

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE MATERIALES EN UNA PLANTA DE CONVERSIÓN DE PAPELES SUAVES

Juan Carlos Cabarcas Reyes

Universidad Autónoma del Caribe, Barranquilla (Colombia)

Julio Mario Daza Escorcía

Universidad Autónoma del Caribe, Barranquilla (Colombia)

Resumen

Este artículo presenta el diseño de un sistema de control integral para mejorar el manejo de materiales en el proceso de conversión de papel higiénico (papeles suaves) en una empresa de la ciudad de Barranquilla (Colombia). Para desarrollar el trabajo experimental propuesto se sugiere una metodología basada en la observación exhaustiva a todo el proceso, incluyendo maquinaria, operarios y actividades realizadas, que determinen los puntos críticos. Una vez identificados estos factores, se plantean diversas propuestas de mejora. Estas alternativas se aplicaron al sistema productivo estudiado, obteniendo así resultados que han mejorado considerablemente la actividad operativa de la fábrica, en lo que respecta a disminución de desperdicios en un 23.27%, aumento de la confiabilidad, tanto del inventario en un 93.5%, como de la calidad de la información de registros en un 90.12%.

Palabras clave: Manufactura esbelta, control de desperdicios, control de inventarios, logística inversa, papeles suaves

Abstract

This paper presents the design of an integrated control system to improve the management of materials in the conversion process of toilet paper (soft papers) in an enterprise in Barranquilla (Colombia). To develop the proposed experimental work, we suggest a methodology based on extensive observation of the entire process, including machinery, operators and activities that identify the critical points. Then factors are identified, we proposed several improvement strategies. These alternatives were applied to reality, obtaining results that have significantly improved the operational activities of the factory, in terms of waste reduction by 23.27%, both increased reliability and the inventory by 93.5% as of quality of information in a record 90.12%.

Keywords: Lean manufacturing, waste control, inventories control, reverse logistic, soft papers

Introducción

La productividad de un sistema productivo se ve afectada por el mal manejo de materiales en el proceso (Chase, 2005). El desperdicio generado impacta de manera negativa la productividad de la empresa y la reducción de cualquier tipo de desperdicio de materia prima contribuye a la rentabilidad e incluso reduce el costo unitario de la producción (Verbena, 1999).

La presente investigación se centra en el mejoramiento del manejo de materiales y la reducción del desperdicio generado en el proceso de conversión de papeles suaves en una fábrica de la ciudad de Barranquilla (Colombia), dedicada desde 1948 a la producción y comercialización de bolsas de papel, papel higiénico, servilletas, bobinas y rollos de papel *kraft*, resmas de papel, sobres de manila y empaques flexibles, en la que el papel higiénico es considerado su producto estrella en el mercado nacional.

Este artículo propone inicialmente realizar un diagnóstico sobre las fuentes y causas de generación de desperdicios, para identificar así puntos críticos del proceso y diseñar una propuesta de reducción, con el fin de optimizar el consumo de materiales. Al mismo tiempo, se diseñó un sistema de control de existencias para la bodega, con el objeto de garantizar que el inventario se encuentre siempre actualizado; por último se establecieron y documentaron los procedimientos de diligenciamiento y control del formato de registro de producción, logrando la estandarización de dichos procedimientos.

Descripción del problema

El problema está basado en el desperdicio de materiales antes y durante el proceso de conversión de papel higiénico, el manejo de éstos en la bodega de piso y el desfase entre el estándar de producción y el consumo real.

En búsqueda de optimizar los resultados de estas actividades operacionales se revisó el proceso de conversión de papel higiénico, que inicia con el montaje del papel en las máquinas rebobinadoras. El papel llega enrollado en tubos de cartón, los cuales tienen 3,12 metros de largo, un diámetro promedio de 1,40 metros y un peso aproximado de 1 tonelada. Ese rollo de papel que se le llama bobina es montado en la rebobinadora para iniciar la operación de rebobinado que consiste en unir el papel de dos o tres bobinas según lo requiera el producto a fabricar y luego es enrollado en un tubo de cartón denominado *core* que posee la misma longitud de la bobina y un diámetro mucho menor que el tubo de ésta.

El rollo de papel que sale de la rebobinadora se denomina *log*, tiene el diámetro del producto terminado y la misma longitud de la bobina de papel. Al ser rebobinados, los *logs*, son almacenados para posteriormente pasar a la cortadora. Esta consta de una cuchilla para seccionar el *log* en rollos de papel de menor longitud, los cuales se conocen como rollo de papel higiénico. Una vez cortados los rollos, son transportados a través de una banda hasta los envolvedores que se encargan de empacar los rollos de papel higiénico, ya sean individuales, paquetes de cuatro, seis, doce o dieciocho rollos.

