevos y poderosos competidores de otros sectores del vidrio (vidrio soplado, vidrio templado).

La ventaja competitiva de las pymes se basa en la presencia y experiencia durante años en el mercado del vidrio mateado, y capaces de asegurar al cliente un servicio y suministro integral y seguro, pero la necesidad de bajar precios ha obligado al conjunto de pymes a plantearse la reducción de costes para no perder los márgenes existentes.

En este contexto, las pymes del sector se plantean la necesidad de realizar mejoras en su sistema productivo, centrandose en las líneas de actuación en la reducción de costes, el suministro integral y el servicio rápido al cliente. Por ello, el grupo de investigación recibió el encargo, por parte de las pymes, de un proyecto de mejora en la línea de vidrio mateado al ácido.

Para el desarrollo de este trabajo el grupo de investigación ha seguido los principios de mejora continua, que se han concretado en las principales fases siguientes:

- Estudio del proceso – Análisis y Evaluación de la situación de partida*
- Determinación de los objetivos de mejora – Propuesta de acciones de mejora*
- Cuantificación y viabilidad de las mejoras – Implantación de las mismas.*

Concluyendo, los resultados presentados en esta comunicación forman parte de un estudio solicitado por las pymes para la reducción de tiempos de producción y mejora de la atención al cliente. En concreto, el estudio de métodos de trabajo se centra en el proceso de fabricación del producto “vidrio mateado”, altamente utilizado para la decoración (cristalerías, fábricas de muebles, constructoras, etc.) por su excelente acabado superficial.

2. Estudio del proceso

El vidrio se fabrica a partir de una mezcla compleja de compuestos vitrificantes (sílice), fundentes (álcalis) y estabilizantes (cal). Suele ser una materia transparente, pero también puede ser translúcido u opaco; y su color varía según los componentes utilizados en su fabricación. En concreto, el proceso de fabricación del vidrio mateado consiste en la transformación fisico-química de una de las caras de la hoja de vidrio flotado (float) de primera calidad, sobre el que se aplica una mezcla de ácido fluorhídrico con sales de bario y flúor que disuelve parte del vidrio, creando una superficie granulada que dispersa la luz y transforma el vidrio float transparente en un vidrio translúcido.

Para lograr este producto son necesarias las siguientes operaciones: preparación de las hojas de vidrio fresco, introducción en la máquina lavadora (a través de una mesa basculante), realización del primer lavado (lavadora de entrada), protección con film adhesivo de una de las caras (en el módulo bobina de vinilo), sellado de bordes, aplicación de la mezcla ácida (cortina), curado (cabina de ácido), eliminación de la mezcla ácida y segundo lavado (lavadora de salida), eliminación del film adhesivo (mesa basculante de salida), control de calidad (caballetes) y almacenamiento provisional hasta expedición.

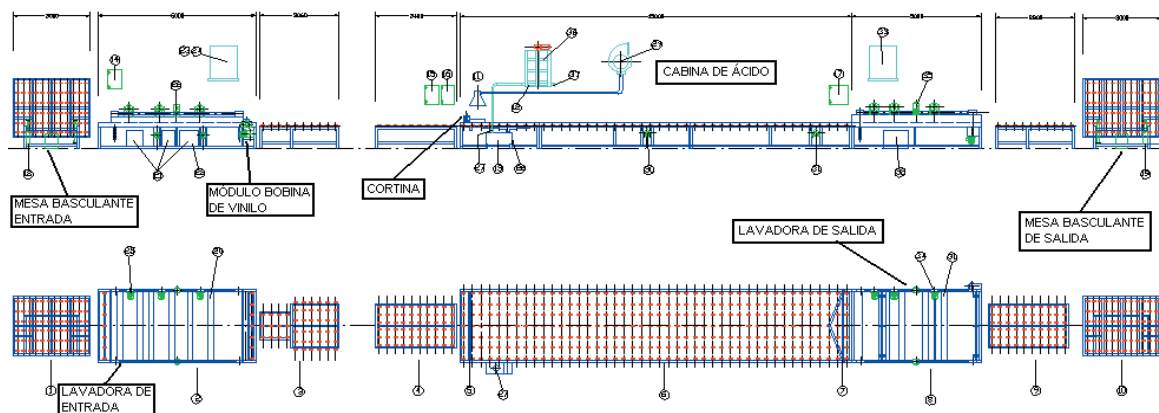


Figura 1. Detalle de la línea de producción de vidrio mateado al ácido.

