



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**“EMPACOTECNIA”  
OPTIMIZACIÓN DE VOLUMEN**

**TRABAJO PROFESIONAL**

**I N F O R M E**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERA MECÁNICA**

**P R E S E N T A:**

**MARIA DEL CARMEN  
TREJO MORALES**



**DIRECTOR DE INFORME:  
DR. FERNANDO  
VELAZQUEZ VILLEGAS  
2013**



# EMPACOTECNIA OPTIMIZACIÓN DE VOLUMEN



## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios porque siempre me ha llevado de la mano y porque ha puesto en mi camino personas y oportunidades de gran ayuda y valor.**

**A mi madre porque sin sus enseñanzas, esfuerzo y perseverancia no habría logrado concluir esta meta. Te amo y admiro.**

**A mi padre por su apoyo incondicional y por entregar lo mejor de sí y proveer lo necesario para mi superación.**

**A mi abuela por su infinito amor y por sus abrazos que siempre me impulsaron a continuar.**

**A mi abuelo por compartirme momentos alegres y por mostrarme que nunca es tarde para ser mejor.**

**A mis hermanas y a mi tía porque sin ellas mi mundo y mis metas carecerían de sentido, por ser mis mejores amigas, por toda la vida compartida y porque sé que pase lo que pase siempre estarán conmigo. Las amo.**

**A mi universidad, facultad y profesores por darme las herramientas para descubrir lo interesante que es la ingeniería y prepararme para dedicar mi vida a la creación e innovación.**

**A ti por compartir este logro conmigo, por ser una persona especial en mi vida, por los buenos momentos y por el privilegio de conocernos.**

**Con amor y alegría María del Carmen Trejo Morales**

**EMPACOTECNIA  
OPTIMIZACIÓN DE VOLUMEN**

<b>1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>5</b>
<b>2. ORGANIGRAMA.....</b>	<b>6</b>
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PUESTO.....	7
2.2 ACTIVIDADES DESEMPEÑADAS.....	7
<b>3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>8</b>
3.1 ÁREAS DE OPORTUNIDAD .....	9
3.2 ÁREAS DE OPORTUNIDAD ASIGNADAS .....	9
<b>4. OBJETIVOS.....</b>	<b>11</b>
<b>5. METODOLOGÍA.....</b>	<b>11</b>
5.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CONVERSIÓN.....	11
5.2 ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL DEL ACOMODO DE PRODUCTOS TISSUE .....	13
5.3 CAPACIDAD DE LA MÁQUINA ENVOLVEDORA Y DE LA MÁQUINA ENSACADORA .....	15
5.3.1 LA ENVOLVEDORA .....	15
5.3.2 LA ENSACADORA.....	18
5.4 SOFTWARE AUXILIAR TOP'S .....	20
5.5 IMPLICACIÓN DE MATERIALES .....	22
<b>6. PROPUESTAS DE SOLUCIÓN .....</b>	<b>22</b>
6.1 ESTANDARIZACIÓN DEL CÁLCULO DE PLANOS PARA EMPAQUE.....	22
6.2 COMPACTACIÓN DEL PRODUCTO .....	23
6.3 CONSTRUCCIÓN DE CONTEOS Y ACOMODOS.....	24
<b>7. CREACIÓN .....</b>	<b>24</b>
7.1 PROGRAMA PARA EL CÁLCULO DE PLANOS DE EMPAQUE .....	24
7.2 COMPACTACIÓN DEL PRODUCTO .....	27
7.3 CONTEOS Y ACOMODOS .....	28
<b>8. RESULTADOS .....</b>	<b>31</b>
<b>9. CONCLUSIONES .....</b>	<b>32</b>

# 1. ANTECEDENTES

SCA (Svenska Cellulosa Aktiebolaget) es una empresa internacional de higiene y productos de papel con presencia en 100 países alrededor del mundo, la compañía sede se encuentra en Estocolmo, Suecia.

SCA desarrolla, fabrica y comercializa productos de cuidado personal, productos forestales, tissue y soluciones de empaque, cuenta con marcas conocidas entre ellas sus marcas globales Tena y Tork. Las ventas anuales ascienden los 17 mil millones de dólares. Actualmente SCA cuenta con alrededor de 45,000 empleados en todo el mundo.

En México SCA tiene presencia en el mercado con los productos de Tissue y Personal Care. Tissue es el área que consiste en los productos de papel higiénico, servitoallas de cocina, pañuelos faciales y servilletas además cuenta con el segmento Away From Home (Institucional) del que entrega conceptos completos para las compañías e instituciones. El área de cuidado personal está conformada por tres segmentos que son incontinencia, pañales para bebés y protección femenina.