Posteriormente, los operarios de los envolvedores se encargan de hacer empaques de cuarenta y ocho (48) unidades, conocidos como pacas; es decir, que si la máquina está generando paquetes por cuatro unidades, la paca constará de doce paquetes de cuatro rollos. Las pacas son selladas finalmente por operarios de manera manual y son entregadas al personal de almacenamiento.

De lo anterior se detectaron factores que ocasionan desperdicios, entre los que se encuentran: (i). Maltrato de la materia prima en su producción, almacenamiento y montaje en la rebobinadora; las imperfecciones causadas por este factor son denominadas revientes marcados y revientes no

marcados, lo primeros son discontinuidades del papel de la bobina y son marcados para que el operario de la máquina sepa cuánto papel de la bobina (o manta) debe ser retirado para seguir operando, los segundos inducen a que la rebobinadora se detenga y el operario retire una mayor cantidad de manta evitando así la fabricación de *logs* defectuosos (o *logs* malos como se le llama en la empresa). (ii) Maltrato del *core* en su transporte, desde su producción hasta las rebobinadoras, incluyendo su montaje, todo *core* que presente imperfecciones e ingrese a la rebobinadora, generará un *log* mal rebobinado (defectuoso), que debe ser eliminado del proceso, de lo contrario, posteriormente en la cortadora, causará rollos defectuosos. (iii) Fallas mecánicas, cada vez que ocurre una falla mecánica todas las máquinas generan desperdicios, para efectos de la investigación este tipo de desperdicio solamente es medido en las tres rebobinadoras y se contabiliza como cantidad de *logs* defectuosos que salen de éstas.

Por otra parte, se logró observar el problema en el manejo de materiales de la bodega de piso, en la cual se almacenan los materiales a utilizar semanalmente dependiendo de la programación de la producción. Se encontró que no cuenta con espacio específico ni delimitado, no posee personal dedicado exclusivamente al registro y control de los inventarios; además, del retiro de materiales no referenciados en la orden de producción que se está ejecutando. Esto demora considerablemente las devoluciones (entregas a bodega de los materiales sobrantes de la semana). Por último, se detectaron problemas relacionados con el consumo excesivo de láminas de empaque, las cuales son insuficientes para el cumplimiento de la gran mayoría de órdenes de producción, ocasionando retrasos en la entrega del producto y aumentos en su costo.

Diagnóstico sobre las fuentes y causas de generación de desperdicio

Para el proceso de conversión de papel higiénico la fábrica cuenta con tres líneas de producción.

Estas se distinguen según la máquina rebobinadora: L-X8, L-X3 y L-RH. El proceso consta de tres actividades principales: rebobinado, corte y empaque. Es necesario mencionar que existen tres tipos de desperdicio de papel: manta, *log* defectuoso y transferencia de bobina, esta última es el papel que queda en el *core* de la bobina, y se ocasiona debido a la falta de tensión suficiente para llevar a cabo un buen rebobinado. Aunque en las tres líneas se presentan los mismos tipos de desperdicio, los montos producidos varían en cada una de ellas; por lo tanto, es necesario calcular un promedio de desperdicio diario en cada máquina rebobinadora, identificando qué tipo de desperdicio genera mayor impacto en el costo del producto, lo anterior se logra mediante un diagrama de Pareto (Pivaral, 2002).

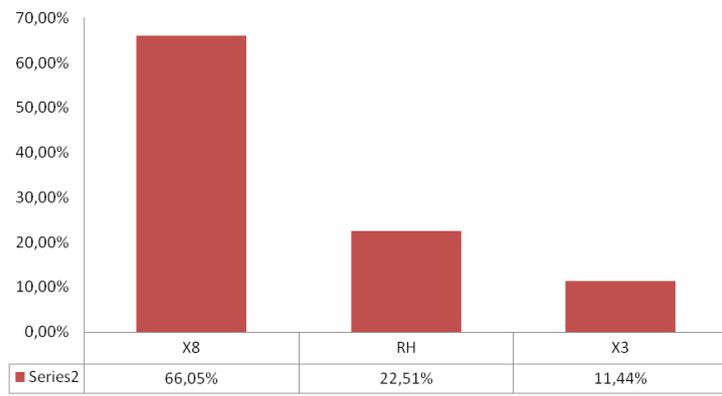
Para el cálculo del promedio diario de desperdicio generado fue necesario contar con los datos históricos recopilados a partir del mes de agosto del año 2009. También se recurrió a la estadística para establecer el tamaño de la muestra; en este caso se tomó una muestra con población infinita bajo condiciones normales (Hernández, 2006), debido a que la generación de desperdicio es continua a lo largo del proceso de conversión.