El estudio de esta línea de fabricación, existente en la mayoría de pymes dedicadas a la fabricación de vidrio decorativo, se dirigió, en primer lugar, al análisis de los puestos de los operarios (descritos en la tabla 1), que junto con el estudio de métodos y tiempos desarrollado para cada uno de ellos, busca optimizar los tiempos de producción.

2.1. Estudio de métodos y tiempos

El estudio de métodos y tiempos realizado para la línea de producción de vidrio mateado se basó en el análisis de la secuencia de actividades del proceso estudiado, combinando la observación directa de los trabajadores (tabla 1 y figura 2) y el cronometraje de tiempos (tabla 2) durante un número significativo de ciclos o repeticiones. Durante el estudio, se tuvo bajo control el tiempo crítico de ciclo por hoja producida que se encontró en aquel punto de la línea en el que

la velocidad de paso era menor, y a partir del cual se fijaron todos los tiempos de ciclo (ver tabla 2). Así mismo, se aplicaron criterios de mínimo recorrido, y de minimización y agrupación de los tiempos muertos.

Tabla 1. Distribución de puestos y sus funciones en la línea de producción.

OPERARIO	FUNCIONES PRINCIPALES
O-1	- Transporte hojas de vidrio desde caballete hasta mesa basculante - Introducción de hoja en lavadora de entrada
O-2	- Reforzar bordes de la hoja con cinta antes de introducción en cabina de ácido
O-3	- Control de funcionamiento de lavadora entrada, comprobando limpieza hojas
O-4	- Retirada de film autoadhesivo y control de calidad de las hojas de salida - Prensado de film autoadhesivo para retirada de residuos
O-5	- Retirada de film autoadhesivo - Manejo de polipasto para transporte hojas desde mesa basculante de salida hasta caballete correspondiente
O-Almacén	- Suministro cajas de vidrio fresco, desde almacén hasta caballete entrada - Retirada cajas vidrio mateado hasta almacén producto acabado o camión - Control y refuerzo de la mezcla ácida
Encargado Producción	- Planificación de la producción y la logística. - Gestión del stock (vidrio fresco y producto acabado) - Actividades de apoyo al resto de operarios

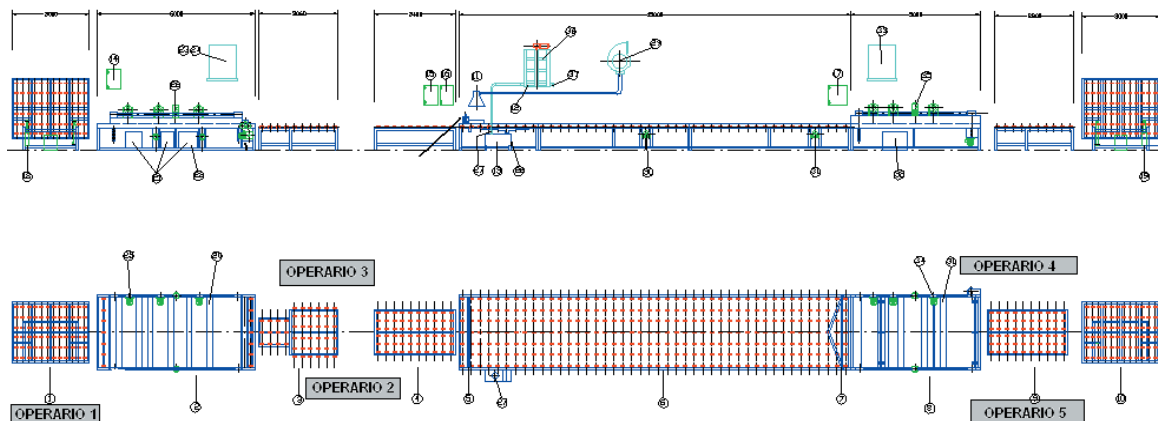


Figura 2. Distribución de operarios en la línea de producción

Tabla 2. Análisis de los puestos y medición de tiempos en la línea de fabricación.

