



Proyecto Final de Ingeniería Industrial

Análisis y mejora de la gestión en una PyME

Autores:

- Cardini, Gonzalo (47052)
- Gerlero, Iván (47033)
- Stegmann, Fernando Mariano (47032)

Docente Guía: García Velasco, Julio Alberto

RESUMEN

En el presente estudio se realiza un análisis de los tres aspectos fundamentales que hacen a la competitividad de una empresa: productividad, costos y calidad. A partir de un diagnóstico de estos pilares se procede a proponer mejoras para afianzar una gestión sustentable de la empresa.

La empresa tuvo un crecimiento considerable que no fue acompañado por la implementación de un sistema de gestión que le permita a la gerencia tener un panorama claro de la situación de la empresa. De esta manera, queda limitada la visión estratégica del negocio y se pierden oportunidades de capitalizar mejoras.

A partir de esto se proponen mejoras a corto plazo para combatir los síntomas, a mediano plazo para atacar las causas, y a largo plazo para convertir el sistema.

SUMMARY

The present study consists of an analysis of the three fundamental aspects that make a company's competitiveness: productivity, cost and quality. After a diagnosis of these pillars it is necessary to advance with several improvements to strengthen the sustainable management of the company.

The company has gone through a significant growth but it was not accompanied by the implementation of a management system that could help the managers have a clearer picture of the situation. Thus, the strategic vision is limited, and many opportunities that could lead to improvement are missed.

A series of short term improvements is proposed in order to suppress the symptoms, medium term to attack the causes and long term to turn around the system.

Agradecimientos

A nuestras familias y amigos por su apoyo incondicional a lo largo de nuestros estudios.

A MV Gráficos por su predisposición y colaboración.

A nuestro tutor, el Ing. García Velasco, por su orientación y guía en la elaboración del presente proyecto.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	MARCO TEÓRICO	2
2.1.	HIPÓTESIS.....	2
2.2.	PARÁMETROS.....	2
2.3.	EVENTOS DEPENDIENTES Y FLUCTUACIONES ESTADÍSTICAS	2
2.4.	CUELLO DE BOTELLA	3
2.5.	PROCESO DE MEJORA CONTINUA	4
2.6.	TIEMPOS.....	5
3.	RADIOGRAFÍA INTERNA.....	6
3.1.	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	6
3.2.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	6
3.2.1.	Materia Prima	7
3.2.2.	Impresión.....	7
3.2.3.	Troquelado	8
3.2.4.	Descartonado	8
3.2.5.	Pegado	8
3.3.	SITUACIÓN ACTUAL.....	13
4.	ANÁLISIS	15
4.1.	ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD	15
4.2.	ANÁLISIS DE LOS COSTOS.....	17
4.3.	ANÁLISIS DE LOS TIEMPOS EMPLEADOS	20
4.3.1.	Impresión.....	22
4.3.2.	Troquelado	23
4.3.3.	Descartonado	23
4.3.4.	Pegado	24
4.4.	ANÁLISIS DEL MIX DE PRODUCTOS	25
4.5.	ANÁLISIS DE CALIDAD	27
4.5.1.	Clasificación de aspectos involucrados en calidad	27
4.5.2.	Calidad como variable unidimensional	28
4.5.3.	Costos de calidad	28

4.5.4.	Los 7 tipos de pérdida.....	29
5.	MEJORAS	31
5.1.	MEJORAS DE PRODUCTIVIDAD	31
5.1.1.	Identificación de la Restricción.....	31
5.1.2.	Elevación de la restricción	31
5.1.3.	Identificación de la Nueva Restricción	35
5.1.4.	Elevación de la Nueva Restricción	35
5.1.5.	Subordinación al Cuello de Botella.....	38
5.2.	MEJORAS EN EL SECTOR DE TROQUELADO	38
5.2.1.	Desbalance en el uso de las máquinas troqueladoras	39
5.2.2.	Fallas en la máquina Wupa.....	39
5.3.	MEJORAS DE MANTENIMIENTO	40
5.3.1.	Diagnóstico 5 S	40
5.3.2.	Overhaul	41
5.3.3.	Mantenimiento preventivo	42
5.4.	RESUMEN Y SITUACIÓN PROYECTADA	43
5.5.	MEJORAS DE GESTIÓN	45
5.5.1.	Concepto de proceso.....	45
5.5.2.	Concepto de control	46
5.5.3.	Implementación de un Sistema Operativo de Gestión	48
6.	CONCLUSIONES	53
7.	BIBLIOGRAFÍA	54

1. INTRODUCCIÓN

Definimos la competitividad como la capacidad de las empresas para diseñar, desarrollar, producir y colocar sus productos en el mercado en medio de la competencia con otras empresas. También puede definirse como la capacidad de generar la mayor satisfacción de los consumidores al menor precio, o sea con producción al menor costo posible.

Se pueden encontrar muchas definiciones y distintos acercamientos a este tema siendo los elementos comunes la productividad, la alta calidad de los productos ofrecidos y los bajos costos. Se encuentra presente también el criterio de la innovación.

La productividad es la capacidad de producir más bienes o servicios con menos recursos. Depende de la tecnología usada, el capital físico, y la calidad de la formación de los trabajadores, el capital humano. Una mayor productividad redunda en una mayor capacidad de producción a igualdad de costos, o un menor costo a igualdad de producto. Es la relación entre la producción obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.

Por otro lado, cuando hablamos de calidad hablamos de la capacidad de producir bienes o servicios que satisfagan las expectativas y necesidades de los usuarios y también de realizar correctamente cada paso del proceso de producción para satisfacer a los clientes internos de la organización y evitar bienes o servicios defectuosos.

En este trabajo se va a analizar la situación actual de una empresa en base a los elementos mencionados, se van a buscar oportunidades de mejora a través de dicho análisis y se va a proponer cómo llevar a cabo esas mejoras.

Comenzando por una radiografía interna de la empresa, se hará una breve reseña de la historia de la misma, su estructura y su capacidad, para luego describir los procesos involucrados en la fabricación del producto terminado.

Una vez hecho esto, se procede al análisis de los pilares de la competitividad: la productividad, los costos y la calidad, con el fin de determinar cuál es la situación de la empresa en cada uno de estos aspectos.

A partir de éste análisis se plantearon distintas mejoras. En primer lugar, mejoras de productividades que consistieron en identificar restricciones, elevar las mismas y subordinar la producción al cuello de botella. En segundo lugar, mejoras de mantenimiento. Se comenzó con un diagnóstico 5 S para luego proponer un plan de puesta a punto de máquinas y un plan de mantenimiento preventivo. Por último, mejoras de gestión mediante la implementación de un Sistema Operativo de Gestión.

2. MARCO TEÓRICO ¹

Se tendrá como referencia el libro “La Meta”, escrito por Eliyahu Goldratt, en el cual se exponen los lineamientos básicos de la teoría de restricciones. A continuación se detallan algunos conceptos básicos.

2.1. HIPÓTESIS

La hipótesis que se asume en este trabajo es que la meta de una empresa es ganar dinero de manera sostenida. A partir de aquí se puede decir que una acción que nos mueve hacia ganar dinero es productiva, mientras que una que nos aleja de ésta meta es improductiva.

Hay diversos parámetros que se pueden utilizar para medir la meta:

- ROI (return over investment)
- Flujo de Efectivo
- Utilidad Neta

De manera que la meta de una organización con fines de lucro podría enunciarse de la siguiente manera: Ganar dinero por haber incrementado la utilidad neta, al tiempo que se incrementa el rendimiento sobre la inversión y simultáneamente se incrementa el flujo de efectivo.

2.2. PARÁMETROS

Para una planta manufacturera, en éste caso del rubro gráfico, éstos parámetros podrían describirse de una manera más amigable para la producción: Throughput, Inventario y Gastos de Operación.

- Throughput: es la velocidad a la que el sistema genera dinero a través de las ventas.
- Inventario: es todo el dinero que el sistema ha invertido en comprar cosas que pretende vender.
- Gasto de Operación: es todo el dinero que el sistema gasta en transformar el inventario en throughput.

2.3. EVENTOS DEPENDIENTES Y FLUCTUACIONES ESTADÍSTICAS

En toda planta manufacturera conviven dos fenómenos:

- Eventos dependientes: un evento subsecuente depende de los anteriores (línea de producción).

¹ Goldratt, E. y Cox, J. La Meta. 1992. Un Proceso de Mejora Continua. 423 páginas. Editorial Castillo.

- Fluctuaciones Estadísticas: información que varía de una instancia a la siguiente.

La combinación de estos dos factores deriva en la siguiente regla:

La máxima desviación de una operación precedente pasará a ser el punto inicial de una operación subsecuente.

2.4. CUELLO DE BOTELLA

El autor de este libro define a un Cuello de Botella como un recurso cuya capacidad es igual o menor a la demanda que hay de él. Y un “No Cuello de Botella” como cualquier recurso cuya capacidad es mayor a la demanda que hay de él.

A partir de éstas definiciones y la regla postulada anteriormente respecto de la desviación, se debe buscar balancear el flujo de producto por la planta con la demanda del mercado, y éste flujo de producto está determinado por el flujo a través de los recursos Cuello de Botella.

El autor establece cuatro reglas que al combinarse permiten representar el universo de relaciones que puede haber entre recursos Cuello y No Cuello de Botella.

X: Cuello de Botella

Y: No Cuello de Botella

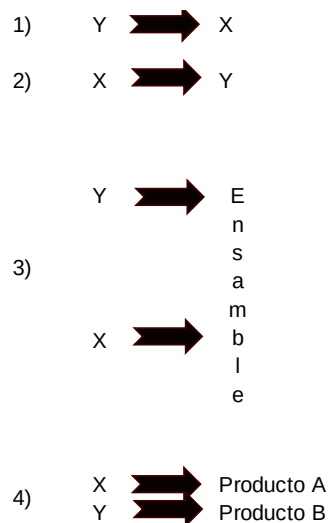


Figura 2.4-1. Relaciones entre recursos Cuello de Botella y No Cuello de Botella.

1) Una máquina no cuello de botella (Y) alimentando a otra cuello de botella (X). Y tiene exceso de capacidad, será más rápida que X para satisfacer la demanda. Si mantiene la producción, el flujo de piezas hacia X será mayor que el flujo de piezas que sale de X generándose exceso de inventario.

2) Una máquina cuello de botella (X) alimentando a otra no cuello de botella (Y). Y depende de X para que le lleguen las piezas con las que trabajar. El número máximo de horas que puede trabajar será igual a la producción de X.

3) Algunas de las piezas no pasan por un cuello de botella, sino que su procesamiento es sólo hecho por no cuellos botella y pasan directamente de Y al ensamble final. Las otras piezas sí pasan por el cuello de botella, después del cual son unidas a las piezas Y en el ensamble final. Si mantenemos a X e Y funcionando todas las horas de producción posibles se genera exceso de inventario de piezas Y en el ensamble final en lugar de en el cuello de botella. No se puede realizar el ensamble debido a que las piezas no cuello de botella aún no han llegado.

4) X e Y operan separadamente. Cada una sirve independientemente la demanda del mercado. El sistema debe utilizar tantas horas de producción de Y como requiera la demanda del mercado. Por definición Y tiene exceso de capacidad; es decir, si se hace trabajar a Y a su máximo volveremos a tener exceso de inventario. En esta ocasión se trataría de exceso de producto terminado. La restricción, en este caso, no está en producción, sino en el mercado.

Estas relaciones permiten deducir lo siguiente:

- El nivel de utilización de un recurso que no es cuello de botella no está determinado por su propio potencial sino por alguna otra situación del sistema.
- Activar un recurso y utilizar un recurso no son sinónimos (utilizar es hacer uso del recurso de un modo que mueva al sistema hacia la meta).

Respetando éstas reglas se logra controlar el nivel de inventarios y throughput de la empresa. De lo contrario se generan excesos de inventarios, de acuerdo a la relación de los recursos.

Una hora perdida en un cuello de botella es una hora perdida para todo el sistema, es una hora perdida de Throughput. En un recurso No Cuello de Botella en cambio una hora ahorrada es un espejismo como se explicó anteriormente.

2.5. PROCESO DE MEJORA CONTINUA

Pasos a seguir por la organización:

- 1) Identificar las limitaciones del sistema: Una restricción es cualquier elemento que impide al sistema alcanzar la meta de ganar más dinero.
- 2) Decidir cómo explotar las limitaciones del sistema: Explotar la restricción implica buscar la forma de obtener la mayor producción posible de la restricción.
- 3) Subordinar todo lo demás a la decisión anterior: Consiste en obligar al resto de los recursos a funcionar al ritmo que marcan las restricciones del sistema.

4) Elevar las limitaciones del sistema: Elevar significa aumentar la capacidad de las restricciones. Crear un programa de mejoramiento del nivel de actividad de la restricción.

5) Si en los pasos anteriores la limitación ha sido superada, volver al paso 1: En cuanto se ha elevado una restricción debemos preguntarnos si ésta sigue siendo una restricción.

2.6. TIEMPOS

Los tiempos que un material permanece en planta pueden clasificarse en 4 tipos:

- Preparación: tiempo que un material está en espera de entrar a procesamiento, mientras la máquina procesadora se está preparando para trabajar en la parte.
- Procesado: Tiempo que tarda la parte en ser transformada en una pieza de forma nueva y de mayor valor.
- De Cola: tiempo que el material se pasa formada en fila frente a una máquina procesadora que está ocupada trabajando otras piezas que estaban antes.
- De Espera: tiempo que el material pasa esperando no a la máquina procesadora sino a otro material para que puedan ser ensambladas.

Para los materiales que pasan por un cuello de botella el tiempo de hacer cola es el dominante.

3. RADIOGRAFÍA INTERNA

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La empresa a analizar es una PyME del rubro gráfico. Sus inicios datan del año 2001 y desde entonces ha crecido significativamente. Cuando comenzó la empresa tercerizaba el 100% de sus procesos; es decir, se focalizaba exclusivamente en la compra y venta.

Luego de 5 años se realiza la primera inversión de la empresa adquiriendo su primera máquina, una pegadora del año 1990. Esta inversión trajo consigo la contratación de sus primeros 5 operarios. Dos años más tarde, con la compra de una troqueladora importada de Estados Unidos del año 1993 la firma avanza en su integración vertical. Junto con ello se tomó la decisión de contratar a 5 operarios más. Hecha esta inversión, la empresa cambió su foco, 3 de los 4 procesos requeridos para la producción final eran realizados por la empresa.