Para determinar el tamaño de la muestra n , teniendo en cuenta que la cantidad de desperdicio generado es variable, se calcula mediante la siguiente ecuación E1. Donde; Z es el estadístico, en este caso 1.8, P es el valor de la proporción que existe en la población, Q es el valor de la proporción por fuera de la población y D es el error aleatorio, que en este caso es del 8%.

$$n = \frac{Z^2(P \times Q)}{D^2} \quad E1$$

Por lo tanto se tomaron 127 días aleatoriamente, para el cálculo del promedio de desperdicio diario generado por línea de producción. El primer muestreo arrojó la línea X8 como la de mayor desperdicio en un 66.05%, ver gráfica 1.

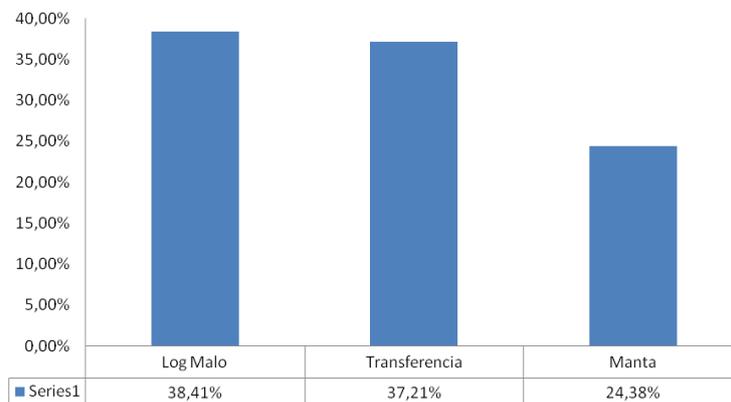
Gráfica 1: Desperdicio total rebobinado



Una vez identificada la línea con mayor aporte de desperdicio se realizó un muestreo para conocer las causales de dicho desperdicio. La gráfica 2 muestra que los *logs* defectuosos

representan el 38,41% y la transferencia de bobina el 37,21%, ambos contribuyen con el 76% aproximadamente de todos los defectos de la línea.

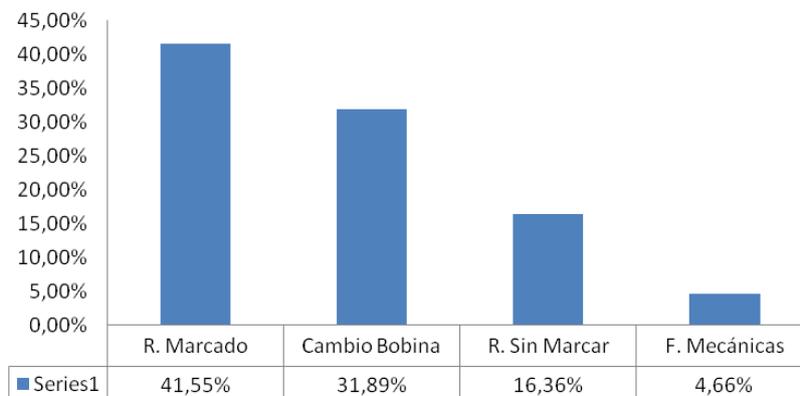
Gráfica 2. Desperdicios en rebobinadora L-X8



Debido a que los *logs* malos tienen mayor porcentaje de aporte al desperdicio total de la línea, se realizó un nuevo muestreo para calcular la principal

causa de los mismos, lo que indicó que se debía a los revientes marcados en un 41,55% seguido por cambio de bobina con un 31,89%, ver gráfica 3.

Gráfica 3: Causales de log malo en L-X8



Debido a que los revientes marcados son problemas concernientes al área de fabricación de papeles suaves de la empresa, área sin acceso a la presente investigación, el análisis se concentró en el cambio de bobina, desperdicio que pertenece al área de conversión de papeles suaves (área objeto del análisis en la investigación). A continuación se presentan las actividades realizadas en pro de la disminución del desperdicio.

En lo que respecta al consumo excesivo de lámina de empaque se determinó que el desperdicio generado en ellas no es la causa del incumplimiento de las órdenes de producción, esto debido a que la cantidad generada no es

significativa respecto a la diferencia encontrada en el consumo, por ende se realizó un muestreo para comparar el consumo real de lámina de empaque de diferentes productos con el estándar establecido, con el fin de verificarlos y detectar la causa del presente problema.

Se tomaron las láminas de las diferentes bobinas utilizadas durante el turno para luego calcular su peso y calibre en el laboratorio de calidad de la empresa. Los resultados obtenidos evidencian que existe un desfase entre el estándar de producción y el consumo real de algunos productos, los cuales se presentan de manera inmediata (ver tabla 1).