Puestos de trabajo	Operarios asignados	Maquinaria	Parámetros
(1)	O-1	Caballete de entrada Polipasto de entrada Mesa basculante de entrada Lavadora de entrada	Velocidad lavadora: 3,27 cm/seg. Tiempo de ciclo: 101 seg. Tiempo ocioso: 61,7 seg.
(2)	O-2 O-3	Módulo film plástico Cortina de ácido Cabina de mateado Patín	Tiempo de ciclo: 90 seg.
(3)	O-4 O-5	Lavadora de salida Mesa basculante salida Polipasto de salida	Tiempo de ciclo: 105 seg. Tiempo ocioso: [5-8] seg.

El objetivo de este estudio es poder optimizar los movimientos de materiales y operarios a lo largo de la línea de fabricación, de cara a minimizar los tiempos ociosos de los operarios, mejorar la eficiencia, y aumentar su capacidad productiva. También se pretende modificar el entorno laboral de los operarios, para aumentar su satisfacción laboral y mejorar la ergonomía del puesto de trabajo, además de conseguir una mayor seguridad en dichos puestos, ya que se trata de operarios que trabajan diariamente con productos químicos y materiales pesados.

3. Propuesta de mejoras

Tras el análisis del proceso seleccionado, el grupo de investigación analizó la información recogida a través del estudio de métodos y tiempos. La evaluación de dicha información permitió determinar las deficiencias existentes en dicho proceso, y llevó a la propuesta de mejoras en la línea de fabricación de vidrio mateado en torno a tres aspectos:

- Rediseño de puestos de trabajo
- Modificación de los elementos de la línea de trabajo
- Modificación del sistema de alimentación de materiales de la línea de fabricación

3.1. Mejoras asociadas a los elementos y el sistema de alimentación de la línea de fabricación

- Reducción de la distancia entre hojas hasta 1cm (inicialmente era de hasta 1m, al creer los operarios que si era menor, las hojas chocaban y se rompían) en la lavadora de entrada. Esta mejora permitiría aumentar la velocidad de línea actual de 23hojas/hora, hasta una velocidad máxima de 34hojas/hora .
- Cambio de posición del caballete de entrada (figura 3):la nueva posición del caballete conlleva un menor recorrido de la grúa-polipasto con la hoja de vidrio, que al realizarse en línea recta desde la nueva posición, el operario sufre menos esfuerzos que si tiene que ir girando la hoja, puesto que aunque esté suspendida de la grúa, hay que manejarla de todos modos.

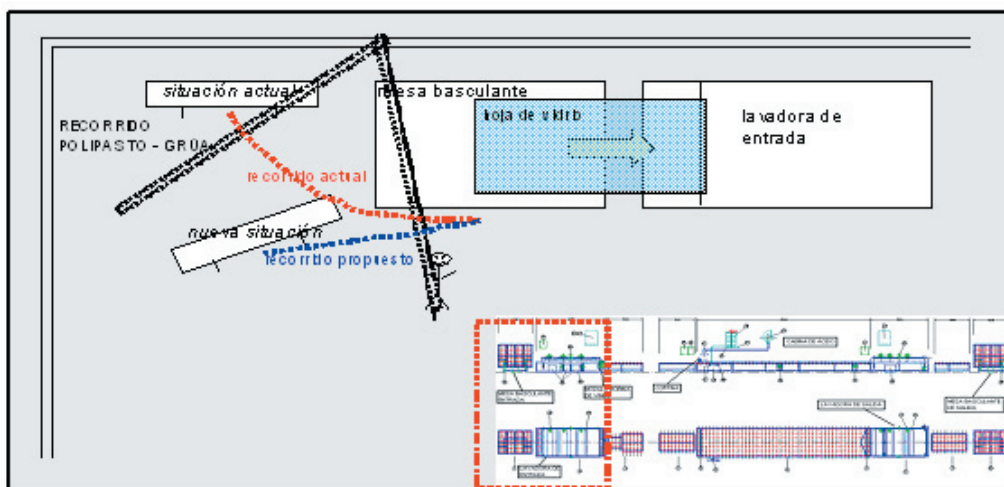


Figura 3. Propuesta de cambio del caballete de entrada.