En el 2010 se realiza la mayor inversión. Se adquieren 2 impresoras, una troqueladora y una pegadora, armando dos líneas completas de producción. La empresa sufrió un cambio rotundo. Se localizó en una planta en San Martín y logró tener una gran capacidad de producción. Si bien se realizó un salto importante en la capacidad de producción hay diversos temas pendientes que atentan contra la performance de la planta. Hay cuestiones productivas, de calidad y de costos que se deben mejorar para lograr tener una mayor competitividad en el mercado.

Año	Máquinas	Operarios
2001	-	-
2006	1 Pegadora	5
2008	1 Troqueladora, 1 Pegadora	10
2010	2 Impresoras, 2 Troqueladoras, 2 Pegadoras	16

Tabla 3.1-1. Evolución cronológica de la cantidad de máquinas y operarios.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Al tratarse de una empresa gráfica la cantidad de SKU's que se produce es considerable, los productos son específicos para cada cliente. El total de productos elaborados en 2011 fue de 184.

Los productos se pueden agrupar en 5 tipos de acuerdo a los procesos que los transforman. En las tablas que se encuentran a continuación se detallan los diferentes tipos de productos, la variedad de productos para cada tipo y el volumen que se produce de cada tipo, el cual se obtuvo a partir de los kilogramos producidos.

Producto	Impresión	Troquelado	Descartonado	Pegado
1	SI	SI	SI	SI
2	SI	SI	SI	NO
3	SI	NO	NO	NO
4	NO	SI	SI	NO
5	NO	SI	SI	SI

Tabla 3.2-1. Procesos por los que atraviesa cada tipo de producto.

Producto	Volumen	Productos
1	86,11%	141
2	6,27%	24
3	4,61%	6
4	2,25%	6
5	0,76%	7
TOTAL	100,00%	184

Tabla 3.2-2. Volumen que se produce de cada tipo de producto y cantidad de productos producidos. Datos 2011.

Como se puede ver arriba los productos pertenecientes al tipo 1 representan más del 85% de la producción y los mismos atraviesan los 4 procesos:

- Impresión
- Troquelado
- Descartonado
- Pegado

3.2.1. Materia Prima

La materia prima es cartulina en pliegos. De acuerdo a cada trabajo los pliegos varían en tamaño y espesor. El tamaño máximo que pueden tener para poder ser producidos en la planta es de 72 cm x 102 cm, en caso contrario se necesita tercerizar la impresión.

3.2.2. Impresión

El primer proceso es la impresión. Hoy la empresa cuenta con un encargado de sector (maquinista de mucha experiencia en el área), dos maquinistas y dos ayudantes para operar las dos impresoras. Ambas son Planeta Supervariant: una del año 1992 y la otra de 1996. Las indicaremos como impresora 1 (I1) e impresora 2 (I2).

En promedio la puesta en marcha para cada trabajo es de 2 horas y la velocidad promedio es de 3500 pliegos la hora. Luego de la impresión el material se coloca en el stock en proceso N°1 (SP1).

En este sector hay que aclarar que el producto 3 tiene un reprocesamiento, por lo que la productividad se ajusta a un 0,5 de la standard.

3.2.3. Troquelado

El siguiente paso es el troquelado. Éste sector cuenta con un encargado y dos maquinistas para operar las dos troqueladoras. Vale remarcar que una troqueladora es significativamente más veloz que la otra. Las denominaremos TB (troqueladora Bobst) a la de mayor capacidad productiva y TW (troqueladora Wupa) a la de menor capacidad. La TB tiene una puesta en marcha de 3 horas y troquela a 3000 pliegos por hora, mientras que la TW tiene un set-up de 4 horas y una velocidad de 2000 pliegos por hora. Una vez finalizado el troquelado, los pliegos se colocan en el stock en proceso 2 (SP2).

3.2.4. Descartonado

A continuación se realiza el único proceso absolutamente manual, el descartonado. Para ello hay 3 operarios que utilizando martillos separan los estuches del recorte de cartulina (sobrante de cartulina en el pliego que es desechado). Los estuches se colocan en el stock en proceso 3 (SP3).

3.2.5. Pegado

Por último, se realiza el pegado. La empresa cuenta con dos pegadoras, que si bien son de distintos proveedores sus velocidades de puesta en marcha y pegado son similares. Las indicaremos como P1 y P2. Cada máquina cuenta con un maquinista y un ayudante, tienen una 1 hora y media de puesta en marcha y pegan estuches a una velocidad promedio de 10.000 estuches por hora. Es muy importante remarcar que la velocidad dependerá del tamaño del estuche, a mayor tamaño menor velocidad.

Una vez finalizado el pegado se pasa a la streechadora para darle una mejor presentación a los pallets y se deposita en el stock de producto terminado (SPT).

Encontramos también un operario que colabora con los 4 procesos realizando actividades de apoyo: movimiento interno de materiales, acomodamiento de pallets, carga y descarga de camiones, etc. Además, hay 2 empleados en el sector administrativo y una diseñadora que trabaja como freelance.

A continuación se adjuntan el detalle de las máquinas y operarios, el diagrama de procesos y las distintas instancias del proceso en imágenes.

Sección Operativa	Máquinas	Vel. en marcha	Set up	Encargado	Maquinista	Operario	Ayudante Gral.	Admin.	Diseño
Impresión	I1	3500 pl/hr	2 hs	1	1	1	1	2	1
	I2				1	1			
Troquelado	TB	3000 pl/hr	3 hs	1	1	-			
	TW	2000 pl/hr	4 hs		1	-			
Descartonado	-	-	-	-	-	3			
Pegado / Empaquetado	P1	10000 est/hr	1,5 hs	0	1	1			
	P2				1	1			

Tabla 3.2-3. Detalle de máquinas y operarios.

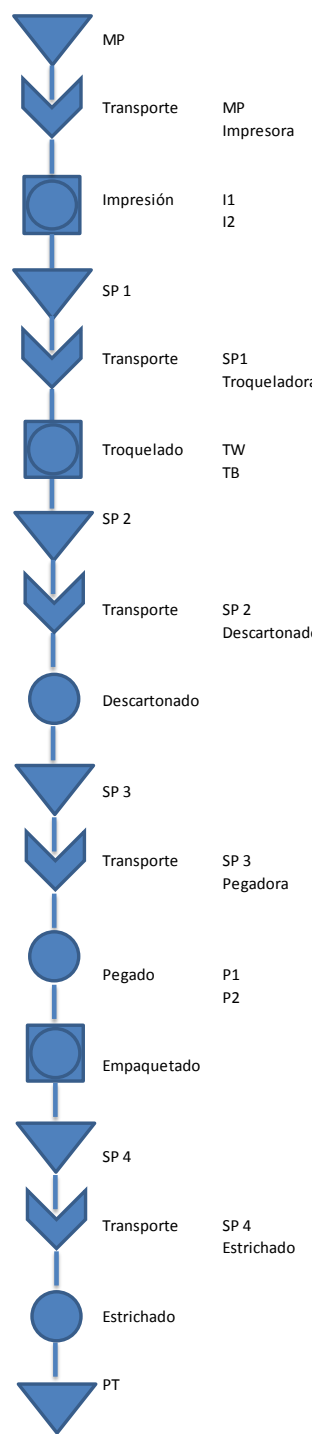


Figura 3.2-1. Diagrama de procesos.



Figura 3.2-2. Stock de Materia Prima.

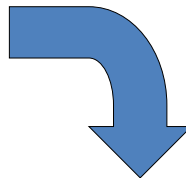


Figura 3.2-3. Impresora y stock de pliegos impresos.

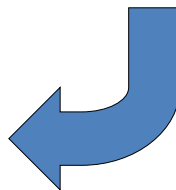


Figura 3.2-4. Troqueladora.

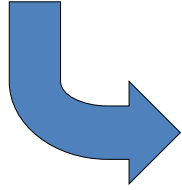


Figura 3.2-5. Stock de pliegos troquelados a descartonar y ya descartonados.

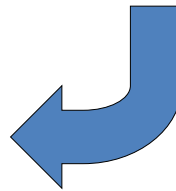


Figura 3.2-6. Descartonado.

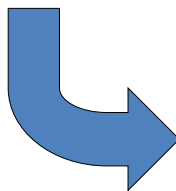


Figura 3.2-7. Pegado.

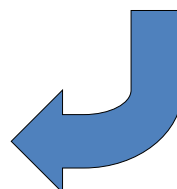


Figura 3.2-8. Empaquetado.

3.3. SITUACIÓN ACTUAL

Antes de realizar los análisis correspondientes se necesita conocer en detalle la situación actual de la empresa. A continuación se presentan varias tablas que muestran este detalle.

En la primera se puede ver la cantidad de kilogramos que se producen por tipo de producto y la cantidad de kilogramos que se procesan en cada sector. En la segunda se muestran los precios de venta, costos variables y fijos, y las distintas productividades. Se puede ver también el detalle de las horas. Por último, se muestran los resultados mensuales.

	kg	
	Anual	Mensual
1	817126	68094
2	59471	4956
3	43754	3646
4	21361	1780
5	7244	604
Total	948956	79080

	kg	
	Anual	Mensual
Impresión	964105	80342
Troquelado	905202	75433
Pegado	824370	68698

Tabla 3.3-1. Detalle de los kilogramos producidos por tipo de producto y los procesados en cada sector.

	\$ /kg			\$ /mes	kg/hr		
	p	cv	p - c	CF	Impresión	Troquelado	Pegado
1	14,98	11,20	3,78	128789	249	254	199
2	14,11	10,56	3,55		249	254	-
3	17,24	12,79	4,45		249	-	-
4	5,55	3,40	2,15		-	254	-
5	14,03	10,75	3,27		-	254	199
Promedio	14,69	10,99	3,70				

Horas	Totales	400	400	400
	Utilizadas	322	296	345
	Diferencia	78	104	55
	Diferencia:			
	Mant.	60	30	30
	Otros	18	74	25

CORRECTIVO

Tabla 3.3-2. Detalle de precios de ventas, costos y productividades.

\$ /mes				
V	CV	V - CV	CF	V - CT
1161319	868884	292435	128789	163646

Tabla 3.3-3. Resultados mensuales.

En el detalle de las horas se puede ver una diferencia entre las horas disponibles y las horas utilizadas. Esta diferencia se debe a paradas por mantenimiento correctivo y por stock out. Hay también una falta de aprovechamiento debido a que se trabaja contra pedido, lo que dificulta la realización de una programación de la producción.

En el proceso de troquelado este número es muy elevado y se debe a que una de las máquinas, la Wupa, sufrió numerosas roturas. Esto se va a explicar con más detalle en el capítulo de Mejoras.

4. ANÁLISIS

4.1. ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD

Como se mencionó anteriormente, este pilar es la relación entre la cantidad de productos obtenida en un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción:

$$\frac{\text{Producción}}{\text{Recursos}}$$

Considerando la fórmula anterior y teniendo en cuenta que el objetivo es aumentar la productividad, el mismo puede alcanzarse de la siguiente manera: aumentando la producción y/o disminuyendo los recursos utilizados. Hay que destacar que se busca aumentar la productividad sin afectar negativamente a la calidad del producto.

La producción se midió en kilogramos, pliegos y estuches mientras que el recurso utilizado fue el de horas. Hay que aclarar que las horas utilizadas tienen en cuenta tanto el tiempo de producción como el tiempo de set-up de los equipos. Esto se ve en detalles en el análisis de tiempos.

Al haber 5 tipos de producto y varios productos diferentes dentro de cada tipo, se utilizó la productividad promedio para realizar una comparación entre los distintos sectores. En la tabla que se muestra abajo se pueden ver estas productividades.

	pl/hr	est/hr	kg/hr
Impresión			
2011	1692	-	249
2012	1918	-	284
Troquelado			
2011	1888	13533	254
2012	1908	12862	243
Pegado			
2011	1354	9244	199
2012	1245	7536	184

Tabla 4.1-1. Productividades promedio para cada sector.

Como se mencionó anteriormente, no todos los tipos de producto atraviesan todos los sectores. Es por esto que para poder realizar una comparación se deben ajustar las productividades teniendo en cuenta qué porcentaje de los productos atraviesa cada sector. A continuación se pueden ver estos porcentajes y las productividades equivalentes.

Producto	Producido	Procesado		Impresión	Troquelado	Descartonado	Pegado
1	86,11%	86,11%	82,31%	82,31%	82,31%	82,31%	82,31%
2	6,27%	6,27%	5,99%	5,99%	5,99%	5,99%	0,00%
3	4,61%	9,22%	8,82%	8,82%	0,00%	0,00%	0,00%
4	2,25%	2,25%	2,15%	0,00%	2,15%	2,15%	0,00%
5	0,76%	0,76%	0,73%	0,00%	0,73%	0,73%	0,73%
TOTAL	100,00%	104,61%	100,00%	97,12%	91,18%	91,18%	83,04%

Tabla 4.1-2. Porcentajes de los productos producidos y procesados.

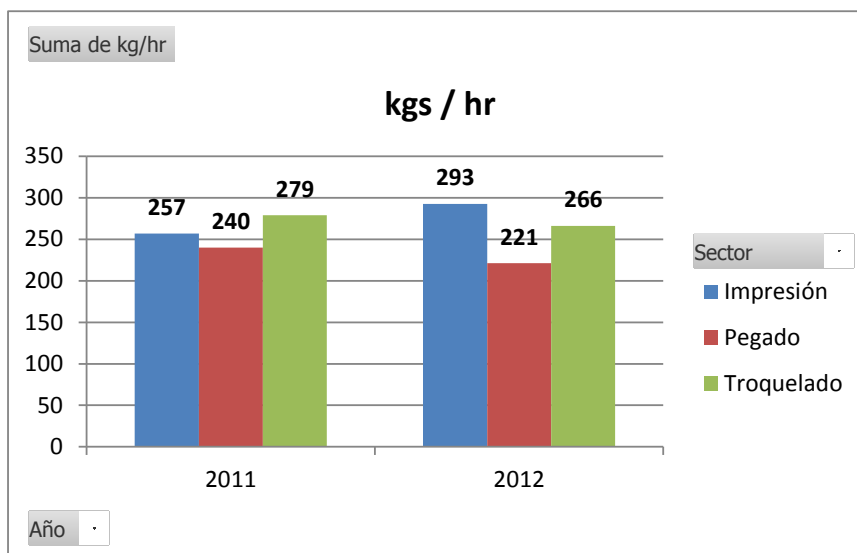


Figura 4.1-1. Productividad equivalente medida en kg/hora.