Con el objetivo de seguir mejorando la calidad de los productos de SCA México, en el año 2010, se decidió dar paso al proyecto Empacotecnia que reducirá la entrega de productos maltratados y ofrecerá factibilidad de distribución aprovechando el volumen disponible en cada unidad de transporte. El proyecto dará soluciones que sigan satisfaciendo los requerimientos de los clientes además de generar importantes ahorros en la logística de la empresa.

En SCA E.E.U.U se ejecutó un proyecto enfocado a la optimización del almacén y transporte de productos, proyecto que generó resultados en cuatro años y dio paso a evaluar las condiciones de distribución de productos en México.

En el año 2005 se inicia el proyecto Fénix cuyo objetivo fue mejorar los acomodos en las unidades estándares que se manejan para entregar los productos, conocidas como "tarima chep", este proyecto contempla las marcas del área Tissue específicamente papel higiénico. El proyecto reflejó limitante de maquinaria (ensáadoras) la cual debido a sus dimensiones, no permitía formar los conteos para empaque requeridos. El Proyecto Fénix no fue ejecutado pero como resultado se identificó una área de oportunidad importante que es la compactación de producto sólo lo suficiente para darle estabilidad a la formación de pallets e incrementar el volumen por pallet transportado.

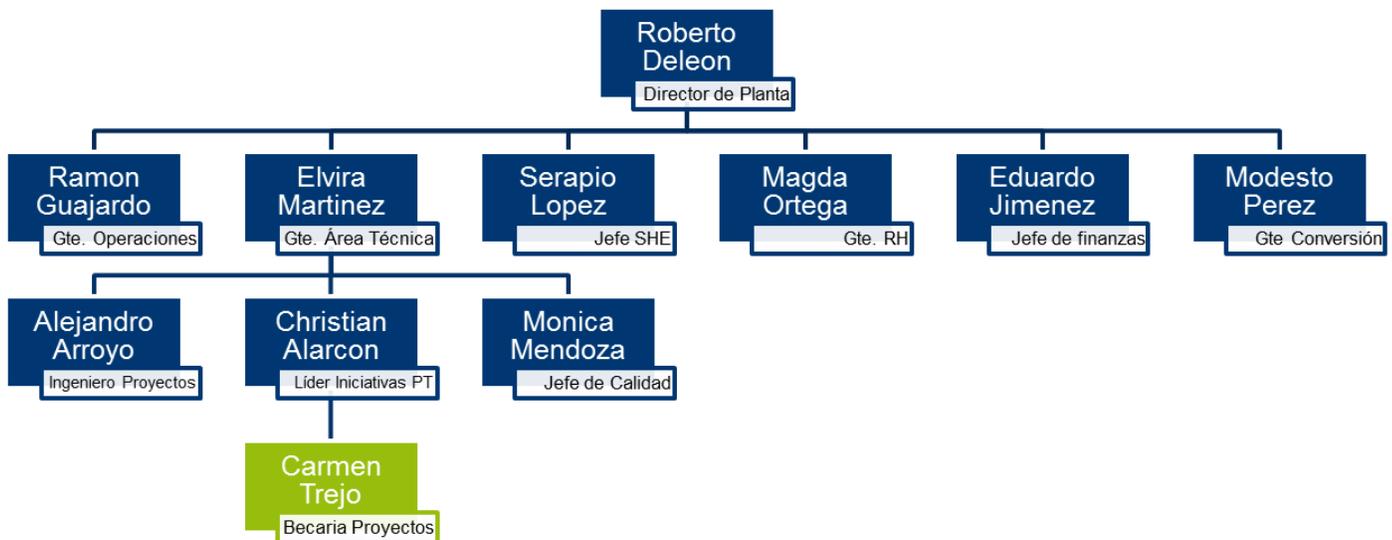
El proyecto Guevas en 2006 fue un esfuerzo en conjunto entre proveedores de maquinaria Guevas (empacadoras) y SCA para evaluar compactaciones de las marcas de higiénicos generando factores que permitieran controlar el comportamiento del papel durante su proceso de distribución. No fue concluido pero se determinó que es posible la compactación.

Así, unificando información de estos tres proyectos se comenzó, para la logística de la compañía, el análisis de área y volumen aprovechados por los acomodos de producto terminado; se encontraron datos importantes en los que se plasma la oportunidad de incrementar el porcentaje de producto por entrega lo que implica la mejora continua de los servicios de SCA para con sus clientes.