- Incorporación de un transfer intermedio entre la lavadora de entrada y la mesa basculante. Permite colocar tres hojas a la entrada de la lavadora, mejorando y facilitando la alimentación de la lavadora, así como permite la agrupación de los tiempos ociosos del operario 1 asociados a 3 hojas (aprox. 180seg)
- Reducción de distancia entre hojas a 5cm dentro de la cabina de curado. Aumenta la productividad de la línea (modificando la cantidad de hojas procesadas), y facilita el cortado y pegado del film a las hojas a la salida del túnel.
- La mejora anterior conlleva la siguiente modificación en la cabina de mateado (figura 4): se debe colocar un nuevo final de carrera (A-> B), que introduce una variante en el régimen de giro de los ejes, y variando la velocidad de avance de las hojas en la cabina.
- Reubicación de los caballetes de salida (figura 5): la distancia entre la mesa basculante y los caballetes para depositar las “hojas buenas”, que son los más utilizados, se reduce en un metro. De este modo se reduce la distancia recorrida por las hojas (minimizando riesgos de rotura), y se facilita, por su colocación en ángulo (superior a 90°), el depósito de las mismas en los caballetes.

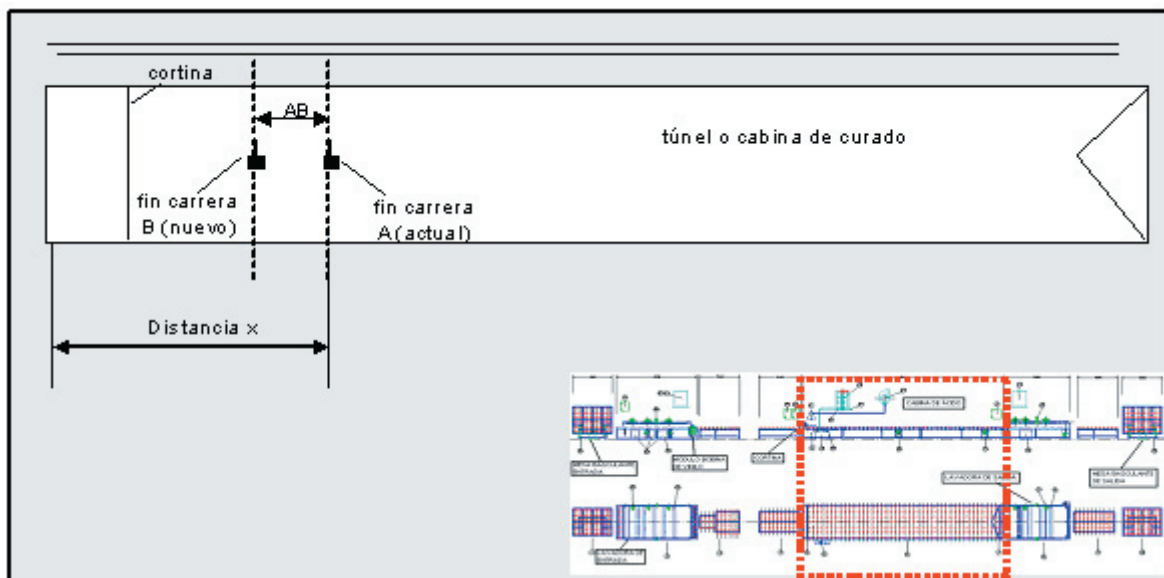


Figura 4. Modificaciones en el túnel (cabina de mateado)

- La nueva disposición de los caballetes de salida (figura 5) facilita la retirada de los paquetes completos de hojas hacia el muelle de carga o almacén de producto acabado. La tarea de transporte con el puente-grúa resulta más sencilla al disponer ahora de un acceso más despejado que en la situación inicial.
- Colocación de tubos de neón junto a las ventosas del polipasto. Se mejora la inspección de las hojas recogidas de la mesa basculante de salida, y con una buena iluminación se examinarán éstas en condiciones óptimas y homogéneas para su clasificación (control de calidad).