Tabla 1. Consumo de lámina de empaque

Producto	Fecha	Peso Estándar	Producción	Desperdicio (kg)	Consumo Estándar (kg)	Consumo Real (kg)	Variación
Nube Snuggy Extram. Ind. X48	sep-09	0,125	10.461	2,5	1307,63	1.486,05	14%
Papel HG BLO Carnesí 18m X48	sep-09	0,142	1.714	3	243,39	266	9%
Papel HG BLO Carnesí 18m X4	oct-09	0,091	1.614	2,3	147,15	164,1	12%
Papel HG Éxito 3 en 1 X4	nov-09	0,1298	2.520	2,1	327,1	388,08	19%

El último muestreo se realizó a las láminas de empaque (papel y/o plástica), del cual se concluyó que el sobreconsumo o consumo en exceso se debe a un desfase entre el estándar de producción y el consumo real de algunos productos, los cuales se presentan de manera inmediata (ver tabla 2).

Tabla 2. Productos por encima del estándar

Producto	Peso Estándar (gr)	Peso Real (gr)	Variación	Observaciones
NUBE SNUGGY EXTRAM INDV. X 48	2,6	2,96	13,66%	Mayoría de los datos por encima del límite superior del estándar.
PAPEL HG BLO CARNESÍ 18m X 48	2,7	3,05	12,80%	Totalidad de datos por encima del valor estándar.
PAPEL HG BLO CARNESÍ 18m X 4	7	7,61	8,71%	Totalidad de datos por encima del valor estándar, calibre dentro de los límites establecidos.

PAPEL HG ÉXITO 3 EN 1 X 4	9,9	10,58	6,87%	Peso y calibre en su totalidad cercanos al límite superior establecido.
MERCACENTRO 2 EN 1 X 48	3	3,18	6,15%	Totalidad de datos por encima del valor estándar.
NUBE SNUGGY 3H X 48	3,9	4,1	5,00%	Grupo de datos significativo por encima del valor estándar.
PAPEL HG SUPER JOTA INDV. X 48	2,64	2,75	4,13%	Mayoría de datos dentro del límite superior.
CARREFOUR 2H X 24 40M PROM.	25,4	26,37	3,82%	Mayoría de datos por encima del estándar, calibre ajustado al estándar.
SUPER DOBLE BLCO INDIV. X 48	2,7	2,78	3,09%	Mayoría de datos por encima del estándar, variabilidad en la intensidad de tinta de cada bobina.

Propuesta de reducción de desperdicio

Una vez identificados los puntos críticos de generación de desperdicio a lo largo de las diferentes líneas de producción y determinar qué línea atacar según su aporte en cantidad y proporción de generación de desperdicios, se presentan a continuación una serie de propuestas que tienen un impacto significativo en la cantidad de desperdicio generado.

En la actualidad las bobinas de papel se están produciendo en un promedio de 1000 kilogramos, pero las máquinas de embobinado de papel del área de fabricación cuentan con capacidad para producir bobinas hasta de 1900 kilogramos. Por otra parte, la rebobinadora X8 también cuenta con la capacidad de ser alimentada por bobinas hasta de 2300 kilos, con lo cual se podrían trabajar las bobinas de 1900 kilos sin exceder el límite o capacidad de la máquina. Al realizar este aumento en el tamaño de la bobina, de un 90% se pueden obtener los siguientes beneficios:

Reducción del número de bobinas utilizadas en el turno: teniendo en cuenta que el consumo promedio en la rebobinadora X8 es de 18397 kilos, esto sugiere la utilización por lo menos de diecinueve bobinas para lograr la producción,

mientras que con la bobina de 1900 kilos se utilizarían en promedio diez.

Reducción en el número de cambios de bobina durante el turno: con las diez y nueve bobinas utilizadas actualmente se realizan al menos diecisiete cambios. Al consumir diez bobinas, el número de cambios se reduce a 8. Esta reducción es de un 47,05%.

Teniendo en cuenta la reducción en los cambios de bobina durante el día, se puede decir que ésta afecta directamente a la cantidad de desperdicio producido por los cambios, es decir que los kilos de *logs* malos se reducirían en un 47,05%, pasando de 82,95 kilos (ver tabla 3) a 43,93 kilos, logrando una reducción de 39,02 kilogramos diarios de papel. De la misma manera, la reducción se aplicaría a la transferencia de bobina, que diariamente hace un aporte de 252,01 kilos de papel. Al aplicar la reducción de 47,05% se encuentra que la transferencia pasaría a 133,44 kilogramos diarios, lo que significa una reducción de 118,57 kilogramos. Al sumar la reducción total de desperdicio en *logs* malos y transferencia de bobina, se observa que la reducción en total es de 157,59 kilogramos de papel, lo que representa un 23.27%. Mensualmente 4727,7 kilogramos de papel.