En la distribución y entrega de las diferentes marcas existe un proceso importante denominado “cruce de andén” el cual, a corto plazo, es el proceso beneficiado por el proyecto y, por tanto, el que generará los mayores ahorros para SCA México una vez dadas las adecuadas soluciones.

## 2. ORGANIGRAMA

El área técnica es responsable del liderazgo en proyectos, tanto de ingeniería (equipamiento) como de iniciativas (producto), y del área de calidad. Mis actividades fueron lideradas por el líder de iniciativas las cuales requirieron de la interacción con diversos departamentos y especialmente con Ingeniería y Calidad.



## **2.1 DESCRIPCIÓN DEL PUESTO**

Responsable del análisis de causa raíz e implementación de acciones correctivas para mejorar la calidad de los productos.

Competencias:

- Carrera terminada relacionada con Manufactura, Industrial, Mecánica, Electrónica.
- Inglés 80%.
- Manejo en tiempos y movimientos para cambios de formato y arranque de productos.
- Soporte a producción cuando existan problemas relacionados al diseño y proceso de producción de productos.
- Interpretar dibujos técnicos y controlar cambios de ingeniería.
- Revisión de BOM's.
- Excelente nivel en liderazgo, iniciativa, trabajo en equipo y comunicación.

## **2.2 ACTIVIDADES DESEMPEÑADAS**

Revisar la factibilidad de iniciativas y los procesos internos de empaque almacenamiento y acomodos para embarque.

- Proponer mejoras en los procesos para optimizar la entrega de productos.
- Revisar los acomodos para embarque de producto y corroborar que no son dañados durante su distribución.
- Verificar el cumplimiento de la calidad de producto en empaque, almacenamiento y acomodos para embarque.
- Seguimiento al movimiento de materiales (BOM's).
- Sugerir la mejor forma de empaque de los productos.

### 3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto Empacotecnia nació con la intención de cubrir la necesidad de incrementar la cantidad de volumen de distribución abarcado por cada categoría de productos sin afectar la producción, especificaciones, requerimientos, propiedades y calidad de cada marca del negocio.

La calidad y presentación de los diversos productos que la empresa fabrica se ven reflejadas en las ventas de los mismos, por ello fue necesario controlar el acomodo para que el producto llegue a los puntos de venta sin daños y con el óptimo aprovechamiento del espacio disponible en su transporte y almacenamiento sin dejar de cumplir con los requerimientos ya negociados con los clientes.

En éste sentido el proyecto consistió en la conversión (empacado) y en la fase de distribución del producto terminado (desde producto empacado a su punto de venta). Finalmente, se aplicó en dos áreas del negocio en México, las cuales son:

Tissue	Papel higiénico
AFH	Productos institucionales

El equipo de trabajo que atendió este proyecto fue conformado por un responsable de cada planta en México. El equipo a través de reuniones mensuales determinó áreas de oportunidad que de acuerdo a cada planta fueron adecuadas y fue responsabilidad del líder de proyecto en cada planta determinar su metodología y propuestas de solución. Fui líder de proyecto en la planta Tissue Ecatepec bajo la supervisión del líder de iniciativas.

El equipo de trabajo de este proyecto determinó que un acomodo mejorado de los productos podría causar efectos positivos en su distribución ya que el manejo de los mismos, durante la carga y descarga de contenedores y su colocación en bodegas y en puntos de venta, se podría ver beneficiado por la reducción del porcentaje de merma del producto debida al maltrato y esta reducción se lograría por cada viaje para entrega o para almacén.

Asimismo, determinó que el porcentaje de los costos de transporte, fletes y gastos fijos de distribución se reducirían en función de la cantidad de volumen de producto incrementado por viaje generando ahorros para la logística de la empresa. El empacado y acomodo a niveles óptimos podría garantizar, por ser los procesos de acumulación de artículos, el máximo aprovechamiento de volumen en tarimas, contenedores y almacenes, por ello fue de suma importancia detectar e implementar mejoras.

Por otro lado, SCA México cuenta con dos modalidades de distribución de producto. La primera es de la planta al punto de venta del cliente y la segunda es de la planta a “CEDIS” (Centros de distribución) y de los “CEDIS” es el cliente quien se encarga de colocarlo en su punto de venta; a este último movimiento se le conoce como “cruce de andén” el cual se encuentra en función del número de viajes de transporte y no de volumen de producto, por lo que a mayor cantidad de volumen por contenedor menor costo de distribución.