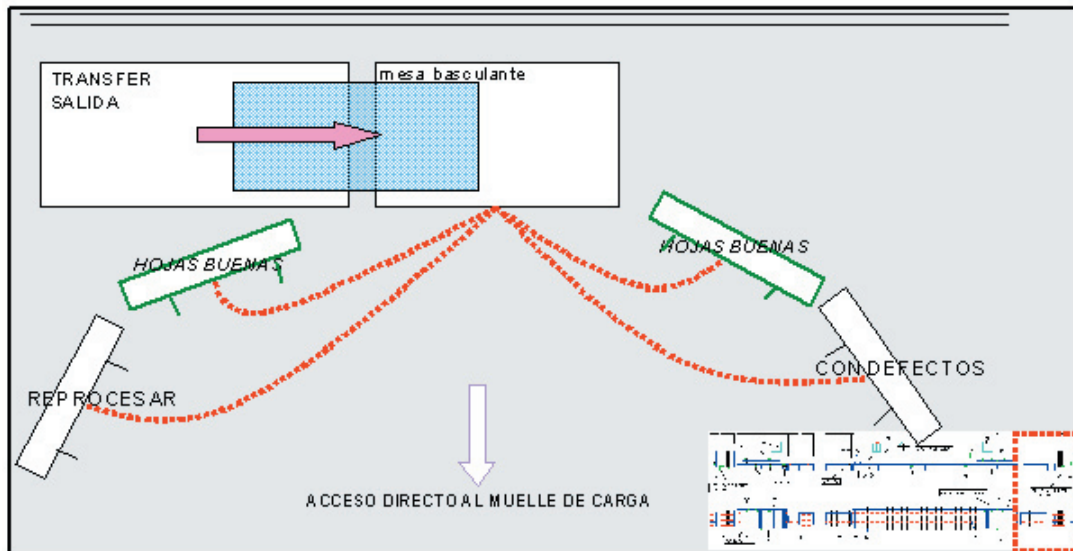


Figura 5. Posición de caballetes de salida propuesta.

- Cambio de posición del pulsador que abate y eleva la mesa basculante de salida (figura 6): se reducen desplazamientos de los operarios, y se aprovecha la nueva ubicación para pulsar el botón ciertos segundos antes, y permite al operario correspondiente colocarse adecuadamente para recibir la hoja en la mes

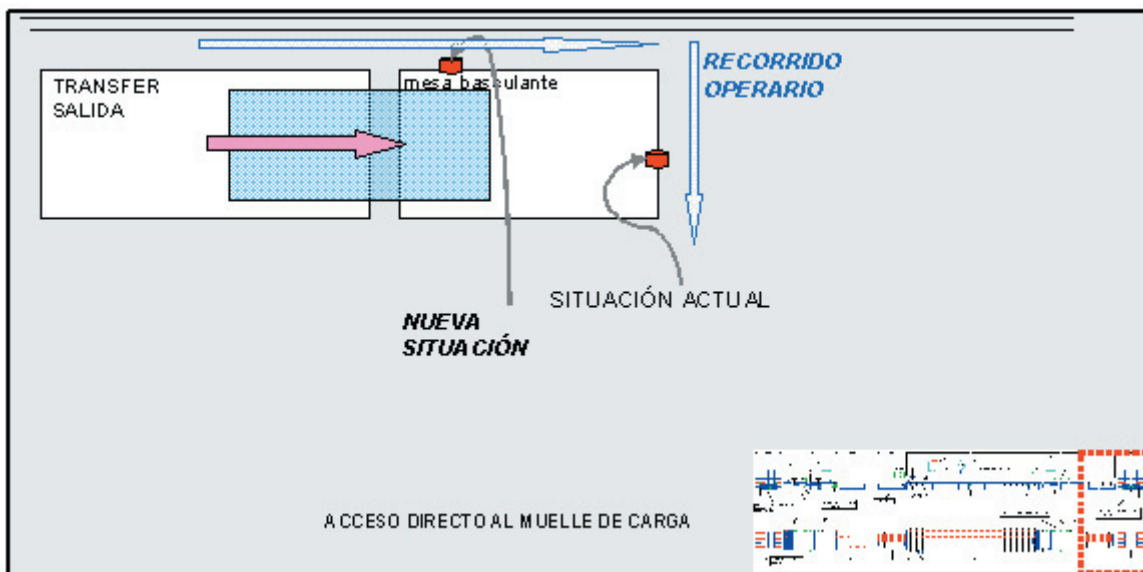


Figura 6. Modificación de la ubicación del pulsador

3.2. Mejoras asociadas a los puestos de trabajo

Puesto de trabajo 1 “Mesa basculante de entrada y lavadora”:

- Acumulación de tiempos ociosos del operario 1: la incorporación de un transfer entre la lavadora de entrada y la mesa basculante permite economizar los desplazamientos del operario. Al ubicar tres hojas a la entrada de la línea, se pueden agrupar los tiempos ociosos y de desplazamiento asociados a cada hoja, por lo que el operario dispondrá de un tiempo mayor para llevar a cabo otras tareas (que actualmente no puede realizar).