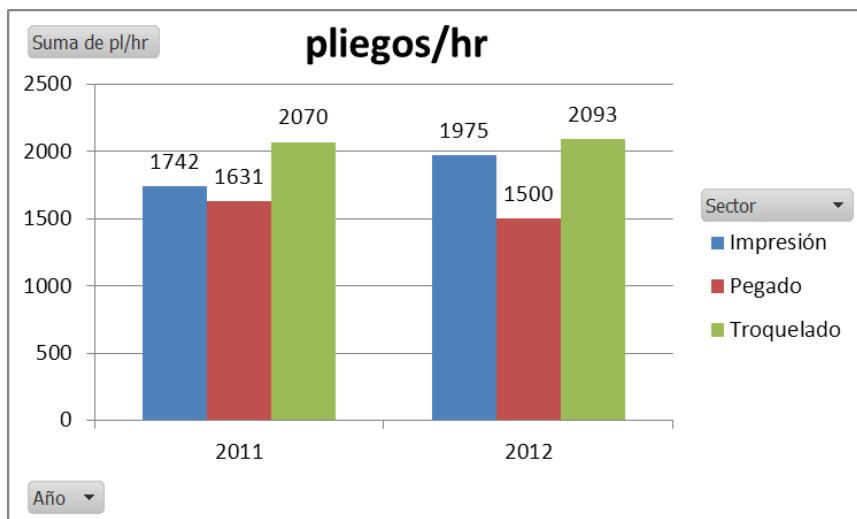


Figura 4.1-2. Productividad equivalente medida en pliegos/hora.

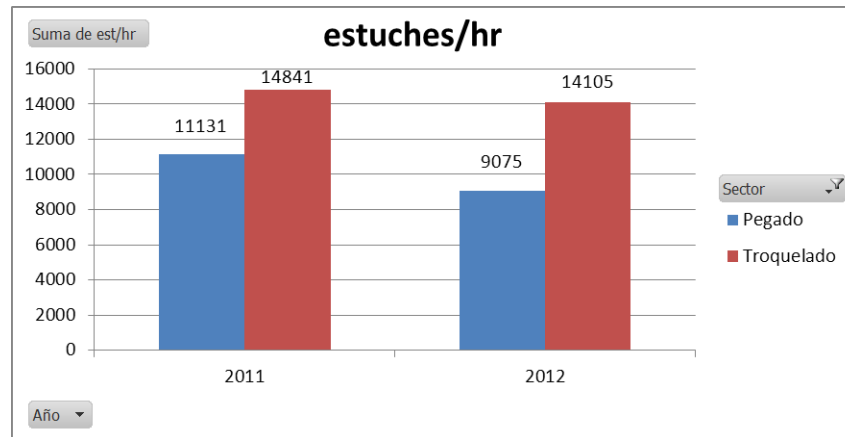


Figura 4.1-3. Productividad equivalente medida en estuches/hora.

Como se puede apreciar el cuello de botella es el pegado. La velocidad de producción se encuentra limitada por la velocidad de pegado. Hoy en día se trabaja al ritmo de cada máquina y se balancea con el trabajo de horas extras en el sector de pegado, generándose un exceso de inventario en su entrada (Stock en Proceso 3). Se debería aumentar la productividad de la máquina cuello de botella (la pegadora) y las máquinas no cuello de botella (en este caso la impresora y la Troqueladora) deberían procesar en función a los requerimientos de ésta. De esta manera se lograría reducir el nivel de inventarios y se permitiría un mejor aprovechamiento del tiempo para mantenimiento de las máquinas.

4.2. ANÁLISIS DE LOS COSTOS

Para hacer un correcto análisis de competitividad es fundamental describir detalladamente la estructura de costos empleada por la empresa.

La empresa analiza sus costos variables por orden de producción con la salvedad de que en ellos incluye las amortizaciones de las máquinas. Los mismos se subdividen en 5 grupos: materia prima, mano de obra, material de set-up, insumos varios y flete. Hay que considerar también los costos que se generan por la tercerización. En el gráfico que se muestra a continuación se puede observar qué porcentaje representa cada grupo del total de los costos.

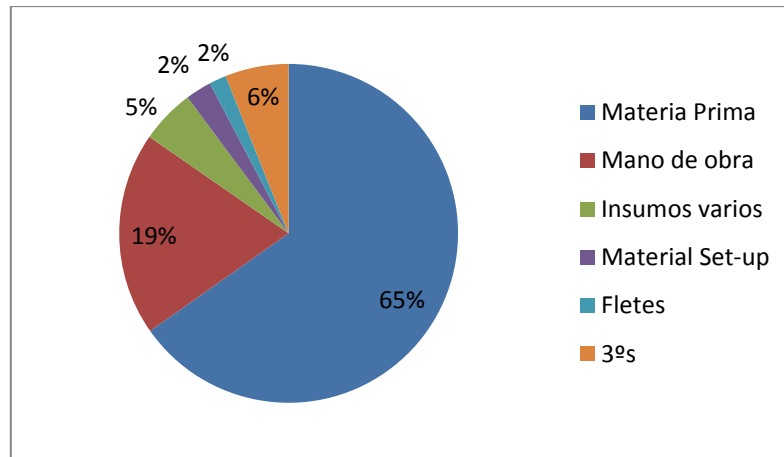


Figura 4.2-1. Porcentaje que cada grupo representa del total de los costos.

La materia prima es la cartulina y éste es el mayor costo de cada orden ya que representa arriba del 50% de los costos totales.

Para la mano de obra se analizan las horas que toma realizar cada orden de producción en cada máquina; es decir, cuántas horas se invierten en la impresión, cuántas en el troquelado y cuántas en el pegado. Esa cantidad de horas se multiplica por un coeficiente y se obtiene el costo de la mano de obra. Ese coeficiente se obtiene a partir de la cantidad de operarios en el sector, 5 para impresión, 3 para troquelado y 7 para pegado (se consideran a los operarios de descartonado como parte del sector de pegado), sus respectivos sueldos y se le agrega la amortización de la máquina.

El material de set-up son los elementos requeridos para realizar los trabajos: diseños (arte de los estuches), planchas y moldes para troquelar.

Los insumos varios son todos los insumos utilizados para producir los estuches y empaquetarlos. Las tintas, el barniz y las cajas de microcorrugado son los insumos más representativos.

Por último, el flete corresponde al costo de entregar el producto terminado al cliente en el destino que corresponda.

A partir de estos costos se calculó el costo variable unitario (cv), el cual es igual a 10,99 \$/kg. Con el costo variable unitario y conociendo el precio de venta (p), 14,69 \$/kg, y los costos fijos de la empresa, \$128789, se procedió a calcular el punto de equilibrio.

A continuación se puede ver el detalle de los costos y el cálculo del punto de equilibrio.

	\$/mes	\$/hr	\$/hr	\$/hr	\$/mes	\$/trabajo
Sección Operativa	Encargado	Maquinista	Operario	Ayudante Gral.	Admin.	Diseño
Impresión	10000	30	18	20	10000	450
Troquelado	7000	22	-			
Descartonado	-	-	18			
Pegado / Empaquetado	-	28	20			

Tabla 4.2-1. Detalle de los costos de mano de obra.

Insumo	Medida	Precio [\$]
Cartulina	kg	6,8
Plancha	plancha	85
Película	película	450
Molde	molde	1200
Tinta	kg	42
Barniz	kg	14

Tabla 4.2-2. Detalle de los costos de la materia prima, insumos y material de set-up.

Flete	
Distancia [km]	Precio [\$]
20	150
40	170
60	190
80	225
100	300

Tabla 4.2-3. Detalle de los costos de los fletes.

p	\$/kg	14,69
cv	\$/kg	10,99
CF	\$	128789

$$V = p * Q$$

$$CV = v * Q$$

$$CT = CV + CF$$

$$V = CT$$

$$p * Q_{eq} = CV + CF = cv * Q_{eq} + CF$$

$$Q_{eq} = CF / (p - cv)$$

Qeq	kg	34827
------------	-----------	--------------

Tabla 4.2-4. Cálculo del punto de equilibrio.

El punto de equilibrio obtenido es de 34827 kg por mes. Este es el punto en donde los ingresos totales recibidos se igualan a los costos asociados con la venta de los

productos, se necesita vender esa cantidad de kg para no generar pérdidas. Hoy en día la empresa produce y vende en promedio aproximadamente 80000 kg por mes por lo que se puede ver que la misma percibe beneficios. Produciendo está cantidad de kg se obtendrían \$1174934 por las ventas con unos costos de \$1007785 (costos variables: \$878996, y costos fijos: \$128789); es decir, un neto de \$167050. Si se descuenta el impuesto a las ganancias se alcanza la suma de \$108582, a la que se le debería descontar un determinado monto correspondiente a los honorarios de los socios y el pago de las cuotas correspondientes a la inversión inicial en máquinas, números que no fueron brindados por la empresa. Una vez descontado esto no quedarían fondos para reinvertir en la empresa o hacer frente a imprevistos.

Se asume que el aumento de los costos variables es lineal y que los costos fijos se mantienen constantes. A continuación se puede ver el gráfico del punto de equilibrio.

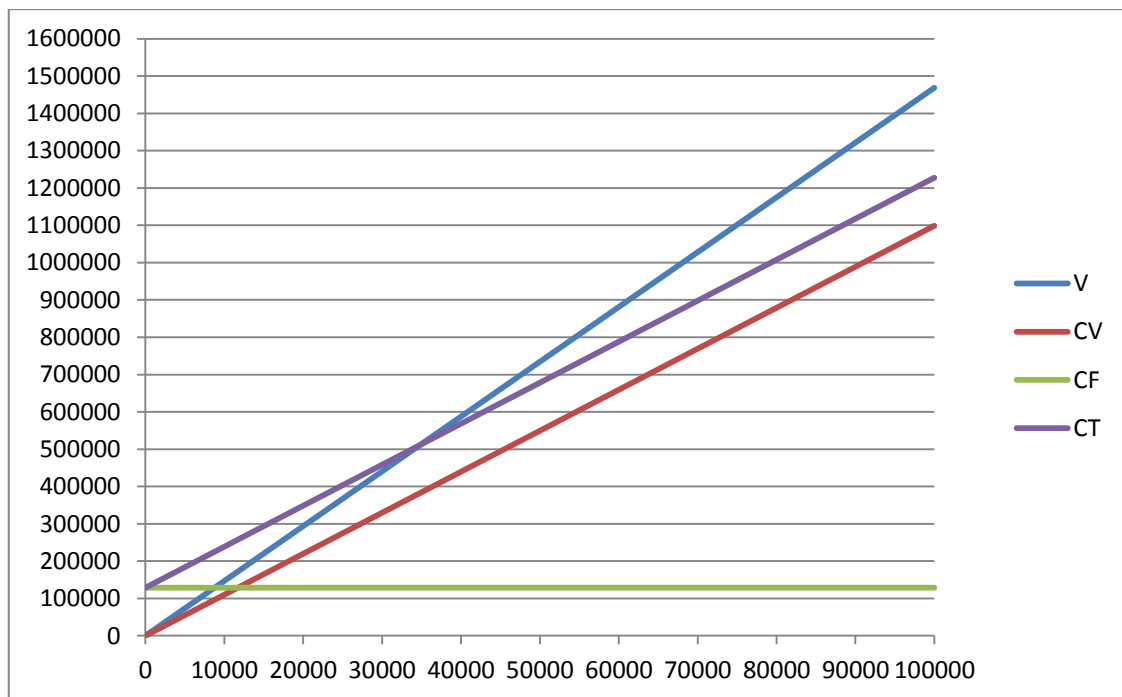


Figura 4.2-2. Gráfico del punto de equilibrio.

4.3. ANÁLISIS DE LOS TIEMPOS EMPLEADOS

Como se describió anteriormente, se puede ver que la mano de obra incide directamente en los tiempos empleados de producción. En la impresión y el troquelado el personal incide en los tiempos IN (set-up, preparado de máquina), mientras que en el pegado, la mano de obra afecta el tiempo OUT (chequeo visual, empaque).

Al detectar que la mano de obra es uno de los principales drivers en los costos de la empresa, se hizo un análisis detallado de los tiempos empleados a lo largo de todo el

proceso productivo. De esta manera se pueden identificar los tiempos que pueden ser reducidos.

A partir de un estudio de los tiempos empleados por trabajo, se puede ver que el impacto de set-up en cada sector es considerable. Los gráficos que se ven a continuación muestran la distribución del tiempo total empleado en el sector al hacer un trabajo (abscisas) y la sumatoria de kg correspondiente a ese tiempo (ordenadas).

A su vez en la siguiente tabla se muestra el tiempo promedio ponderado de trabajo, el tiempo de set-up, y la cantidad de trabajos que se procesaron en cada sector.

2011	(hr)	(hr)	(cant.)
	Tiempo de trabajo	Set-Up	Cantidad de trabajos
Impresión	9,96	2	560
Troquelado	8,92	3	755
Pegado	6,1	1,5	622

Tabla 4.3-1. Promedio ponderado de hr utilizadas.

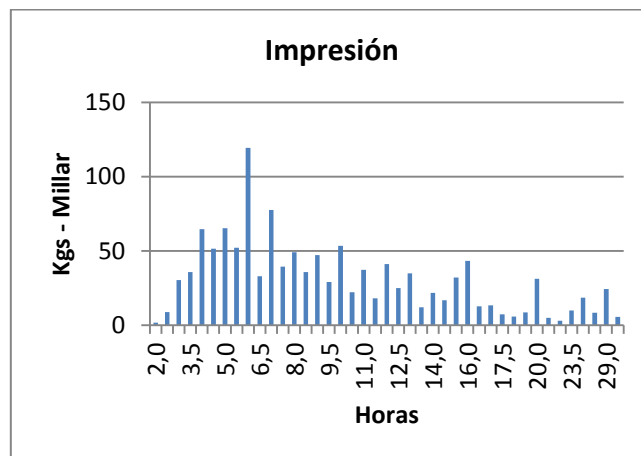


Figura 4.3-1. Distribución de hr en Impresión.