Tabla 3. Causales log malo X8

Línea	Cantidad	Porcentaje (%)	% Acumulado
R. Marcado	108,8	41,55	41,55
Cambio Bobina	82,95	31,89	73,44
R. Sin Marcar	42,5	16,36	89,8
F. Mecánicas	12,13	4,66	94,47

Ahora bien, un log del producto mencionado anteriormente se produce con 3,8 kilogramos de papel, esto quiere decir que diariamente se podrán producir 41 logs adicionales. De esta manera, si de un log salen 32 rollos de papel higiénico, quiere decir que se producirían 1312 rollos adicionales. Como la producción diaria de la empresa se mide en pacas de producto terminado y una paca cuenta con 48 rollos, diariamente saldrían 27 pacas del producto terminado.

Propuestas al problema de consumo excesivo

En cuanto al problema de consumo excesivo de lámina de empaque detectado con algunos productos, a los cuales se les practicó un muestreo para determinar la variación del consumo real con respecto al consumo estándar establecido.

Como alternativa de solución se planteó la modificación de la fórmula para calcular el estándar de consumo de lámina. Partiendo de la situación actual, se calculó el peso estándar de la lámina multiplicando las medidas de está entre sí por la densidad del material, es decir

$$Peso = Largo \times Ancho \times Calibre \times Densidad \quad E2$$

Como se observa en la ecuación E2 el peso de la tinta utilizada en la impresión de la lámina no se considera. Por esta razón, la diferencia entre el peso estándar y el peso real es el producto de la tinta utilizada para la impresión de la lámina, para ello se llevó a cabo un muestreo en donde se pesaron láminas con las dimensiones de la ficha técnica sin impresión, con el fin de determinar de manera práctica el factor de tinta (*Ft*) que se

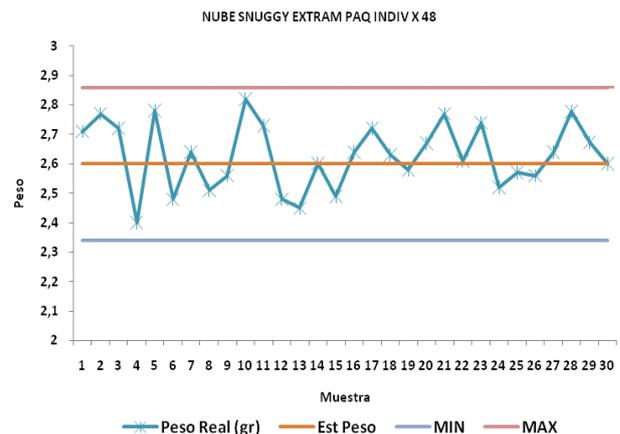
debería incluir en la fórmula del estándar, tal como se establece en la ecuación E3.

$$Peso = Largo \times Ancho \times Calibre \times Densidad \times Ft \quad E3$$

Es importante resaltar que el factor tinta (*Ft*) es propio de cada producto, debido a la variación de colores y diseño de impresión (Arte). A continuación se presentan los productos en los cuales se calcula este factor.

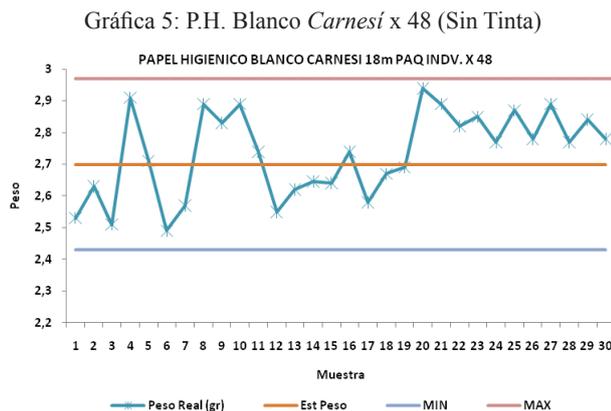
Para el caso del producto Nube *Snuggy Extrametros Individual x 48*, como se observa en la gráfica 4 presenta la mayor variación de peso real con respecto al estándar, los valores se encuentran repartidos aleatoriamente alrededor del límite central, tanto arriba como abajo; aunque presentan una dispersión alta, se puede evidenciar que todos los datos están dentro de la tolerancia del estándar y la variación con respecto a este es solamente del 1,08%. La variación del peso real sin tinta y el peso real con tinta es de 12,45%, lo cual indica que un factor de tinta (*Ft*) a incluir en la fórmula del estándar, para este producto, sería $Ft = 1,1245$.