- La nueva ubicación del caballete de entrada (figura 3) facilita la maniobrabilidad del operario 1 durante el transporte de la hoja desde el caballete hasta la mesa basculante. La incorporación de un nuevo pulsador, o cambio de posición del actual, reduciría desplazamientos del operario para pulsarlo.

Puesto de trabajo 2 “Plástico y cabina de mateado”:

- La reducción, dentro de la cabina de mateado, de la distancia entre hojas a 5cm, conlleva una mejora de la actividad de los operarios 2 y 3, pues se facilita el cortado y pegado del film a las hojas de vidrio que salen de la lavadora.

Puesto de trabajo 3 “Lavadora y mesa basculante de salida”:

- La reubicación de los caballetes de salida (figura 5) supone una economía de movimientos y carga para el operario (O4/O5) que manibre el polipasto en cada momento, facilitando la carga de las hojas buenas (la mayoría) en los caballetes, ya que ahora están colocados un metro más cerca.
- La nueva posición de los caballetes en ángulo superior a 90° respecto a la mesa basculante (anteriormente se encontraban ubicados alrededor de la mesa en paralelo y perpendiculares) permite la reducción de los esfuerzos de operario al evitar tener que girar la hoja 180° para darle la vuelta y colocarla en el caballete.

3.3. Sistema de indicadores de producción

Otra de las deficiencias detectadas, aunque a nivel de gestión del sistema productivo, es la no utilización de parámetros para el control de la producción por la mayoría de pymes del sector. Estos parámetros o indicadores de producción reflejan el funcionamiento de la línea y los costes de producción. Por ello el grupo de trabajo diseñó un conjunto de indicadores de producción para la línea de fabricación estudiada. Debido a que se trata de un proceso de producción muy repetitivo, no existen variables que afecten a los indicadores, salvo el espesor y las dimensiones de la hoja de vidrio, que dependen directamente de los pedidos del cliente.

Los parámetros básicos definidos se muestran a continuación (tabla 3).

Tabla 3. Definición de los indicadores básicos de producción.

Parámetro (magnitud)	Observaciones
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (hojas/hora)	Se calcula obteniendo el nº de hojas aceptables en calidad fabricadas, respecto al total de horas empleadas en la fabricación (horas fabricación + limpieza + mantenimiento)
COSTES DIRECTOS PRODUCCIÓN (euros/hoja)	Este valor representa el coste de materias primas y mano de obra directa por cada metro cuadrado de hoja aceptable en calidad fabricada.
TASA DE FUNCIONAMIENTO (horas fabricación/horas máquina ocupada)	Horas que la máquina se encuentra produciendo hojas de vidrio mateado, con respecto al total de horas de la máquina (fabricación + limpieza + mantenimiento).
EFICACIA LÍNEA DE PRODUCCIÓN (hojas buenas/ hojas totales)	Hojas que pasan el control de calidad con resultado satisfactorio respecto al total de hojas que entran a la máquina.
RESPUESTA COMERCIAL (días plazo de entrega)	Estimación del parámetro, pues se debe considerar el criterio de prioridades de producción de la empresa.

CADUCIDAD EN ALMACÉN (hojas caducadas al año/inventario medio)	Representa el total de hojas que se retiran del almacén en cada inventario semestral (por deterioro) respecto al total de hojas contadas en dicho inventario.
PRODUCTO DEFECTUOSO EN CLIENTE (hojas defectuosas entregadas/total hojas entregadas)	Representa el total de hojas sobre las que el cliente emite una reclamación relativa a deficiencias de calidad en las hojas servidas, respecto al total de hojas entregadas.