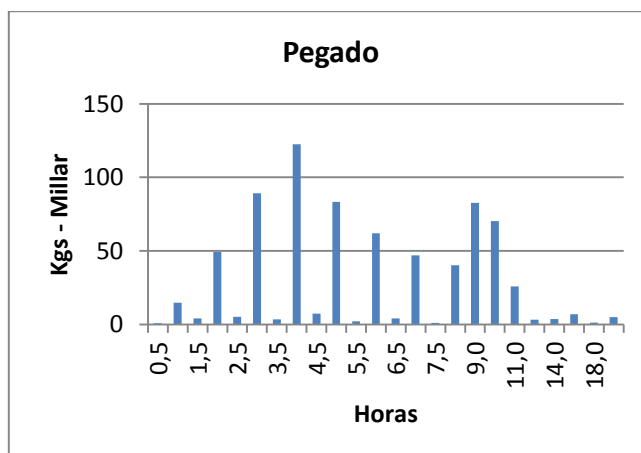


Figura 4.3-2. Distribución de hr en Pegado.

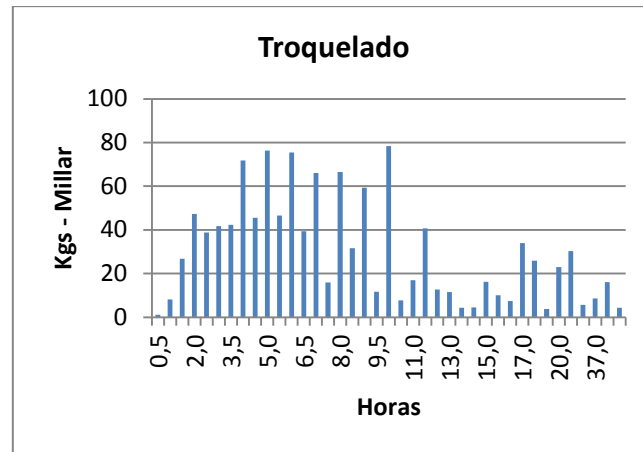


Figura 4.3-3. Distribución de hr en troquelado.

4.3.1. Impresión

4.3.1.1. Arreglo

Previamente se mencionó que un arreglo de impresión toma en promedio 2 horas. Este tiempo es directamente proporcional al tipo de trabajo. Un estuche puede estar compuesto de 1 a 5 colores. Pueden ser más pero en ese caso la empresa no los puede realizar. A mayor cantidad de colores, mayor tiempo de arreglo. El arreglo consiste en dos aspectos fundamentales. El primero es lograr que todos los colores impriman en el lugar requerido. Para ello, es necesario colocar una plancha de aluminio para cada color y registrarla de tal forma que todas coincidan en el mismo punto. Esto no es un proceso sencillo ya que una diferencia de un milímetro entre un color y otro equivale a un error en la impresión y la disconformidad del trabajo. El registro debe ser exacto. Para lograrlo los maquinistas acomodan las planchas a mano y las desplazan hasta que coinciden. Si bien las máquinas tienen un sistema eléctrico de registro, el cual aceleraría el proceso, se encuentran desconectados por distintas fallas. Colocar las planchas y el registro de los colores toma aproximadamente 1 hora y 40 minutos. Los restantes 20 minutos se emplean para lograr el color de tinta requerido. Si bien hay 4 colores que tienen casi todos los trabajos (amarillo, cian, magenta y negro), los cuales se compran ya listos para poner en máquina, el resto de los colores se prepara en la planta. Por ejemplo, para armar el color verde se utilizan 100g de amarillo y 20g de cian. Luego se mezclan de manera manual, utilizando un balde y un remo de madera, proceso muy lento y cansador para el operario. Llegar al color necesario y preparar todas las tintas puede tomar hasta 20 minutos.

4.3.1.2. Tiraje

Cuando las impresoras entran en régimen se llega a una velocidad promedio de 3500 pliegos por hora. Si bien las máquinas tienen una velocidad máxima mucho mayor al promedio (5000 pliegos por hora), el promedio es bajo ya que el mismo es afectado por los cambios de pilas. Cada pila de cartulina tiene en promedio 3000 pliegos, dependiendo del espesor del material. Se coloca la pila de materia prima a la entrada de la máquina, la impresora toma pliego por pliego para ser impreso y lo deja a la salida de la máquina formando una nueva pila de pliegos impresos. Al procesarse todos los pliegos de la pila se frena la máquina, se retira la pila impresa con una zorra y se coloca una nueva en la entrada de la impresora. Esto toma alrededor de 4 minutos. Si se analiza que la máquina produce una pila por hora, el cambio de pila ocupa el 9% del tiempo.

4.3.2. Troquelado

Un arreglo de troquelado demora 3 horas en la TB y 4 horas en la TW. Hay 3 pasos fundamentales en un arreglo de troquelado. Armar la matriz, enramar el molde y nivelar las presiones.

4.3.2.1. Armado

El armado consta de realizar una matriz de un material similar al papel madera (presspan) en la cual se dibujan los estuches que serán troquelados, funciona como guía. Este proceso es manual, casi artesanal, ya que con regla y cutter se corta el presspan formando el dibujo de los estuches. Esto demora aproximadamente 1 hora y media para ambas máquinas y es directamente proporcional a la habilidad del maquinista.

4.3.2.2. Enramado

El enramado consiste en posicionar el molde (madera con cuchillas para cortar los pliegos con las formas de los estuches) en la máquina y ajustarlo para que no tenga movimiento. En la TB demora 30 minutos mientras que en la TW 45 minutos.

4.3.2.3. Nivelación de presiones

En la nivelación de las presiones de la máquina se logra que ésta aplique la misma fuerza a cada punto del pliego para que todos los cortes sean parejos y de la misma profundidad. Esto demora 1 hora para la TB y 1 hora y 45 minutos para la TW.

4.3.3. Descartonado

El descartonado es 100% dependiente de la cantidad de operarios presentes, a mayor cantidad mayor velocidad de descartonado.

4.3.4. Pegado

El arreglo de pegado demora 1 hora y media en ambas máquinas. El arreglo depende de la velocidad y capacidad del maquinista para adecuar la máquina lo más rápido posible al nuevo trabajo. La velocidad de las máquinas es en promedio de 10000 estuches por hora. Esta velocidad depende en gran medida del tamaño del estuche, a estuches más chicos mayor velocidad de pegado. Otro factor determinante es la cantidad de ayudantes. Al haber más ayudantes a la salida de la máquina para sacar los estuches de la pegadora y colocarlos en cajas de corrugado se le podrá dar mayor velocidad a la máquina.

Luego del pegado se accede al acondicionamiento final de los pallets para ser colocados en el SPT. Este proceso no demora mucho ni agrega un costo extra por lo cual no será analizado.

Impresión:

Actividad	Tiempo
Colocación de las planchas y registro de los colores.	1 hr y 40 min
Obtención del color de tinta requerido.	20 min
Tiempo Total	2 hs

Factores determinantes

Cantidad de colores.
Cambio de las pilas.

Troquelado:

	TB	TW
Actividad	Tiempo	
Armado de la matriz.	1 hr y 30 min	1 hr y 30 min
Enramado del molde.	30 min	45 min
Nivelación de las presiones.	1 hr	1 hr y 45 min
Tiempo Total	3 hs	4 hs

Factores determinantes

Habilidad del maquinista.

Descartonado:

Factores determinantes

Cantidad de operarios presentes.

Pegado:

Tiempo Total	1 hr y 30 min
---------------------	----------------------

Factores determinantes

Capacidad y velocidad del maquinista.
Cantidad de ayudantes.

Tabla 4.3-2. Detalle de los tiempos de arreglo.

4.4. ANÁLISIS DEL MIX DE PRODUCTOS

Hoy en día la empresa trabaja con un mix de productos determinado (ver “Descripción del Proceso”). Se debe analizar la posibilidad de cambiar ese mix.

Se determinó cuál sería el mix óptimo; es decir, el mix que maximizaría la utilidad de la empresa. Para realizar este análisis se desarrolló un modelo de programación lineal.

Variables de decisión:

X_i : kilogramos que se producen del i .

Función objetivo:

$$\text{MAX } (p_1 - c_1) \times X_1 + (p_2 - c_2) \times X_2 + (p_3 - c_3) \times X_3 + (p_4 - c_4) \times X_4 + (p_5 - c_5) \times X_5$$

Restricciones:

$$X_3 \leq 10000$$

$$X_4 \leq 3500$$

$$X_5 \leq 2000$$

$$\frac{1}{PI} \times X_1 + X_2 + 2 \times X_3 \leq 340$$

$$\frac{1}{PT} \times X_1 + X_2 + X_4 + X_5 \leq 370$$

$$\frac{1}{PP} \times X_1 + X_4 + X_5 \leq 370$$

p_i : precio de venta producto i .

c_i : costo variable producto i .

PI: productividad impresión.

PT: productividad troquelado.

PP: productividad pegado.

En las restricciones del modelo encontramos restricciones impuestas por la demanda limitada de determinados tipos de producto y restricciones dadas por la cantidad de horas disponibles de producción en cada sector.

Las primeras son impuestas por el mercado. Luego de realizar un análisis de mercado se determinó que los productos 1 y 2 tienen una demanda ilimitada mientras que los productos 3, 4 y 5 no. La demanda máxima del producto 3 es de 10000 kg, la del producto 4 es de 3500 kg y la del producto 5 de 2000 kg. Hay que aclarar que el producto 3 lleva una laca UV y no hay que confundirlo con una impresión normal. Para otro tipo de impresión habría que hablar de un nuevo tipo de producto y las condiciones (precio y

costos) cambiarían. Para este tipo de producto el mercado es acotado. Hay que destacar también que el producto 5 se produce sólo en caso de que alguno de los clientes existentes lo solicite; es decir, se produce para clientes que solicitan la producción de otros tipos de producto y son importantes para la empresa. La empresa produce este tipo de producto como un servicio extra para sus clientes y es por esto que se encuentra limitada su producción.

Las segundas se calculan a partir de las productividades propias de cada sector considerando las horas que se emplean hoy en día en mantenimiento correctivo. En la impresión del producto 3 hay que tener en cuenta que la cantidad de kilogramos que se procesan es el doble a la que se produce ya que el producto pasa dos veces por la impresora.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

LP OPTIMUM FOUND AT STEP			4
OBJECTIVE FUNCTION VALUE			
1)	331524.3		
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST	
X1	71687.039062	0.000000	
X2	13126.446289	0.000000	
X3	0.000000	2.645786	
X4	3500.000000	0.000000	
X5	2000.000000	0.000000	
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES	
2)	0.000000	885.188354	
3)	5.035575	0.000000	
4)	0.000000	45.843636	
5)	10000.000000	0.000000	
6)	0.000000	2.146854	
7)	0.000000	3.042048	
NO. ITERATIONS= 4			
RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:			
OBJ COEFFICIENT RANGES			
VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	3.778732	3.042048	0.230192
X2	3.548540	0.230192	1.322893
X3	4.451294	2.645786	INFINITY
X4	2.146854	INFINITY	2.146854
X5	3.272239	INFINITY	3.042048
RIGHTHAND SIDE RANGES			
ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	340.000000	4.995342	52.621254
3	370.000000	INFINITY	5.035575
4	370.000000	65.910980	359.957520
5	10000.000000	INFINITY	10000.000000
6	3500.000000	1246.095093	3500.000000
7	2000.000000	1246.095093	2000.000000

Figura 4.4-1. Resultados obtenidos en el LINDO.

Como se puede ver en el reporte y en la figura que se encuentra a continuación, la cantidad de producto 1 que se produce hoy en día no se encuentra lejos del óptimo. Por otra parte, la cantidad de producto 2, 4 y 5 debería aumentar considerablemente y se debería dejar de producir el producto 3.

	Kg	
	Actual	Óptimo
1	68094	71687
2	4956	13126
3	3646	0
4	1780	3500
5	604	2000

Tabla 4.4-1. Comparación entre la situación actual y la óptima.

Hay que destacar que los resultados obtenidos nos brindan una situación óptima a la cual la empresa debe buscar acercarse. Lograr producir la cantidad de kilogramos correspondientes a esta situación no será una tarea sencilla, hay ciertos compromisos con clientes que no se podrán desechar sin tener un efecto negativo.

Es importante aclarar que a lo largo del trabajo se va a mantener el mix con el que hoy la empresa trabaja.

4.5. ANÁLISIS DE CALIDAD ²

Una empresa que quiere ser competitiva debe tener en cuenta estos tres conceptos:

- Calidad: en el sentido de satisfacer los requerimientos del cliente.
- Servicio: cumplimiento de plazos de entrega, volúmenes acordados y atención pre y post venta.
- Costos: deben ser competitivos para poder acompañar a la calidad y al servicio brindado.

La calidad no puede estar desvinculada del costo. Es decir, se debe hacer la calidad necesaria para satisfacer y poder competir en el mercado, pero no tanta que resulte imperceptible para el cliente, ya que no estarán dispuestos a pagar el extra costo.

4.5.1. Clasificación de aspectos involucrados en calidad

La calidad involucra aspectos abstractos y concretos.

Los abstractos se conocen con el término de calidad intangible o invisible. No son fácilmente medibles por las empresas, pero tienen un alto impacto en la visión que el

² Ing. Pettinarioli, C. e Ing. Bassi, J.C. Apuntes de Clase. Cátedra de Calidad, ITBA.

cliente tiene del producto, servicio. Algunos de estos conceptos se enumeran a continuación: actitudes, compromisos, comportamiento, atención, credibilidad, coherencia, lealtad. En el caso de la empresa sometida a análisis estos valores se concentran en la atención pre y post venta.

En cuanto a la calidad tangible o visible, se conforma de aspectos que se pueden medir de alguna manera. Algunos ejemplos: tiempo perdido por mal mantenimiento, retrabajos, pérdida del volumen requerido de producción debido a un mal proceso de planeamiento, rechazos internos, etc. Estas pérdidas constituyen costos adicionales que los clientes no están dispuestos a pagar.