### **3.1 ÁREAS DE OPORTUNIDAD**

Las áreas de oportunidades detectadas, por el equipo, debían beneficiar el proceso de conversión y el proceso de logística, específicamente: empaque, acomodo y el incremento de volumen de producto por pallet lo que afectaría la distribución y almacén del mismo.

Los materiales de empaque empleados para los productos elaborados en la empresa en México son polietilenos y corrugados los cuales varían sus propiedades además de sus especificaciones dependiendo del tipo de producto.

Detecté un posible ajuste en los materiales de empaque con el fin de precisar sus dimensiones para garantizar la protección y presentación del producto además de que se mejorará la estabilidad de los pallets para evitar posible maltrato en el apilamiento del producto y así contribuir a la reducción del porcentaje de merma por producto dañado y, por lo tanto, descartar la posibilidad de producto rechazado por el cliente.

El efecto de la mejora de empaques fue sobresaliente principalmente en productos Tissue ya que su empaque consta cien por ciento de polietileno, el cual presenta elongación por efecto del manejo de producto a través del proceso de distribución para colocarlo en su punto de venta; el segundo tipo de material de empaque es el corrugado que presenta mayor resistencia durante la distribución pero del que no se debe exceder su uso debido a su costo ya que éste es mayor en comparación con el polietileno. El corrugado se emplea para el embalaje de papel Tissue AFH.

### **3.2 ÁREAS DE OPORTUNIDAD ASIGNADAS**

Participé en el proyecto enfocada en el segmento de productos Tissue para el cual las áreas de oportunidad en las que trabajé son: optimización del aprovechamiento de volumen por tarima, compactación de producto, precisión en dimensiones de materiales de empaque, propuestas de nuevos conteos y propuestas de mejores acomodos.

Para la compactación del producto tuve el objetivo de obtener paquetes de papel higiénico que resistieran la deformación como efecto de los siguientes procesos: embalaje, apilamiento (formación de pallets), almacenamiento y distribución.

El desarrollo de planos para polietilenos impresos no se encontraba estandarizado y, en consecuencia, se habían generado diferencias en la presentación final de un mismo producto incrementando la probabilidad de problemas en la envolvedora, ya fuera por exceso de película de polietileno o por falta de la misma. Estos problemas pueden deteriorar la calidad y presentación de los artículos debido a la variedad de movimientos a los que se encuentran expuestos previos al punto de venta.

Para productos Tissue la peculiaridad es que se tiene una amplia variedad de conteos por cada marca, es decir, se pueden tener desde cuatro rollos por paquete hasta cuarenta rollos por paquete y para unidades de venta (sacos) desde un paquete hasta veinticuatro paquetes, por ello se tiene al igual una amplia variedad de acomodos por “saco” y por “pallet”.

La máquina envolvedora primeramente y la ensacadora posteriormente pueden permitir mediante una compactación, que no afecte la presentación de los artículos de papel higiénico, darle estabilidad a los paquetes y sacos, además de contribuir al incremento de la cantidad de producto por tarima.

Debido al tema de “cruce de andén” desarrollé un incremento en el uso de volumen y así lograr una disminución del porcentaje del costo correspondiente a la logística de los artículos de papel higiénico pues es el porcentaje de costos más alto de las áreas del negocio.

La reducción de material corrugado representa, al igual que la compactación de paquetes de papel, un incremento en la cantidad de producto por tarima pues detecté cierto exceso en las dimensiones de los empaques de este material.

## 4. OBJETIVOS

- Estandarizar el procedimiento de diseño de empaque primario para papel Tissue.
- Incrementar el volumen de producto por “Pallet” para aprovechar entre un 90% y un 100% el espacio disponible.

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CONVERSIÓN

Una vez procesados la pulpa o papel reciclado se forman “jumbos”, que son bobinas de papel de 0.1 mm de espesor. Su diámetro es de 175 cm y un ancho de 167 cm, generalmente. Estos “jumbos” son montados en una máquina que mediante rodillos impregna el gofrado distintivo de cada marca o artículo. El gofrado es la impresión de una forma o imagen generada mediante la deformación que ejerce la presión de rodillos de acero y para proteger el papel de ellas los rodillos cuentan con una cubierta de polietileno. El gofrado, además de representar la parte estética del producto, incrementa el espesor del papel otorgándole así la propiedad de absorbencia.