Gráfica 4: Nube *Snuggy Extrametro x 48* (Sin Tinta)

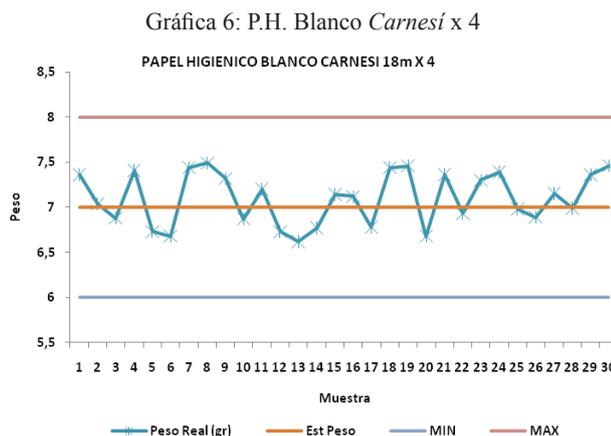


Para el Papel Blanco *Carenesi 18m PAQ INDV.X 48* se presenta una situación similar que en el anterior, existe una dispersión mayor en los datos, pero todos se encuentran dentro de los límites de tolerancia y además aleatoriamente repartidos alrededor del límite central (ver gráfica 5). La

variación con respecto al estándar es de 1,28% frente al 12,8% de las láminas con tinta. Esto se traduce en una variación de 11,54% entre el peso de láminas con tinta y sin tinta. Entonces el valor del Ft (factor de tinta) para el cálculo del estándar es de 1,128.



Como en los casos anteriores para el P.H. Blanco Carnesi x 4, se observa una repartición aleatoria de los datos alrededor del límite central, lo cual indica una conformidad desde el punto de vista de control estadístico de calidad (ver gráfica 6). La variación sin tinta es 1,41%, la variación tinta y sin tinta es 7,19%, el factor tinta (Ft) es 1,0719.



Propuesta al control de existencias en la bodega de materiales

En la empresa se presenta un problema relacionado con la confiabilidad de la información,

debido a que las cantidades de material reportadas en el sistema presentan una variabilidad muy elevada con relación a la cantidad de existencias físicas. Lo cual significa que la información proporcionada de conteo físico y/o devoluciones de material no es confiable. Lo cual se observó detalladamente del proceso de toma y devoluciones de material dentro de la etapa de conversión de papeles suaves, identificándose las siguientes causas y las alternativas de solución.

Causas: la no existencia de una persona específicamente encargada de las devoluciones; cada auxiliar trabaja a su manera, lo que afecta la realización de los trabajos debido a que no contabilizan el total de bolsas. La información de los materiales a devolver no es proporcionada por escrito. Por otra parte, no existe en la planta un lugar determinado para la bodega de piso, lo que afecta el orden y control de las existencias, adicionalmente, los materiales se ubican en cualquier sitio.

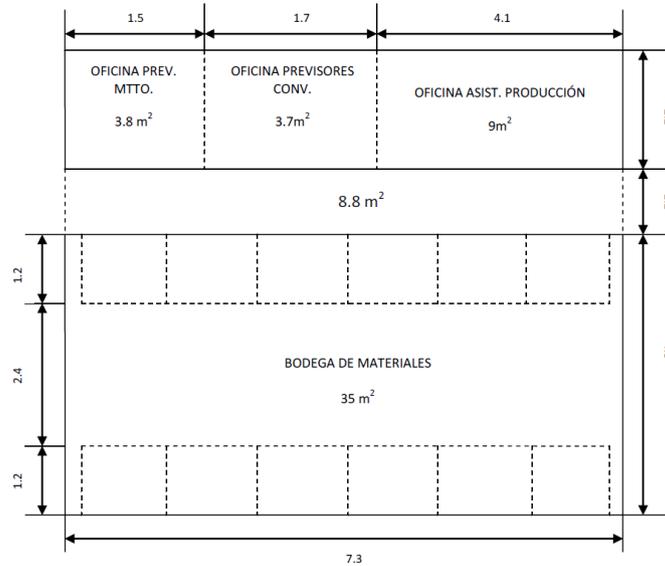
Alternativas de solución:

- La ubicación de la bodega de materiales dentro de la planta, con área disponible de 7,30m x 4,80m donde se localizarán 12 estibas en dos filas de 6 c/u., organizando los materiales por referencias (ver gráfica 7).
- La creación del cargo de almacenista de bodega para proporcionar mayor control y mantener la información actualizada de devoluciones y recepción de materiales, para esto se efectuó el manual de funciones y el procedimiento para desarrollar dicha tarea (ver gráfica 8).
- Establecer en cada puesto de trabajo una zona para la ubicación de una estiba con el material a utilizar durante el turno.
- Proporcionar la información para las devoluciones al auxiliar de manera escrita detallando de cada uno de los materiales a devolver. Se diseñó un formato de control de materiales,

para que el almacenista, una vez contabilizadas las bolsas o pesado la bobina, anote el

valor y lo pegue en los bultos y en las bobinas (ver gráfica 9).