4.5.2. Calidad como variable unidimensional

Noriaki Kano expresa a la calidad como una variable que se compone de dos aspectos medibles a lo largo de dos ejes: estado físico del producto y expectativas de los clientes.

En el caso de los productos que comercializa esta empresa, al no tratarse de un producto de alta complejidad tecnológica, se podría decir que su calidad queda definida como una variable unidimensional, donde los aspectos que determinan la satisfacción o insatisfacción del cliente son el cumplimiento con las especificaciones y el servicio que podría medirse por cumplimiento con fechas de entrega pactadas.

4.5.3. Costos de calidad

Dentro de los costos de calidad podemos encontrar 4 rubros: de prevención, de evaluación, por fallas internas, y por fallas externas.

- Prevención: requeridos para prevenir y evitar errores, fallas y defectos. Algunos de estos costos son: capacitación, automatización, AMFEs (análisis de modos de falla y sus efectos). En el caso de la empresa sometida a estudio se le dedican pocos recursos a este tipo de costos.
- Evaluación: requeridos para medir, auditar, controlar y evaluar la calidad durante las siguientes etapas:
 - ✓ Desarrollo: evaluación de prototipos, análisis de productos de la competencia.
 - ✓ Inspección de recepción: evaluación de calidad de materias primas y componentes.
 - ✓ Proceso: inspecciones para determinar el cumplimiento de las especificaciones, auditorías de sistemas, procesos y productos, etc.
 - ✓ Final: controles sobre el producto terminado para verificar calidad, funcionalidad, durabilidad y confiabilidad.
- Fallas internas: análisis de fallas de insumos, componentes, productos semielaborados, detectados dentro de la empresa.

- Fallas externas: consecuencia de fallas o defectos una vez que el producto es despachado al cliente (incluye garantía y gastos incurridos por no cumplimiento).

4.5.4. Los 7 tipos de pérdida

Pérdida es toda aquella actividad que no le agrega valor al producto. Adiciona sólo tiempo y costo, y es trabajo que el cliente no está dispuesto a pagar. Es un síntoma y no una causa raíz. Para atacar una pérdida se debe tener en primer lugar la capacidad de reconocerla, y en segundo lugar se debe poder definir su causa raíz.

Los 7 tipos de pérdidas capitales y sus implicancias en nuestro proceso son:

1) Transporte: lo que se puede observar en la planta es un movimiento de materiales, productos semielaborados y terminados que podría ser disminuido. El análisis que se hace es por operación.

- Distancia entre operaciones
- Ruta establecida
- Ubicación de almacén
- Transporte de inventario
- Distancia entre recepción y uso
 - ✓ Impresión. Cuando se va a imprimir un trabajo, se procede a buscar la materia prima y los elementos necesarios para la producción. Estos son: cartulina, planchas, tintas, barniz (no todos los trabajos), entre otros. Las planchas están ubicadas en un almacén en el primer piso, la cartulina en PB y el resto de las materias primas en una jaula también en PB. Una vez que el operador ubica las planchas (almacenadas con el pliego de cartulina correspondiente), el ayudante busca el sobre del trabajo. El sobre del trabajo tiene un pliego conformado y toda la información detallada para hacer el trabajo según la especificación del cliente. Este sobre se encuentra en la jaula.
 - ✓ Troquelado. Se necesitan el molde y el arreglo de corte. El molde se busca en el primer piso mientras que el arreglo de corte se ubica debajo de la máquina.

2) Correcciones: toda corrección que saque una pieza del flujo natural del proceso debido al incumplimiento con los estándares de calidad establecidos.

- Inspección adicional realizada fuera del proceso: la revisión que se hace actualmente es por operación. A medida que se imprime caen los pliegos y el maquinista chequea contra el conformado. Verifica que no haya fallas (ejemplo: mancha que no debería estar, colores, ubicación en el pliego – llegada); La inspección que se hace es de 1 pliego cada 600. El desperdicio que existe en la puesta en marcha varía entre los 50 y los 100 pliegos. En ocasiones sucede que el maquinista comienza la producción en desacuerdo al conformado y obliga a revisar 500 pliegos antes de realizar el pegado. Esto se debe a un acostumbramiento vicioso en la manera de hacer

los trabajos. Troquelado puede llegar a detectar fallas de impresión, las marca, y pegado las selecciona para pegar o no. La razón por la cual algunos pliegos mal impresos se troquelan de todas formas es que la inspección se realiza antes de realizar el pegado por boca (por estuche) ya que en un pliego puede haber una combinación de bocas en buen y en mal estado.

3) Inventario: almacenamiento de materia prima, productos semielaborados o terminados fuera del flujo natural de producción. Existen pulmones para todas las operaciones. El pulmón que tiene la operación de pegado es de dos días, mientras que el de troquelado es de 4 días.

4) Espera: tiempo que el operador permanece inactivo.

- Baja utilización de equipos, paradas no programadas: principalmente por fallas en máquinas. Generalmente con las impresoras sucede que tienen tableros con una cantidad importante de relés, contactores, fusibles. Hay fallas en alguno de estos materiales y hay que realizar un método prueba y error para determinar cuál es la falla. En pegado hay paradas por fallas en los rulemanes, pero son cortas sin pérdidas importantes de tiempo, máximo 30 minutos.
- Programaciones de producción fluctuantes: hay variaciones en la producción. Motivos: variación en la programación por reclamos de entrega y atrasos, falta de materiales (cartulina, plancha mal copiada, error de diseño en el trabajo).

5) Sobre – Procesamiento: tiempo incurrido en exceso de lo requerido por el estándar de trabajo establecido.

- Especificaciones de los clientes poco claras o fluctuantes: para los nuevos trabajos puede suceder que no haya conforme o que las especificaciones no estén claras.
- Objetivos no alineados y falta de comunicación entre las áreas funcionales.

6) Sobre – Producción: producir más de lo que se requiere, hacerlo antes de lo requerido o hacerlo más rápido de lo estipulado.

- Énfasis en la optimización de mano de obra y equipamiento.
- Pérdidas derivadas de paradas no programadas.

7) Movimiento: falta de valor agregado resultante del movimiento de las personas.

- Inadecuada estandarización del trabajo

5. MEJORAS

A partir de los análisis hechos sobre productividad, costos y calidad, se detalla a continuación el proceso a seguir para implementar mejoras de una manera eficiente. Se consideraron tres tipos de mejoras: de productividad, de mantenimiento y de gestión.

5.1. MEJORAS DE PRODUCTIVIDAD

Dentro de las mejoras podemos encontrar aquellas que afectan inmediatamente la productividad. Para ello se siguen los pasos correspondientes a la Teoría de las Restricciones (TOC: Theory of Constraints):

1. Identificar las Restricciones del sistema.
2. Decidir cómo Explotar la Restricción del sistema.
3. Subordinar la producción a la decisión anterior.
4. Elevar las Restricciones del sistema.
5. Analizar si hay variación de Restricción (en caso de ser así, comienza nuevamente el ciclo).

Los distintos sectores explotan hoy en día su capacidad al máximo; es decir, obtienen la mayor producción posible. Sin embargo, si se pueden elevar sus capacidades.

5.1.1. Identificación de la Restricción

A partir del análisis de productividad del cual obtuvimos las productividades equivalentes de cada sector, pudimos determinar que el cuello de botella actual es el pegado.

5.1.2. Elevación de la restricción

Encontramos tres posibles mejoras que pueden aplicarse en el proceso de pegado: incentivos por objetivos, mejoras en la maquinaria a partir de la instalación de carros y el aumento de dotación.

5.1.2.1. Incentivos

Es importante reflejar que la productividad en 2011 fue de 199 kg/hr, mientras que en 2012, esta productividad bajo significativamente y se instaló en un promedio de 184 kg/hr. ¿A qué se debe esta caída? Las máquinas no han cambiado y no presentan un deterioro significativo con respecto al año anterior, y los empleados tampoco han cambiado y recién han vuelto de las vacaciones, por lo que en teoría se encuentran descansados. Es por esto que se puede concluir que esta baja es producida por falta de motivación.

Teniendo en cuenta que los sueldos por acuerdo sindical recién se modificarán en Junio, se propone resolver esta falta de motivación con un programa de incentivo de producción. Si se plantean objetivos a cumplir en base a los kilogramos producidos al mes, creemos que la productividad puede aumentar significativamente. La idea sería plantear un objetivo real y alcanzable de manera que los empleados se motiven para alcanzarlo y así recuperar el terreno perdido con respecto al año anterior. El objetivo propuesto sería de 78 toneladas en el mes, entre ambas máquinas (de tal forma de crear un sentimiento de equipo y no de competencia entre las dos máquinas) colocando la productividad nuevamente entre los valores del año pasado.

5.1.2.2. Instalación de carros

A continuación se analizará la maquinaria. Como ya se ha dicho, la empresa cuenta con dos pegadoras. Si bien ambas no tienen un estado general óptimo, estas no generan tiempos muertos por roturas de máquina. Esto se debe a que el mantenimiento de las pegadoras no es complicado. Las máquinas funcionan con un sistema de correas, poleas y rodamientos, el cual se encuentra impulsado por un motor principal. Se necesita reservar 10 horas por mes para mantener el estado de las máquinas.

No obstante, hay ciertas cosas que se pueden realizar para aumentar la producción en las mismas. Una de estas sería la de construir carros (conjunto de correa con gran cantidad de rodamientos) para anexar a la máquina generando un mejor soporte para los estuches cuando se muevan por la máquina. Cuando los estuches se mueven por la máquina, es fundamental que no tengan un movimiento axial; es decir, que sólo se muevan longitudinalmente a lo largo de la máquina, que sólo se muevan a través de las correas que lo transportan. Si los estuches se mueven axialmente se genera una parada de máquina, lo que demora el proceso de pegado. Para lograr ello, es necesario brindarles un soporte sólido y justo. Estos soportes son realizados por los distintos carros, a mayor cantidad de carros mayor soporte.

Esta modificación es necesaria sólo en una de las máquinas ya que la otra posee todos los carros posibles. Si tenemos en cuenta que las paradas de máquina por movimiento de estuches representan 2,5 minutos por cada hora producida, estamos hablando del 8% de lo producido. Este movimiento es imposible eliminarlo en un 100% pero colocando los 3 carros en la máquina podríamos reducir este valor en un 50%; es decir, ganar 1,25 minutos de producción por cada hora producida. A su vez, disminuiría el tiempo de arreglo de máquina para los distintos trabajos. Si consideramos que un arreglo de máquina, en promedio, demora 1 hora y media y que la posibilidad de tener estos nuevos carros disminuiría en promedio 5 minutos por arreglo, se estarían disminuyendo los arreglos en un 5,5%. Todo el proceso demora en promedio 5,8 horas y se ganan 5 minutos en el arreglo y 5,5 minutos en el tiraje. Estos 10,5 minutos representarían un

aumento en la productividad de 3,1%. Si se toma la productividad promedio del 2011, la cual fue de 200kg/hr, y se aplican estas mejoras, la productividad aumentaría a 206 kg/hr.

5.1.2.3. Aumento de dotación

La siguiente propuesta a analizar es la de aumentar la dotación en las máquinas. Hoy en día cada máquina cuenta con un maquinista y un ayudante. El maquinista realiza el arreglo de la máquina, el control general de los estuches y va perfeccionando el arreglo a medida que se van pegando para disminuir las fallas. Además, realiza el control visual previo al ingreso de los estuches a la máquina, detectando fallas de impresión o troquelado. El ayudante asiste al maquinista en el arreglo de máquina y retira los estuches de la pegadora y los coloca en cajas de corrugado para ser entregados al cliente.

Al ser sólo dos personas en la máquina, esto se convierte en un factor limitante. La velocidad del ayudante para retirar los estuches de la máquina es menor a la velocidad de la máquina. Por lo que se propone agregar una persona más por máquina, pasando a tener dos ayudantes. De esta manera a la salida de la máquina se colocarían dos personas para poder aumentar la velocidad de la máquina. Es importante mencionar que al colocar una nueva persona en la máquina, la velocidad de la misma no se duplica. Hay que diferenciar también entre dos tipos de estuches: pegado lateral o fondo automático. Estos se diferencian en el armado final de la caja. En el caso de los estuches de pegado lateral, el colocar una persona más aumentaría significativamente la velocidad de la máquina, mientras que en los estuches de fondo automático el aumento de la velocidad no sería tan importante. Realizando un estudio de tiempos se puede observar que un trabajo de pegado lateral con dos personas en la máquina demoró 9 horas de tiraje, mientras que el mismo trabajo demoró 7,5 horas con 3 personas. Los tiempos de pegado se reducen en un 17%. Si seguimos respetando la relación anterior de un trabajo de 1,5 horas de arreglo y 4,3 horas de pegado podemos decir que este trabajo promedio de 5,8 horas se reduciría a 5,1 horas, o sea un 12%. En el caso de los estuches de fondo automático el estudio de tiempos realizado dio que un trabajo realizado por una dotación de 2 personas demoró 7 horas mientras que el mismo trabajo realizado con 3 personas demoró 6,25 horas, un 11% menos. En un trabajo promedio, el mismo demoraría 5,3 horas en vez de 5,8 horas, o sea un 9% menos. Hay que tener en cuenta que el 60% de los trabajos son de fondo automático y el 40% de pegado lateral. Entonces colocando un empleado más por máquina se reducirían los tiempos totales en un 10,2%.

Antes de decidir qué propuestas son las recomendadas, es necesario analizar el costo o inversión que las mismas requieren.

5.1.2.4. Propuesta final

En cuanto al incentivo de producción, se propuso que el objetivo a alcanzar sea el de 78 toneladas de cartulina al mes. En caso de lograrlo se le duplicaría el premio de asistencia (reciben \$200 mensuales) a todos los empleados del sector pegado y del sector descartonado. Es importante involucrar al sector descartonado ya que los operarios de este sector siempre ayudan al pegado en caso de ser necesario y porque el mismo puede demorar el proceso de manera que no haya estuches para pegar. Esto implicaría un costo mensual de \$1400 y se aumentaría la productividad de 184 kg/hr a 200 kg/hr, o sea un aumento del 8,2%.