Este sistema de indicadores básicos permitirá a las pymes recoger y analizar la información fácilmente, a lo largo de las diferentes etapas del ciclo productivo, para realizar un posterior análisis de la misma (tabla 4). Tal como se ha comentado anteriormente, en el momento de iniciar el estudio, no existían parámetros de producción asociados a la línea, por lo que el cálculo de los valores iniciales se basa en una estimación realizada a partir de datos históricos (albaranes y anotaciones existentes en la pyme), así como de los tiempos cronometrados durante la realización del estudio. Los valores actuales que se muestran en la tabla 4 corresponden a los resultados obtenidos tras la implantación de las mejoras definidas en los apartados anteriores.

Tabla 4. Principales Indicadores de Producción. Estudio de los mismos.

Parámetro	Valor inicial	Valor actual	Variación
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN	23 hojas/hora	30 hojas/hora	+30%
COSTES DIRECTOS DE PRODUCCIÓN	0,6844 €/m ²	0,615 €/m ²	-10%
TASA DE FUNCIONAMIENTO	83%	90%	+7%
EFICACIA LÍNEA DE PRODUCCIÓN	92,1%	95,1%	+3%
RESPUESTA COMERCIAL	6 días	4 días	-2días
CADUCIDAD EN ALMACÉN	3,1%	1,55%	-50%
PRODUCTO DEFECTUOSO EN CLIENTE	1,1%	0,55%	-50%

La selección de este conjunto de indicadores básicos de producción y el estudio de su evolución, combinado con la implantación de las mejoras propuestas en el proceso productivo, está orientado a facilitar las estrategias de actuación de las pymes (ventas, servicio rápido al cliente, suministro integral, etc.).

Los resultados del estudio muestran como la implementación de las mejoras propuestas conllevan: aumento de la capacidad productiva, aumento de la tasa de funcionamiento y de la eficacia de la línea, así como la reducción de los costes directos de producción.

4. Conclusiones

La necesidad de mejora en producto y producción detectada por las propias pymes del sector del vidrio mateado ha llevado al estudio de la línea de fabricación de dicho producto. Para ello, se seleccionó una de las empresas que la estaban utilizando durante la solicitud y realización del estudio.

La propuesta de mejoras a implantar en dicha línea de producción surge tras el estudio de métodos y tiempos realizado. Dicho estudio permitió analizar puestos de trabajo y medir tiempos y velocidades de producción de la línea.

El estudio detallado del proceso productivo, con el objetivo de mejorar la competitividad del producto y de la empresa, ha marcado las pautas y ha servido como referente para centrar las oportunidades de mejora. Se contabilizaron entorno a 20 posibles mejoras, pero la implantación de éstas dependerá de su viabilidad (factibilidad + coste económico asociado).

En la empresa analizada han sido implantadas aquellas mejoras con una viabilidad muy alta, que han resultado ser aquellas de alta factibilidad (baja complejidad técnica y elevada probabilidad de éxito) y bajo coste. Estas mejoras con las relacionadas directamente con el estudio de métodos y tiempos, comentadas en el apartado 3.

Por último, señalar que las mejoras de baja viabilidad han sido pospuestas, para su implantación en el medio plazo (2-5 años), y son las relacionadas con:

- Automatización del control de ph y sales, que permitirá la reducción de nº de hojas defectuosas.
- Mejora de la gestión de stock (producto acabado y materia prima), a través de un nuevo sistema de codificación de lotes y productos, que permita el control de los productos almacenados. Eliminando largas estancias en almacén (caducidad). Reorganización de la ubicación de los productos en almacén (facilitando su entrada y salida).
- Implantación de un programa para gestión de la producción en los siguientes aspectos: planificar la producción, medir la producción y definir la demanda

Referencias

Chase, R.B.; Aquilano, N.J.; Jacobs FR. (2000). *Administración de la Producción y Operaciones*. 8ª ed. McGraw-Hill.

Heizer, J.; Render, B. (2001). *Dirección de la producción. Decisiones estratégicas*. Ed. Prentice Hall, Madrid.

Niebel B. (1990). *Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos*. Ediciones RA-MA.

Ogata, K. (2002). *Ingeniería de control moderna*. Ed. Prentice Hall, Madrid.

Pérez-Fernández de Velasco, J.A. (1999). *Gestión de la calidad orientada a los procesos*. Ed ESIC. Madrid.

Vollmann, T.E.; Berry, W.L.; Whybark, D.C. (1997). *Manufacturing Planning and Control Systems*. 4th ed. Irwin / McGraw-Hill.