Gráfica 7. Plano bodega de materiales



Gráfica 8. Identificación e instructivo del cargo

<p>I. IDENTIFICACIÓN DEL CARGO.</p> <p>ALMACENISTA BODEGA CS</p> <p>ESPECIFICO : ALMACENISTA GENERAL GENERICO : AUXILIAR CODIGO : (reservado para la empresa) SUPERIOR INMEDIATO : PREVISOR DE CS No PERSONAS QUE DESEMPEÑAN EL CARGO : TRES (3) PERSONAS A CARGO : NINGUNA</p> <p>II. FUNCIONES.</p> <p>a.- Es responsable de recibir todos los materiales que ingresen a la bodega; registrando en el Kardex de la bodega la siguiente información: ✓ Código del formato de entrega de almacenamiento ✓ Fecha de ingreso ✓ Nombre del material recibido ✓ Cantidad recibida ✓ Firma del auxiliar de almacenamiento</p> <p>b.- Organizar la bodega por referencias de acuerdo a los materiales. Es el responsable del aseo, orden y presentación de su área.</p> <p>c.- Hacer entrega de los materiales en cada una de las máquinas empacadoras, ubicarlos en las estibas ya determinadas.</p> <p>d.- Mantener actualizado el kardex.</p> <p>f.- Devolver el material al terminar una ODP siempre y cuando ésta referencia no se vaya a trabajar, debe tener presente la programación de producción y asesorarse con el auxiliar de transacción y los previsores de CS.</p> <p>g.- Preparar las devoluciones los días lunes y miércoles para ser entregadas al departamento de almacenamiento los días martes y jueves.</p> <p>h.- Ayudar a elaborar los inventarios trimestrales programados por almacenamiento, debe guiar y verificar junto al auxiliar de almacenamiento la contabilización de las existencias en la bodega.</p> <p>i.- Presentar el kardex actualizado diariamente al auxiliar de transacciones al inicio de cada turno.</p> <p>j.- Colaborar con otros departamentos cuando se lo soliciten (previo a autorización del supervisor de CS.)</p> <p>k.- Otras que le sean asignadas.</p>	<p style="text-align: center;"> INSTRUCTIVO DEVOLUCIÓN</p> <ol style="list-style-type: none"> El auxiliar de transacciones de producción entrega información por escrito al almacenista de CS del material a devolver y explica verbalmente el trabajo a realizar. El almacenista de CS se dispone a agrupar el material a devolver guiándose de la información ya entregada. Procede a contabilizar el material a devolver en el siguiente orden: bolsas, cajas, bobinas. Cada vez que contabiliza una referencia va registrando las cantidades en el formato entregado por el auxiliar de transacciones. Al terminar de contabilizar todo el material asignado diligencia el formato de devolución para cada uno de los materiales, es decir, un formato para cada bobina, para cada bulto de bolsa, y así sucesivamente. Introduce el formato de devolución en cada bulto de bolsa y lo sella. Envuelve las bobinas utilizadas en lámina plástica sin impresión, introduce el formato de devolución y pone el tapón en ambos lados de la bobina. Cuando la bobina no fue utilizada simplemente pega con cinta el formato de devolución sobre ella. La cinta la introduce en las cajas, las sella y pega el formato de devolución sobre ella. Finalmente el formato de devolución de las cajas de servilleta lo entregan directamente a almacenamiento. Agrupar el material en estibas por referencias y tipo de materiales; y los amarra con un zuncho. Agrupar en línea las estibas con ayuda del yale Hace entrega del material a almacenamiento
---	---

Gráfica 9. Formato control de materiales

 FORMATO DE CONTROL DE MATERIALES - CS		
FECHA:	OPERARIO:	
REFERENCIA	ARTÍCULO	CANTIDAD

Como resultados obtenidos de la aplicación de las actividades sugeridas se logró un incremento en el porcentaje de confiabilidad del inventario del 80% al 93.5%, además, se logró orden en la bodega de materiales, disminución del tiempo improductivo de los operarios y la estandarización del procedimiento de devolución.