En cuanto a la inversión en los carros, es importante mencionar que los 3 carros a colocar se colocarían juntos; es decir, se colocan los 3 carros o ninguno ya que por el funcionamiento de la máquina colocar un sólo carro no brindaría beneficio. Cada carro tiene un costo estimado de \$1500 pesos (cotización no confirmada). Es decir que con una inversión de \$4500 pesos se obtendría un aumento del 3,1% en la productividad.

Por último, se analizará el aumento de la dotación. Si se coloca un empleado más por máquina la productividad aumentaría en un 10,2%. Cada empleado cobra un sueldo básico de \$20 por hora. Tomando 200 horas al mes, se pagarían \$4000 pesos mensuales a cada empleado. Si a este número le agregamos las cargas sociales (aproximadamente el 50% del sueldo) se pagaría un total de \$12000 por los dos empleados.

Teniendo en cuenta que las propuestas pueden ser aditivas, o sea no son excluyentes una de otra, consideramos que habría que implementar las 3. Al aplicar el incentivo de producción la productividad aumentaría de 184 kg/hr a 200 kg/hr. Luego si se colocan los 3 carros esta productividad pasaría a ser de 206,2 kg/hr. Y por último al contratar dos empleados más la productividad aumentará hasta 227 kg/hr.

La inversión será solo de \$4500 pesos iniciales y el costo mensual aumentaría en \$13400.

A continuación se presenta lo expuesto recientemente en una tabla para mayor comprensión. También se muestra el beneficio producido al implementar estas propuestas.

Propuesta	Aumento de productividad	Inversión	Costo mensual
Incentivo de producción	8,20%		\$ 1.400
Instalación de carros	3,10%	\$ 4.500	
Aumento de dotación	10,2%		\$ 12.000
Total	23,40%	\$ 4.500	\$ 13.400

Productividad actual	Productividad proyectada
184 kg/hr	227 kg/hr

Aumento de producción	Precio promedio	Aumento en facturación
43 kg/hr	14,69 \$/kg	631,67 \$/hr

Aumento de costos por mes	Horas por mes	Aumento de costos
\$ 13400	380 hr	35,26 \$/hr

Tabla 5.1.2-1. Detalle de las mejoras en el pegado.

5.1.3. Identificación de la Nueva Restricción

De acuerdo al estudio de las productividades equivalentes, podemos ver que con la nueva productividad alcanzada en el sector de pegado, éste deja de ser un cuello de botella. La nueva restricción del sistema es ahora la impresión, como se puede observar en el siguiente gráfico:

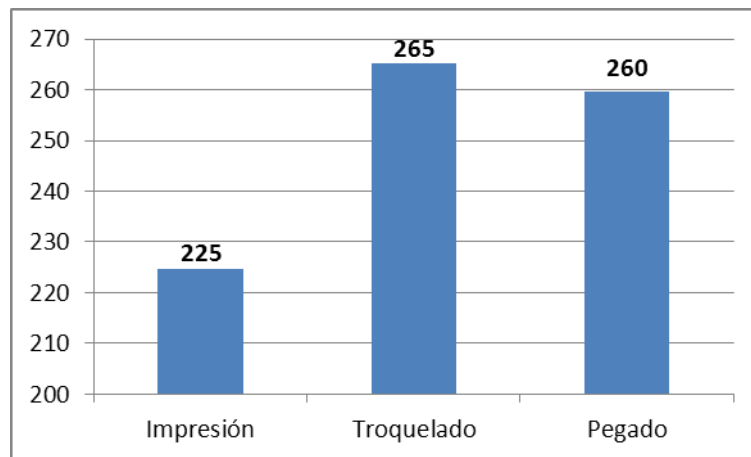


Figura 5.1.3-1. Productividades equivalentes con mejoras de pegado aplicadas.

5.1.4. Elevación de la Nueva Restricción

Hay dos formas básicas para aumentar la productividad. La primera sería disminuir los tiempos de arreglo de máquina y la segunda disminuir el tiempo de tiraje.

El arreglo de máquina consiste en colocar las planchas de aluminio en la máquina y registrarlas de manera exacta una con otra para que el trabajo no tenga ningún tipo de

movimiento. Esto se realiza manualmente. Una vez colocadas las planchas se pasa un pliego por la máquina para analizar el registro. Si el registro tiene variaciones se desplazan las planchas horizontalmente hasta que coincida. Este proceso toma aproximadamente 1 hora y 40 minutos, y depende de la cantidad de colores que lleva el trabajo.

5.1.4.1. Registros Automáticos

Con el fin de reducir los tiempos de registro, se propone la instalación de registros automáticos. Consisten en motores que al ser accionados desplazan la plancha de tal forma de lograr el registro de manera más sencilla. Según la cotización enviada por la empresa Soluciones Industriales este sistema costaría alrededor de U\$S 12.000. Instalando este sistema se pueden reducir el registro de planchas de 1 hora y 40 minutos a 1 hora. Un trabajo promedio en lugar de demorar 10,4 horas demoraría 9,7 horas.

5.1.4.2. Mezclador de Tintas

El otro proceso de arreglo de máquina es el tintaje. En el tintaje se busca llegar al color preestablecido para el trabajo deseado. En el mismo se realiza el proceso de mezcla de colores para llegar al color requerido (por ejemplo, para un kilo de marrón se mezclan 400g de cian y 600g de magenta). Esta mezcla se hace manualmente, demorando aproximadamente 20 minutos. Para reducir estos tiempos se puede comprar un mezclador de tintas que realiza el mezclado de manera automática en tan sólo 3 minutos. Este equipo cuesta aproximadamente u\$1300 y la productividad aumentaría en un 2,8%.

5.1.4.3. Sistema de cambio de pilas automático

Para el tiraje se coloca una pila de pliegos de cartulina en la entrada de la máquina. La máquina toma un pliego a la vez y los deposita a la salida de la misma en una pila de pliegos impresos. Una pila de cartulina tiene aproximadamente 3000 pliegos. Cada vez que se acaba una pila en la entrada, se frena la máquina, se coloca una nueva pila, se mojan los cauchos de las impresoras para que la tinta no se seque y se retira la pila de la salida. Este proceso toma 7 minutos por pila. Es decir que en un trabajo promedio de 30000 pliegos (tiempo promedio de 10,4 hr) se requieren 10 pilas y se pierden 70 minutos en los cambios de pila. Las máquinas cuentan con un sistema de cambio de pilas automático el cual posibilita al maquinista cambiarlas, tanto la de entrada como la de salida, sin frenar la máquina. Este sistema no es utilizado en la actualidad ya que las guías y motores están averiados. Para poder ponerlos en funcionamiento se requeriría de una inversión aproximada de \$5000 por máquina. Al reducir el tiempo del trabajo en 70 minutos, si el trabajo toma 2 horas de arreglo más 8,4 de tiraje, ahora tomaría 9,23 horas en total. Es decir que la productividad promedio pasaría de 250 kg/hr a 282 kg/hr.

5.1.4.4. Tablero General

El último punto a tratar es el de las paradas por fallas o rupturas de máquina. El año pasado hubo diversas fallas en los tableros electrónicos de ambas máquinas, provocando la suma total de 85 horas de parada de máquina por fallas eléctricas. Es por esto que se analizó la posibilidad de cambiar los tableros generales de ambas máquinas por tableros de PLC. Según lo cotizado por Soluciones Industriales cada tablero cuesta u\$s15000 aproximadamente.

5.1.4.5. Propuesta final

Analizando lo expuesto creemos que es muy importante realizar la inversión para reacondicionar y poner en funcionamiento los cambios de pila automáticos. La otra inversión que consideramos necesaria y viable es la de adquirir el mezclador de tintas. Si bien no disminuye en gran medida el tiempo de set-up, el índice beneficio/inversión indica que vale la pena avanzar con la propuesta.

A las dos propuestas restantes, instalación del tablero de PLC e instalación del registro automático, no las consideramos adecuadas ya que en este momento no se cuenta con el presupuesto suficiente. Sin embargo, son dos opciones a considerar en el largo plazo.

Se presenta a continuación una tabla en donde se muestra el aumento de la productividad al implementar lo propuesto y la inversión correspondiente.

Propuesta	Aumento de productividad	Inversión
Cambio de pilas automático	12,8%	\$ 10.000
Mezclador de tintas	2,8%	\$ 6.500

Productividad actual	Productividad proyectada
250 kg/hr	290 kg/hr

Aumento de producción	Precio promedio	Aumento en facturación
40 kg/hr	14,69 \$/kg	587,60 \$/hr

Tabla 5.1.4-1. Detalle de las mejoras en la impresión.

Ahora podemos ver que con estas productividades alcanzadas el proceso de impresión deja de ser la restricción del sistema, para pasar a ser nuevamente el pegado el proceso que determina el flujo de salida.

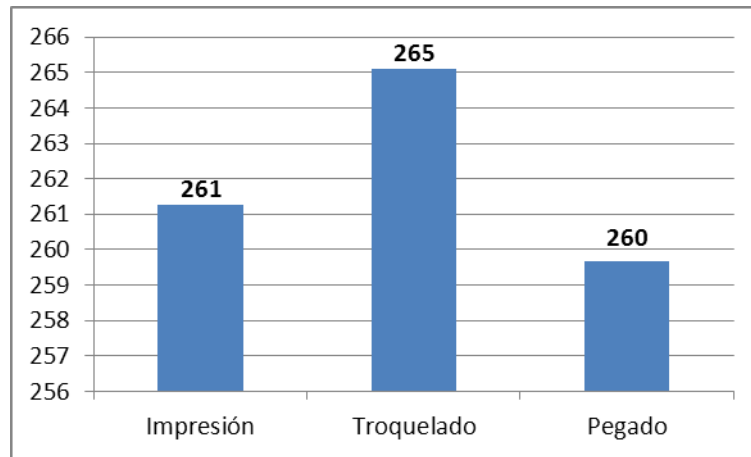


Figura 5.1.4-1. Productividades equivalentes con mejoras de pegado e impresión aplicadas.

De este manera, el siguiente paso es el de subordinar la programación de la producción al cuello de botella para así maximizar el throughput, y al mismo tiempo minimizar los gastos operativos y los inventarios.

5.1.5. Subordinación al Cuello de Botella

Con una producción basada en la subordinación de la planta al cuello de botella (en este caso: el pegado) se logra la maximización del throughput, es decir, de la facturación. Ésta subordinación debe realizarse teniendo en cuenta los tiempos de mantenimiento preventivo de las máquinas. A partir de esto no sólo se logra aumentar el flujo de salida de producto terminado, sino que además lleva a una disminución de stocks de semielaborados a la salida de la impresión y el troquelado, ya que los recursos no cuello de botella producen en función a las necesidades del recurso cuello de botella.

A su vez, dada la diferencia de productividad de los sectores, van a aparecer tiempos de no producción de producto 1 y producto 5 por ejemplo para las impresoras y las troqueladoras. Es en esos momentos que deben procesarse los productos 2, 3 y 4, para seguir generando throughput, en lugar de aumentar los inventarios de semielaborado (siempre y cuando se esté cumpliendo con el nivel de stock predeterminado para las pegadoras, y que no haya riesgo de desabastecimiento).

5.2. MEJORAS EN EL SECTOR DE TROQUELADO

Se hacen algunas observaciones respecto al troquelado con el fin de mejorar la performance de la línea y disminuir las paradas por fallas sorpresivas.

Analizando el sector podemos observar una diferencia considerable con respecto a los otros sectores. Este sector tuvo en el 2011 una productividad promedio de 254 kg/hr. Si bien la productividad es elevada, el sector posee un exceso de horas extras.

5.2.1.Desbalance en el uso de las máquinas troqueladoras

El desbalance se produce porque la producción se centra en una máquina, máquina Bobst, mientras que la otra troqueladora, máquina Wupa, tiene tiempos de holgura.

Lo primero a determinar será el motivo de este desbalance. Vale remarcar que el 60% de los trabajos pueden realizarse en ambas máquinas y que el 40% restante sólo se puede realizar en la Bobst. Considerar que el motivo del desbalance es provocado por esto sería un error ya que la Wupa podría realizar más del 50% del trabajo.

El motivo de la centralización de los trabajos en la Bobst es la diferencia de velocidades de las máquinas. Al ser la Bobst una máquina más veloz que la Wupa se cae en el error de centrar los trabajos en esta máquina provocando un exceso de horas de trabajo en esta máquina y generando tiempo ocioso en la máquina Wupa.

Los motivos de este problema se pueden encontrar en una mala programación de la producción y en un mal estado de la máquina Wupa. La troqueladora en cuestión tiene un estado muy deteriorado lo cual afecta directamente a la velocidad promedio de la máquina.

5.2.2.Fallas en la máquina Wupa

Posee dos fallas determinantes. La primera afecta el arreglo de máquina. Al no tener las presiones de la máquina niveladas demora mucho tiempo el ajuste final de las cuchillas sobre los pliegos de cartulina para determinar la presión del corte. Nivelando bien las presiones, los arreglos se podrían reducir en 30 minutos. Por otro lado tenemos un desgaste en la leva de apertura de las pinzas que mueven los pliegos en la máquina, generando paradas en la máquina constantemente. Ambos arreglos representarían un gasto de \$10 mil pesos en total.

Una vez resuelto el estado de la máquina se contará con 2 máquinas de similares velocidades (la Bobst seguirá siendo un poco más rápida) y la producción no se centralizará en una única troqueladora.

De esta forma se lograrían reducir los tiempos de holgura de la máquina Wupa, reduciendo las horas de trabajo de la Bobst y aumentando el tiempo libre del sector para realizar tareas de mantenimiento.

5.3. MEJORAS DE MANTENIMIENTO

5.3.1. Diagnóstico 5 S

Antes de desarrollar la propuesta de mantenimiento, se realizó un diagnóstico 5 S de la fábrica. El sistema 5 S asegura orden, limpieza y disciplina que facilita la implementación de este tipo de políticas y al mismo tiempo genera un ambiente de trabajo de mejora continua donde se involucra al 100 % del personal.