A la par del proceso descrito, una maquina llamada “nuclera” precisamente forma lo que será el núcleo del papel higiénico; éste es formado por capas de cartón que dan origen a un tubo del ancho del “jumbo”, en este caso 167 cm; los tubos son transportados mediante acumuladores a la máquina “enrolladora” la cual es alimentada por capas de papel (dos o tres) provenientes de los gofradores que al enrollarse en los tubos de cartón forman largos rollos de papel higiénico (167 cm) con el diámetro característico de cada presentación de los artículos.

La máquina sella con adhesivo el final del rollo para evitar que se deshaga en las siguientes etapas. Una sierra se encarga de cortar el largo rollo en rollos mucho más pequeños de papel dando el alto del nuevo rollo según sus especificaciones dependiendo de la marca o presentación. Mediante bandas transportadoras los rollos terminados son distribuidos primeramente a las “envolvedoras” que son las maquinas que forman los paquetes y finalmente estos paquetes, por medio también, de bandas transportadoras, son guiados a las ensacadoras, que forman los sacos o unidades de venta de producto (Fig.1).

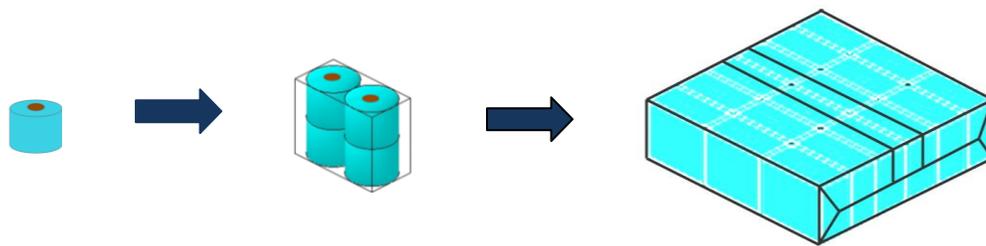


Fig. 1 Proceso de empackado

El proceso final en planta de producción es el acomodo del producto ya sea para almacén o distribución; éste acomodo se lleva a cabo en la formación de “pallets” (Fig. 2), el cual consta de una base de madera de 1 x 1.2 [m] denominada “tarima chep” y por el apilamiento de sacos acomodados sobre esta base hasta una altura máxima de 2.2 [m] incluyendo la altura de la base 15 [cm].

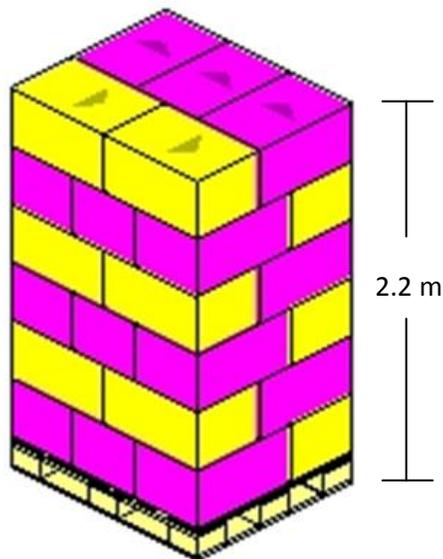


Fig. 2 Pallet

## **5.2 ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL DEL ACOMODO DE PRODUCTOS TISSUE**

Para el análisis de la situación actual investigué los conteos y acomodos de los productos Tissue, para ello obtuve una base de datos (Tabla 1) en la que se pueden consultar las características de las diferentes presentaciones de papel higiénico como son: unidad de consumo (rollo), paquete, unidad de venta (saco) y pallets.

- Para rollos de papel higiénico obtuve diámetro y alto.
- Para paquetes de higiénicos obtuve cantidad de rollos por paquete, alto, profundo, ancho y factor de compactación.
- Para sacos obtuve cantidad de paquetes por saco, alto, profundo y ancho.
- Para Pallets cuantifiqué sacos por cama, sacos por pallet, rollos por pallet, eficiencia de área y eficiencia cubica.