Propuesta al problema de calidad de la información de registros

La situación problema identificada es la deficiencia en el diligenciamiento del formato de registro, falta de control y baja confiabilidad de la información registrada en los mismos, ocasionando el registro incompleto de información, no registrar la información justo a tiempo, falencias en el formato de registro y la no entrega a tiempo de registros al auxiliar de transacciones.

Para la mejorar lo anterior, se procedió a modificar el formato de registro de producción, hacer

un registro para las máquinas rebobinadoras y otro para las empacadoras. Estos formatos se dieron a conocer a los previsores y operarios, para que los primeros ejerzan el seguimiento y control necesario. Por otra parte, se publicará diariamente en cartelera el nombre del operario, previsor y el error cometido en el registro de producción diario.

Entre los resultados más significativos de la aplicación de estas alternativas se encuentran; la disminución significativa de los errores en los registros de producción, las entregas oportunas de los registros al auxiliar de transacciones y el aumento en la confiabilidad de la información de los registros de un 50% un 90.12%. A pesar de que el registro de producción fue modificado en octubre del año anterior, solo hasta el mes de febrero del año en curso se comenzaron a utilizar los formatos nuevos. A continuación se presenta una tabla donde se muestra la disminución progresiva de los errores cometidos (tabla 4).

Tabla 4. Errores históricos registros de producción

Mes	Frecuencia de Error	Descripción
Febrero	3	Falta contabilización cinta cartón
	2	Falta Reporte pacas B
	5	Falta hora final turno
	3	Falta reporte desperdicio
	5	Error ODP
	4	Falta ODP
	6	Falta reporte paquete dañados
Marzo	5	Falta tiempo improductivo
	3	Falta hora final turno
	1	Falta ODP
	1	Falta Kilos montados
	2	Falta producción
Abril	4	Falta reporte desperdicio
	3	Falta ODP
Mayo	1	Falta hora final turno
	3	Falta OPD

Conclusiones

Con el diseño del sistema de control integral para la medición, análisis y mejoramiento del manejo de materiales en el proceso de conversión de papel higiénico en la empresa, se determinó que la línea de producción que mayor desperdicio genera es la X8 y la de mayor causal de dicho desperdicio se debe a *logs* malos generados por el cambio de bobina. También se encontró que el sobreconsumo de lámina de empaque no se debe al desperdicio generado sino que existe un desfase entre el estándar de producción y el consumo real de algunos productos.

En términos de reducción de desperdicio la primera propuesta está relacionada con la disminución de la producción de *logs* malos para lo cual se sugiere aumentar el tamaño de las bobinas de 1000 Kg a 1900 Kg (90%), generando así una disminución de 157,59 kilogramos de papel, lo que representa un 23.27% diario.

La segunda propuesta hace referencia al sobreconsumo de lámina de empaque para lo cual se modificó la fórmula de cálculo del estándar de consumo agregando un factor de tinta Ft , el cual varía para cada producto. En cuanto al control y diligenciamiento de los registros de producción, se encontró que la falta de control y la ausencia de estandarización de los mismos, son las principales causas de la baja confiabilidad de la información reportada en ellos.

Gracias a las mejoras realizadas, hoy la empresa no solo cuenta con información actualizada y mayor grado de confiabilidad, que además tiene un capital humano consiente de la importancia del control y la realización óptima de las tareas; así como también con una planta aseada y con vías de acceso despejadas debido a la ubicación de materiales y desperdicios en puestos específicos y de personal encargado para las tareas relacionadas con el orden y aseo.

Referencias

- Verbena, Jorge. (1999). Evaluación y optimización del desperdicio de una línea productora de pan de molde. Trabajo de graduación de Ingeniería Industrial. Guatemala, Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ingeniería.
- Pivaral, María E. (2000). Evaluación y optimización de la línea de empaque de pan en una industria panificadora. Trabajo de graduación de Ingeniería Industrial.

- Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala, Departamento de Ingeniería Industrial
- Hernández, Roberto S. (2006). Metodología de la investigación. Cuarta edición. Editorial Mc Graw Hill. México, pp. 240–241.
- Chase, Richard B. (2006). Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. Décima Edición. Editorial McGraw Hill, México.

Sobre los autores

Juan Carlos Cabarcas Reyes

Ingeniero industrial. Magister en ingeniería industrial de la Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia. Profesor de tiempo completo e investigador del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma del Caribe, Calle 90 No 46-112 Barranquilla, Colombia.
jcabarcasr@uac.edu.co

Julio Mario Daza Escorcía

Ingeniero industrial. Magister en ingeniería industrial de la Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia. Profesor asociado e investigador del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma del Caribe, Calle 90 No 46-112 Barranquilla, Atlántico, Colombia.
jdaza@uac.edu.co, juliomariodaza@hotmail.com

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.