			Diagnóstico				
			0	1	2	3	4
Seiri - Sort	1	Partes y materiales	No hay materiales innecesarios en stock o siendo procesados	x			
	2	Máquinaria y Equipos	Máquinas y Equipos son operados de manera regular	x			
	3	Aparatos, herramientas, moldes	Son utilizados en orden		x		
	4	Control Visual	Materiales innecesarios pueden ser distinguidos fácilmente		x		
	5	Standards de eliminación de desechos	Está claramente estandarizada la eliminación de desechos	x			
Seiton - Set in Order	6	Etiquetas de almacenamiento	Hay etiquetas para determinar lugares y zonas de trabajo, almacenamiento, etc.	x			
	7	Zonas y partes etiquetadas	Cada zona de almacenamiento y cada parte están marcadas		x		
	8	Determinantes de Cantidades	Marcas que muestran stocks mínimo y máximo	x			
	9	Líneas de separación	Líneas de separación están claramente marcadas		x		
	10	Aparatos, herramientas, moldes	Están bien ordenados, y su recepción y retorno son ergonómicamente sencillos	x			
Seiso - shine	11	Zonas de trabajo	Limpias y brillantes	x			
	12	Maquinaria	Limpias y pintadas	x			
	13	Limpieza y control	Misma atención prestada a la limpieza y al control	x			
	14	Responsabilidad de Limpieza	Hay rotación de limpieza y las responsabilidades están claramente definidas		x		
	15	Limpieza como hábito	La limpieza es un hábito		x		
Seiketsu - Standardize	16	Ventilación	El aire es limpio, fresco y no tiene olores		x		
	17	Iluminación	La iluminación es la adecuada		x		
	18	Indumentaria	La indumentaria de trabajo está limpia y libre de lubricantes	x			
	19	Protección contra suciedad	Se le presta atención a la prevención de la suciedad	x			
	20	Primeros tres pasos	Hay un sistema para proteger los tres primeros pasos	x			
Shitsuke - Sustain	21	Wearing rules	Organización y limpieza son apropiadas para todas las reglas	x			
	22	Utilización de equipo apropiado	Equipamiento obligatorio para el trabajo seguro es adecuado y es utilizado	x			
	23	Interacción entre personas	5 S adecuado para implementar y hay un ambiente satisfactorio			x	
	24	Reglas y Procedimientos	Las reglas y procedimientos son reconocidas e implementadas		x		
	25	Observación de reglas	Las reglas han sido adaptadas y correctamente aplicadas		x		

Referencia *0: Very bad, 1: Bad, 2: Average, 3: Good, 4: Very good.

Tabla 5.3.1-1. Diagnóstico 5 S.

Actividades 5 S

Sort	7
Set in Order	7
Shine	7
Standardize	4
Sustain	8
TOTAL	33

Máx 100
Alcance 33%

Tabla 5.3.1-2. Actividades 5 S.

A partir de éste diagnóstico se puede observar que la empresa no aplica hoy en día la metodología 5 S, por lo que se considera prioritario establecer un plan de acción riguroso para mejorar la situación.

La implementación de una política de mantenimiento conduce a una disminución en los tiempos perdidos por paradas imprevistas de máquina. De esta manera se pretende avanzar hacia un concepto de acciones preventivas en lugar de correctivas.

Actualmente la empresa no posee una política de mantenimiento definida. Las acciones que se realizan para el correcto funcionamiento de los bienes de uso son más bien de tipo correctivo en lugar de preventivo. El objetivo de aplicar un mantenimiento bien definido es disminuir las pérdidas que se generan en los equipos.

Para ello se propone seguir los lineamientos de TPM (Mantenimiento Productivo Total). El TPM establece 6 pérdidas asociadas a la maquinaria:

1. Fallos del equipo, que producen pérdidas de tiempo inesperadas.
2. Puesta a punto y ajuste de las máquinas que producen pérdidas de tiempo al iniciar una nueva operación u otra etapa de ella.
3. Marchas en vacío, esperas y detenciones menores durante la operación normal.
4. Velocidad de operación reducida.
5. Defectos en el proceso, que producen pérdidas de tiempo al tener que rehacer partes de él o reparar piezas defectuosas o completar actividades no terminadas.
6. Pérdidas de tiempo propias de la puesta en marcha de un proceso nuevo, marcha blanca, período de prueba, etc.

En el último año hubo diversas fallas y rupturas de las impresoras que produjeron una descompaginación de la producción. Se generaron horas extra en el sector y, en ciertos casos se realizó un turno a la noche para compensar los atrasos. Si bien hay ciertas fallas que no se pueden solucionar fácilmente ya que se producen por el estado general de las máquinas (por ejemplo, los tableros eléctricos son muy anticuados y proclives a fallas), hay otros problemas que se podrían solucionar con un mantenimiento preventivo responsable. Para ello hemos propuesto que las máquinas tengan días exclusivos de mantenimiento, 25 horas al mes, es decir 2 días y medio abocados exclusivamente a tareas de mantenimiento en el caso de las impresoras, y 10 horas al mes en el caso de las troqueladoras y pegadoras. Si bien esta propuesta no influenciaría directamente en la productividad de la planta, sí influenciaría en la organización de la misma y en los costos generales. Vale remarcar que en la productividad sólo se contemplan las horas abocadas a los distintos trabajos, ya sea arreglo de máquina o tiraje.

5.3.2. Overhaul

Lo primero a realizar será la puesta a punto de las máquinas. Luego de un deterioro generalizado producido por la falta de mantenimiento en todas las máquinas de la empresa se ha llegado a un punto de quiebre. La empresa se ve obligada a parar las máquinas para restaurarlas y ponerlas en condiciones para un correcto funcionamiento. Para ello se propone realizar un reacondicionamiento en cada máquina el cual demandará dos semanas por máquina. En las primeras dos semanas se restaurarán la impresora 2, la troqueladora Wupa y la pegadora 1. Para realizar esto y mantener el nivel de producción se realizarán dos turnos en las máquinas restantes. De esta manera se podrá cumplir con los requerimientos de los clientes. Una vez finalizada la restauración en las 3 máquinas se proseguirá con las restantes siguiendo la misma metodología, 2 turnos en las otras 3 máquinas.

Overhaul

Semana	Reparaciones en maquinas	Dos turnos en maquinas
1	Impresora 2	Impresora 1
	Troqueladora WUPA	Troqueladora Bobst
	Pegadora 1	Pegadora 2
2	Impresora 2	Impresora 1
	Troqueladora WUPA	Troqueladora Bobst
	Pegadora 1	Pegadora 2
3	Impresora 1	Impresora 2
	Troqueladora Bobst	Troqueladora WUPA
	Pegadora 2	Pegadora 1
4	Impresora 1	Impresora 2
	Troqueladora Bobst	Troqueladora WUPA
	Pegadora 2	Pegadora 1

Tabla 5.3.2-1. Detalle de la puesta punto de las máquinas.

Una vez finalizado el overhaul necesario para subsanar las máquinas es absolutamente necesario implementar un programa de mantenimiento preventivo para mantener el estado general las mismas.

5.3.3. Mantenimiento preventivo

En impresión este mantenimiento consta de engrase periódico, cambio de rulemanes, cambio de filtros, limpieza de heladeras y limpieza de tambores impresores. Estas tareas se pueden dividir en 3 actividades de 5 horas. La primera semana se realiza la limpieza de heladeras y cambio de filtros, la segunda semana se realiza el engrase y cambio de rulemanes y la tercera semana la limpieza de tambores impresores. Estas 3 actividades se deben repetir en ese orden una por semana a lo largo de todo el año.

En cuanto al troquelado y pegado las tareas de mantenimiento preventivo son más sencillas. Las tareas en el troquelado constan de engrase general de máquina una vez por mes, cambio de filtros una vez al mes y cambio de aceite una vez cada 6 meses. Para realizar esto destinamos 10 horas al mes por máquina, tiempo suficiente para realizarlo.

Por último, las pegadoras necesitan un cambio periódico de rulemanes y correas. Para realizar esto se sectoriza la máquina en 4 partes: entrada, encolado, transporte y salida. Cada sector requiere un cambio de rulemanes y correas cada dos meses. Para ello es necesario 5 horas por sector. Por lo tanto se realizarán tareas en las pegadoras cada dos semanas de tal forma que a los 2 meses el ciclo finalice y comience uno nuevo.

A parte de estas tareas se propone que una semana al año se realice una inspección general de cada máquina para detectar posibles rupturas. Cuando se detenga una máquina para su inspección anual se trabajará en dos turnos en la máquina similar.

Mantenimiento Preventivo

Ciclos en:	Semana	Tareas	Tiempo (horas por máquina)
Impresoras	1	Limpieza de heladeras y cambio de filtros	10
	2	Engrase y cambio de rulemanes	5
	3	Sin actividad de mantenimiento	0
	4	Limpieza de tambores impresores	10
	Total semanas: 4		Total horas: 25
Troqueladoras	1	Engrase general	4
	2	Sin actividad de mantenimiento	0
	3	Cambio de filtros y limpieza general	4
	4	Sin actividad de mantenimiento	0
	Total semanas: 4		Total horas: 8
Pegadoras	1	Engrase y cambio de rulemanes en entrada	5
	2	Sin actividad de mantenimiento	0
	3	Engrase y cambio de rulemanes en encolado	5
	4	Sin actividad de mantenimiento	0
	5	Engrase y cambio de rulemanes en transporte	5
	6	Sin actividad de mantenimiento	0
	7	Engrase y cambio de rulemanes en salida	5
	8	Sin actividad de mantenimiento	0
	Total semanas: 8		Total horas: 20

Tabla 5.3.3-1. Detalle del plan de mantenimiento correctivo.

5.4. RESUMEN Y SITUACIÓN PROYECTADA

A continuación se presenta un detalle del conjunto de mejoras aplicadas en la empresa con el fin de alcanzar el objetivo planteado.

Propuesta	Inversión requerida	Aumento en el costo mensual
Pegado		
Incentivo de producción		\$ 1.400
Instalación de carros	\$ 4.500	
Aumento de dotación		\$ 12.000
Subtotal	\$ 4.500	\$ 13.400
Impresión		
Cambio de pilas automático	\$ 10.000	
Mezclador de tintas	\$ 6.500	
Subtotal	\$ 16.500	\$ 0
Troquelado		
Puesta a punto máquina Wupa	\$ 10.000	
Subtotal	\$ 10.000	\$ 0
Total	\$ 31.000	\$ 13.400

Tabla 5.4-1. Resumen de las mejoras.

A partir de las mejoras cambia la situación de la empresa. Estas mejoras aumentaron las productividades de los distintos sectores afectando la cantidad de kilogramos que se producen y los costos variables unitarios. En cuanto a costos, se ve afectada la mano de obra, que como se vio en el Análisis de los costos representa aproximadamente un 20% de los mismos. Al aumentar la cantidad de kilogramos producidos por hora y no aumentar la cantidad de empleados, disminuyen los costos. En el sector de pegado si aumenta la dotación afectando a los productos 1 y 5. Sin embargo, el aumento generado por la contratación de dos empleados es menor a lo que disminuyen los costos por el aumento de la productividad.

En las figuras se muestra el detalle de la situación proyectada.

	kg	
	Anual	Mensual
1	1026024	85502
2	74675	6223
3	54940	4578
4	26822	2235
5	9096	758
Total	1191556	99296

	kg	
	Anual	Mensual
Impresión	1210578	100882
Troquelado	1136616	94718
Pegado	1035120	86260

Tabla 5.4-2. Detalle de los kilogramos producidos por tipo de producto y los procesados en cada sector una vez llevadas a cabo las mejoras.

	\$ /kg			\$ /mes	kg/hr		
	p	cv	p - c		Impresión	Troquelado	Pegado
1	14,98	10,90	4,08	128789	290	254	227
2	14,11	10,16	3,95		290	254	-
3	17,24	12,39	4,85		290	-	-
4	5,55	3,18	2,37		-	254	-
5	14,03	10,56	3,46		-	254	227
Promedio	14,69	10,69	4,00				

Horas	Totales	400	400	400	PREVENTIVO
	Mant.	50	20	20	
	Disp.	350	380	380	
	Utilizadas	348	372	380	
	Diferencia	2	8	0	

Tabla 5.4-3. Detalle de precios de ventas, costos y productividades una vez llevadas a cabo las mejoras.

\$ /mes				
V	CV	V - CV	CF	V - CT
1458209	1061295	396914	128789	268125

Tabla 5.4-4. Resultados mensuales una vez llevadas a cabo las mejoras.

5.5. MEJORAS DE GESTIÓN ³

“Lo que no se mide, no se controla y no se puede mejorar”. El objetivo de esta mejora es permitirle a la gerencia tener un seguimiento de los principales drivers del negocio a partir de indicadores clave y planes de acción consecuentes, alineados con necesidades de los clientes.

- Control de Proceso
- Sistema Operativo de Gestión

5.5.1. Concepto de proceso

Proceso es toda actividad que se desarrolle en forma sistemática en una empresa. Todo proceso se compone de recursos:

- Gente: recursos humanos necesarios para llevar a cabo el proceso. Incluye tanto al que actúa directamente en el proceso como a los que lo asisten.
- Máquinas: aquellos dispositivos mecánicos utilizados para desarrollar el proceso.
- Materiales: todos aquellos elementos necesarios para ser procesados.
- Medio ambiente: condiciones bajo las cuales se desarrolla el proceso (temperatura, ruido, humedad, contaminación, etc.) que pueden tener una influencia directa o no sobre el resultado del proceso.

³ Ing. Pettinarioli, C. e Ing. Bassi, J.C. Apuntes de Clase. Cátedra de Calidad, ITBA.

- Método de producción.

La relación proveedor – cliente se explica con el concepto de proceso. Todo proveedor de productos o servicios debe alinear los objetivos de su proceso con las necesidades del proceso de su cliente.

5.5.2. Concepto de control

El concepto de control está asociado al de gerenciar o administrar el proceso. Existen dos formas de aplicarlo en una empresa: cuando se aplica sobre el producto ya terminado y cuando se aplica sobre el proceso mismo.

En control de producto el ciclo de control se aplica sobre los resultados de un proceso. Es decir que se compara lo producido contra la especificación de ingeniería; se aprueba si está dentro de tolerancia y se rechaza si está fuera de la misma. En caso de encontrar un producto defectuoso se deberá descartar, reparar o retrabajar agregándole costo.