# EMPACOTECHNIA

Descripción	CON (Paquete)						TRP (Saco)				G10 (Pallet)					
	SAP	Rollos por paquete	Díámetro [cm]	Alto del rollo	Alto paquete [cm]	Ancho paquete [cm]	Profundo paquete [cm]	Paquetes por saco [cm]	Alto saco [cm]	Ancho saco [cm]	Profundo saco [cm]	Sacos por cama	Sacos por pallet	Rollos por pallet	Eficiencia de área %	Eficiencia cúbica %
70025621	12	10,6	10,1	20,2	29,89	19,93	6	20,20	59,78	59,78	59,78	2	20	1440	59,2	59
70025621	24	10,6	10,1	30,3	39,86	19,93	3	30,3	59,78	39,86	39,86	5	30	2160	100	89,3
70025721	24	10,6	10,1	30,3	39,86	19,93	3	30,3	59,78	39,86	39,86	5	30	2160	100	89,3
70029120	12	13,4	10,1	40,4	37,79	12,6	5	40,4	62,98	37,79	37,79	4	20	1200	80	79,4
70027122	18	12	10,1	30,3	33,84	22,56	4	30,3	67,68	45,12	45,12	2	12	864	50,8	45,4
70026021	12	12	10,1	20,2	33,84	22,56	6	20,20	67,68	67,68	67,68	2	20	1440	77,1	69,2
70026221	12	12	10,1	20,2	33,84	22,56	6	20,20	67,68	67,68	67,68	2	20	1440	77,1	69,2
70029520	12	13,4	10,1	40,4	37,79	12,6	5	40,40	37,79	62,98	62,98	4	20	1200	79,33	72,84
70026121	32	10,6	10,1	40,4	39,86	19,93	3	40,40	39,86	59,78	59,78	5	25	2400	99,6	98,9
70060520	32	10,6	10,1	40,4	39,86	19,93	3	40,40	39,86	59,78	59,78	5	25	2400	99,6	98,9
70035320	12	11,9	11,4	22,8	33,56	22,37	6	22,80	67,12	67,12	67,12	1	8	576	77,1	69,2
70029721	12	12	10,1	20,20	33,84	22,56	6	20,20	67,68	67,68	67,68	1	10	720	37,9	37,8
70033421	12	10,5	9,5	19	29,61	19,74	8	19,00	78,96	59,22	59,22	2	20	1920	78,5	73,4
70033920	12	11,9	11,4	22,80	33,56	22,37	6	22,80	67,12	67,12	67,12	1	8	576	37,9	34
70078020	4	12,8	10,1	20,20	24,06	12,03	12	20,20	48,13	72,19	72,19	2	20	960	58,2	58,1
70083350	24	10,6	9,6	28,8	39,86	19,93	4	28,8	79,72	39,86	39,86	3	21	2016	78,8	78,2

Tabla 1 Análisis de situación actual

## **5.3 CAPACIDAD DE LA MÁQUINA ENVOLVEDORA Y DE LA MÁQUINA ENSACADORA**

Para la evaluación de las propuestas de mejores acomodos para el aprovechamiento, si es posible al cien por ciento de las tarimas y de las unidades de transporte (pallets), lo más importante es verificar que estos cambios puedan ser ejecutados por las maquinas de empaque para ello fue importante tener presente las capacidades de cada máquina.

### **5.3.1 LA ENVOLVEDORA**

Es una máquina automática para el empackado de rollos de papel higiénico mediante una película de polietileno desenrollada a partir de una bobina. La tipología de empaquetado de la máquina comprende una completa gama de formatos. Es posible obtener paquetes perfectamente empaquetados sin que las normales variaciones de dimensiones de los productos puedan influir en la presentación final. Los paquetes son expulsados desde la maquina completos y alineados, listos para la siguiente etapa de embalaje.

Ciclo operativo (Fig. 3)

- La bobina 1 suministra la película de polietileno
- La película es arrastrada por los rodillos desenrolladores 2 y cortada a la medida por las cuchillas 3
- Los rollos de papel higiénico que provienen de la línea entran en la banda de alimentación 4 que los transporta hasta los lanzadores
- Los lanzadores los alinean en función del formato requerido y en el grupo de arrastre 6 los rollos son dirigidos al elevador 7 en donde la película los envuelve conformada en una U
- El doblador inferior 8 actúa al instante efectuando el doblado posterior de la película
- El producto se traslada por el arrastre superior 9 y la película forma un “tubo” alrededor del producto
- Los dobladores laterales 10 completan el empackado plegando las tapas laterales
- Por medio de calor se fija la película transversalmente 11 y lateralmente 12.

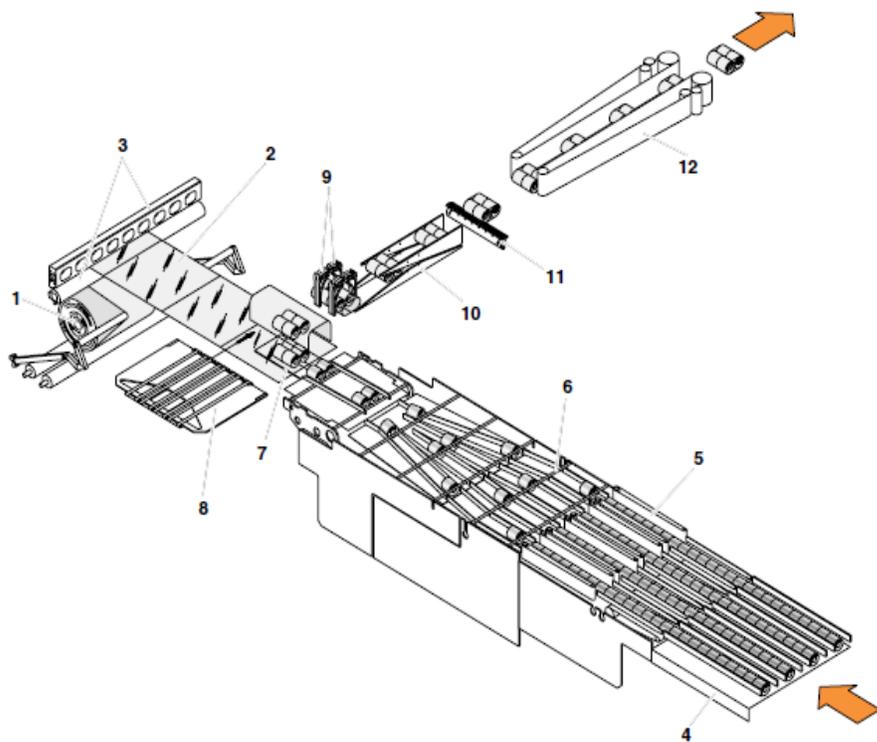


Fig. 3 Ciclo operativo de la máquina envolvedora

Las características que deben cumplir los rollos de papel higiénico a empaquetar es un diámetro de 95 a 135 mm  $\pm$  2.5 mm y una longitud de 95 a 115 mm  $\pm$ 1mm (Fig. 4).

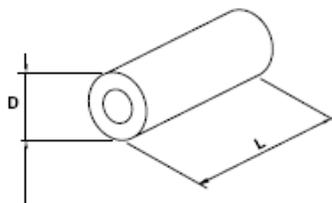


Fig. 4 Dimensiones del rollo

Las dimensiones del paquete final son altura de 95 a 305 mm, ancho de 95 a 560 mm y longitud de 190 a 560 mm (Fig. 5).

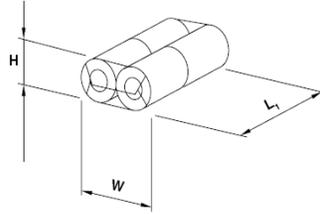


Fig. 5 Dimensiones del paquete

La velocidad medida en paquetes por minuto dependerá del formato para el cual se tiene (Tabla 2):

Configuración o formato	Velocidad [Paquetes/min]
	200
	135
	85
	75
	60
	60
	45
	35

Tabla 2 Formato de paquetes y velocidad de empacado

### 5.3.2 LA ENSACADORA

La estructura de estas máquinas permite, en cualquier momento, ampliar la gama de formatos de empaqueo únicamente mediante la introducción de grupos de rollos adicionales por saco, ya sea en alto, profundo o ancho. Esta máquina está predispuesta para el acondicionamiento con material de embalaje de polietileno u otras películas termoadheribles. Se forman paquetes de rollos de papel higiénico, los rollos pueden ser embalados en posición horizontal o vertical.

La máquina recibe los paquetes mediante la banda transportadora directamente desde la envolvente, si es necesario los endereza y separa en el número deseado, luego los envuelve en polietileno para el embalaje y permite formar sacos de diversas dimensiones.

Los paquetes son expulsados, por máquina, completos y alineados listos para el almacenado final.