El control de proceso en cambio se aplica sobre las variables que comandan el proceso. Esto es comparar los parámetros del proceso contra sus límites naturales y aprobar en caso de no encontrar patrones anormales de variación.

En todo proceso se deben aplicar ambos ciclos de control simultáneamente para administrar su calidad y asegurar los resultados.

Sin embargo es importante definir al ciclo de control de proceso como el primario. De esta manera el control se concentra en gerenciar la variación del proceso y el control sobre el producto es tan sólo la forma de corroborar que lo actuado sobre el proceso cumple con las especificaciones. De esta manera, calidad es alcanzar el valor objetivo con la menor variación posible.

La empresa que está siendo analizada se aboca básicamente al control del producto en cada proceso. La propuesta que se hace entonces es la de modificar esta metodología y que la prioridad esté en el control del proceso en cada estación de trabajo. Los procesos que se contemplan son los productivos, donde el estudio hace foco.

De esta manera, las estaciones de trabajo sobre las cuales habría que realizar los controles son: impresión, troquelado y pegado.

En los tres procesos hoy en día se controla el resultado.

- Impresión > Pliego Impreso: color, ubicación, manchas.
- Troquelado > Corte correcto, según ubicación y tipo de corte o trazado.
- Pegado > Estuche final.

Lo que se propone es además de verificar estos resultados de procesos, controlar los procesos en sí para de esta forma entender las causas de las fallas, y poder atacarlas.

Impresión:

- Intensidad de color
- Forma de trabajo maquinista (pliegos para llegar al conformado)
- Pliegos por hora
- Niveles de tinta y agua
- pH de agua
- Calidad de tintas
- Calidad de cartulina

Troquelado:

- Pliegos por hora
- Procedimiento implementado
- Presiones de cuchillas
- Intensidad de trazados

Pegado:

- Velocidad lineal (m / hr)
- Calidad de adhesivo

Dentro de las estrategias de calidad se pueden encontrar cuatro grupos distintos de acuerdo a la etapa en la que se apliquen:

- Planeamiento de la calidad: Se aplica en etapas de concepción estratégica.
- Control del proceso: Actividades que nos permiten controlar la calidad durante las etapas de producción.
- Solución de Problemas: Se aplica cuando es necesario corregir problemas de calidad durante la producción del producto.
- Mejorar los procesos: Optimización del desempeño del producto.

En el caso del estudio sobre la empresa en cuestión, nos focalizaremos en la etapa productiva por lo que se analiza la implementación del control del proceso:

- Estrategia de detección:

Esta estrategia corresponde al control sobre el producto. Una vez que se detecta una falla las posibilidades que hay son tres: reparar, retrabajar y desechar. En el caso de la empresa en cuestión las opciones se reducen básicamente al desecho directo. Existe reparación pero sólo en los casos de un error en pegado que permite realizar un pegado manual. El problema que existe cuando predomina la estrategia de detección es que el responsable del proceso N+1 se convierte en el controlador del resultado del proceso N (anterior) (ej.: el troquelador es quien controla el resultado del impresor). Como consecuencia de esta metodología se puede perder el foco y los responsables de cada proceso pueden tender a aumentar la productividad sin tener en cuenta la calidad.

- Estrategia de prevención:

Con esta estrategia en mente, el objetivo pasa a ser detectar las causas de falla, y se busca prevenir los defectos mediante el uso de una herramienta que permite determinar cuándo accionar y cuándo no sobre el proceso. Esta herramienta a utilizar se llama control estadístico de procesos. Esta herramienta permite identificar causas especiales de variación en el tiempo y también permite establecer la responsabilidad por el mejoramiento del proceso, que queda en manos de los socios del proceso.

5.5.3. Implementación de un Sistema Operativo de Gestión

El objetivo de implementar un sistema operativo de gestión es tener un seguimiento de los indicadores clave del negocio, y a partir de estos indicadores desarrollar planes de acción con el fin de mejorar continuamente.

Lo que caracteriza a este sistema es la utilización de indicadores sistémicos orientados al cliente, involucrando a todas las áreas de la empresa. El objetivo es mejorar la gestión de la gerencia y facilitar el proceso de transformar la información en acción.

5.5.3.1. Diseño

Los pasos a seguir para el diseño de este sistema son los siguientes:

- Definición de objetivos estratégicos: hacia dónde necesita ir la compañía
- Definición del plan de negocios: cómo alcanzar los objetivos estratégicos
- Definición de indicadores vitales: medir variables representativas que nos permitan cuantificar las oportunidades de mejora.

Para determinar los objetivos estratégicos, primero se debe definir la misión-visión de la empresa.

Misión: Proveer productos de calidad que excedan las expectativas del cliente y permitan afianzar una relación a largo plazo.

Visión: Generar un crecimiento sostenido con calidad, y ser considerada una alternativa rentable y confiable en el rubro de envases de cartulina.

Valores: Satisfacer a nuestros clientes – Cumplir con nuestros compromisos (fecha y volumen).

Objetivos Estratégicos:

- Expandir ventas de mercado actual en un 40 %.
- Aumentar índice de satisfacción del cliente.
- Disminuir costos operativos.

Plan de negocios – Indicadores Vitales:

Expandir ventas de mercado actual en un 40 %:

- Mejorar indicador de generación de nuevos clientes.

Aumentar indicador de satisfacción del cliente:

- Reducir tiempo de resolución de reclamos de clientes.
- Mejorar indicador de fechas de entrega a clientes.
- Mejorar índice de reclamos.

Disminuir costos operativos:

- Mejorar indicador de tiempo de preparación de máquina.
- Reducir tiempos de procesamiento de las órdenes de producción.
- Mejorar indicador de desechos.
- Mantener dentro de límites objetivo los días de inventario de materia prima y producto semielaborado.

Requisitos de los indicadores:

“Smart”

S – Específicos

M – Mensurables

A – Alcanzables

R – Realistas

T – Plazo (tiempo determinado)

5.5.3.2. Ciclo

	Paso	Acción
1	Expectativas de los clientes (internos y externos)	<i>Seleccionar</i>
2	Procesos internos clave	<i>Identificar</i>
3	Indicadores de los procesos internos clave	<i>Rastrear</i>
4	Tendencia de los indicadores	<i>Correlacionar</i>
5	Predicción del desempeño futuro	<i>Ajustar</i>
1	Expectativas de los clientes (internos y externos)	

Tabla 5.5.3.2-1. Ciclo de indicadores.

Este ciclo permite determinar si los planes de acción implementados para la mejora de los indicadores son efectivos o no. Es por eso que es importante el monitoreo de las tendencias de los indicadores internos respecto de los objetivos.

5.5.3.3. Responsabilidades y funciones

3 niveles	<i>Gerencia</i>	<i>Supervisión</i>	<i>Empleados</i>
	Revisar indicadores	Formar los equipos	Recolectar los datos
	Dar apoyo a los equipos	Establecer los indicadores	Actualizar los indicadores
	Delegar la autoridad	Tomar acciones	Proponer los cambios
	Revisar las acciones		Verificar las mejoras
			Ejecutar las acciones
Fuerza de trabajo	2	2	16

Tabla 5.5.3.3-1. Responsabilidades y funciones asignadas.

Dado el acceso a herramientas informáticas y conocimiento, se propone la siguiente distribución, donde se modifica la responsabilidad de Actualizar los indicadores:

3 niveles	<i>Gerencia</i>	<i>Supervisión</i>	<i>Empleados</i>
	Revisar indicadores	Formar los equipos	Recolectar los datos
	Dar apoyo a los equipos	Establecer los indicadores	Proponer los cambios
	Delegar la autoridad	Tomar acciones	Verificar las mejoras
	Revisar las acciones	Actualizar los indicadores	Ejecutar las acciones
Fuerza de trabajo	2	2	16

Tabla 5.5.3.3-2. Responsabilidades y funciones actualizadas.

Como se puede ver, el sistema de gestión tiene un alcance global e implica un involucramiento de todo el personal de la empresa, donde las responsabilidades deben estar bien definidas para que se pueda desarrollar fluidamente el ciclo previamente descrito. Para ello, el personal en cada nivel tiene que estar capacitado para poder cumplir con sus actividades relacionadas al sistema de gestión. En el caso de los empleados, la gerencia y la supervisión deben: garantizar la provisión de las herramientas necesarias para que estos cumplan con la recolección de datos, generar un ambiente donde se estimule la propuesta de cambios y se ejecuten las acciones que hayan sido planeadas.

Algunas de las herramientas utilizadas por el sistema operativo de gestión:

Herramientas

Gráfico de Tendencias

Diagrama de Pareto

Gráficos de Gantt

Diagramas de causa y efecto

Diagramas de flujo

Histogramas

Métodos de prevención de fallas

Tabla 5.5.3.3-3. Herramientas.

5.5.3.4. Sistema de información

Para el seguimiento y revisión de los indicadores y planes de acción es necesario mantener actualizado lo que se puede llamar “Libro de Evidencias”, que se completa en reuniones mensuales donde participa la gerencia y los equipos interdisciplinarios asociados a los indicadores estratégicos. En el caso de la empresa bajo estudio haría falta definir quiénes participarían de estas reuniones: si la gerencia y los supervisores o también se haría participar a los responsables de los distintos sectores de producción.

Secciones del Libro de Evidencias:

1. Cronograma de reuniones del año.
2. Listado de Indicadores y “champions” de los equipos formados.
3. Registro de Acciones, responsables y fechas para el sustento del programa.
4. Gráficos de revisión de indicadores y planes de acción para mejoramiento.
5. Lecciones aprendidas.
6. Hojas de críticas sobre las reuniones.
7. Estudio de indicadores potenciales.

2. Listado de indicadores.

Champion	Departamento	Indicador interno
	Comercial	Generación de nuevos clientes
	Servicio	Tiempo de resolución de reclamos de clientes
	Manufactura	Fecha de entregas a clientes
	Manufactura	Índice de reclamos
	Manufactura	Días de inventario promedio
	Manufactura	Tiempo de preparación de máquina
	Manufactura	Tiempo de procesamiento de órdenes de compra
	Manufactura	Indicador de Desechos
	Manufactura	Indicador Paradas de Máquina

Tabla 5.5.3.4-1. Indicadores.

3. Una vez que se tienen definidos claramente los indicadores y los champions, es importante determinar qué acciones se implementarán y en qué fechas para mejorar estos indicadores. De esta forma queda bien establecido quién es el responsable de ejecutar la acción, y cómo. El responsable de la ejecución debe recibir el apoyo de la supervisión y la gerencia con los recursos necesarios para llevarla a cabo.

4. Con la revisión de indicadores (siempre y cuando éstos estén bien alineados con los objetivos estratégicos) se puede determinar concretamente la evolución de la empresa, y también permite analizar el impacto de las acciones puestas en marcha. A su vez se analiza el plan de acción para lograr los objetivos. Este plan debe ser detallado con las siguientes preguntas:

- ¿Qué se va a hacer?
- ¿Cómo se va a hacer?
- ¿Dónde se va a hacer?
- ¿Cuándo se va a hacer?
- ¿Quién lo va a hacer?

5. Lecciones aprendidas.

6. Hojas de críticas sobre las reuniones.

7. Estudio de indicadores potenciales.

6. CONCLUSIONES

Al comenzar el trabajo nos encontramos con una empresa que cuenta con un buen funcionamiento en líneas generales, la maquinaria necesaria, empleados capacitados y una cartera de clientes interesante. No obstante, hay varios aspectos que no están siendo tenidos en cuenta por la misma atentando contra su crecimiento. Entre estos se destacan la falta de un correcto plan de mantenimiento, la calidad y un sistema de gestión focalizado al largo plazo.

Para combatir estas fallas hemos propuesto una serie de mejoras a corto y mediano plazo con el fin de aumentar las productividades de los distintos sectores, realizar un mantenimiento preventivo en lugar de uno correctivo y pasar a tener en cuenta la calidad general de la planta.

En lo que respecta a las mejoras de productividad se siguieron los lineamientos de la teoría de restricciones (TOC: Theory of Constraints). A partir del análisis de productividad se detectó al sector de pegado como cuello de botella inicial, y luego se continuó con el enfoque sistémico de TOC. En el sector de pegado se propusieron las siguientes implementaciones: incentivos de producción, instalación de carros y aumento de dotación. Se detectó que estas mejoras generaron un cambio en la restricción del sistema total, ya que una vez implementadas harían que el cuello de botella pase a ser el sector de impresión. En esta estación de trabajo se propuso lo siguiente: aplicar un sistema de cambio de pilas automático y un mezclador de tintas. De esta manera, la pegadora pasó a ser nuevamente el limitante del sistema.

También se tuvo en cuenta la situación del troquelado. A pesar de no estar incluido en el proceso de TOC, se hizo un análisis de mejora del mismo con el fin de balancear el uso de las dos máquinas y permitir un flujo de proceso más continuo, disminuyendo las paradas no programadas que se generan por fallas.

Con respecto al mantenimiento, se detalló el cronograma para el overhaul de las máquinas y se propuso un programa de mantenimiento preventivo.

Por último, se analiza cómo podría implementarse un sistema operativo de gestión a largo plazo basado en índices de producción para fomentar la mejora continua.

A partir de lo expuesto se considera que la empresa puede crecer considerablemente a mediano plazo pudiendo convertirse en un jugador importante dentro del rubro de envases y productos de cartulina.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Libros:
 - ✓ Goldratt, E. y Cox, J. La Meta. 1992. Un Proceso de Mejora Continua. 423 páginas. Editorial Castillo.
 - ✓ Hillier, F. y Lieberman, G. 1997. Introducción a la Investigación de Operaciones. 998 páginas. Editorial Mc Graw Hill.
 - ✓ Render, B. y Heizer, J. 2004. Principios de Administración de Operaciones. 638 páginas. Editorial Pearson.
 - ✓ Sipper, D. y Bulfin Jr., R.L. 1999. Planeación y Control de la Producción. 657 páginas. Editorial Mc Graw Hill.
- Apuntes de Cátedra:
 - ✓ Ing. Pettinarioli, C. e Ing. Bassi, J.C. Apuntes de Clase. Cátedra de Calidad, ITBA.
 - ✓ Galíndez, M. Del C. Apuntes de Clase. Cátedra de Calidad II, ITBA.