Ciclo operativo (Fig. 6)

- Los paquetes de papel higiénico 1 llegan mediante la banda transportadora y desviadora 2
- Bandas laterales 3 impulsan los paquetes al siguiente desviador 4
- Una serie de barras 5 direcciona los paquetes hacia los enderezadores 6
- Los enderezadores rotan hasta colocar el producto en forma vertical 7
- La siguiente serie de barras 8 coloca el producto en una última banda transportadora 9 que alimenta la máquina ensacadora con la cantidad justa de paquetes según el conteo.
- El acomodo de los paquetes es elevado 10 e introducido en el túnel 11 mediante el empujador 12
- El túnel 11 permite la introducción de los paquetes de papel higiénico en el tubo formado con material de embalaje (polietileno)
- Finalmente la máquina sella y cierra completamente el saco

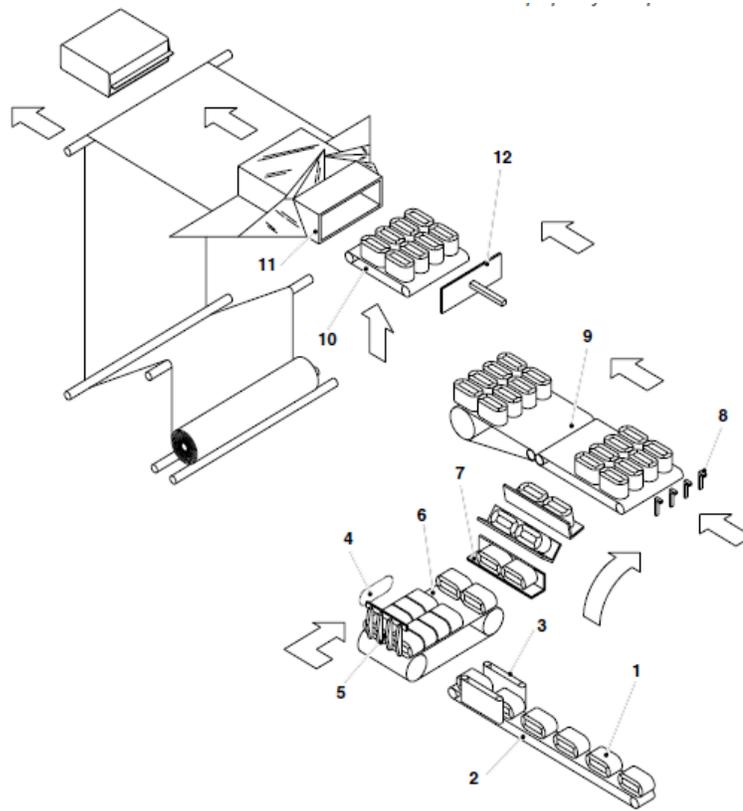


Fig. 6 Ciclo operativo de la máquina ensacadora

La velocidad máxima de producción es de 20 sacos por minuto, la altura para la alimentación de paquetes es de 600 a 770 mm y la altura de salida de paquetes es de 1150 mm.

Características del producto a empaquetar, la altura del paquete es de 95 a 305 mm el ancho de 95 a 560 mm y el profundo de 190 a 560 mm (Fig. 7).

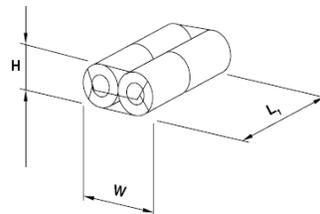


Fig. 7 Dimensiones del paquete

Dimensiones del empaque final (saco) ancho máximo de 850 con una altura de 250 mm y un ancho mínimo de 665 con una altura de 440 mm, la longitud del paquete de 200 a 800 mm y altura de 180 a 400 mm (Fig. 7).

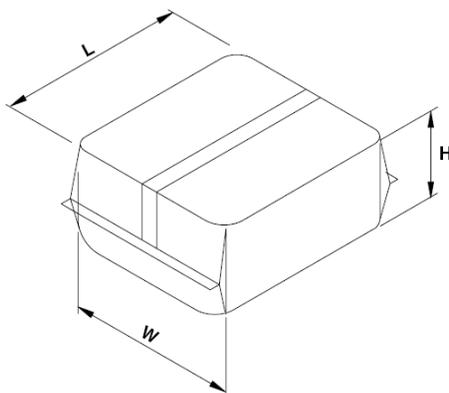


Fig. 8 Dimensiones del saco

#### 5.4 SOFTWARE AUXILIAR TOP'S

TOP'S es un software que SCA México implementó por iniciativa del proyecto Empacotecnia y el objetivo es utilizarlo como herramienta para optimizar el uso de empaques, embalaje y transporte.

Fue necesario capacitarme para el conocimiento de los alcances y aplicaciones del software para posteriormente implementarlo en el proceso de diseño del acomodo de producto para su efectiva protección y distribución.

Es importante aclarar que como herramienta me acercó a posibles resultados, sin embargo, debí analizar previamente los datos con que lo alimentaba ya que dependían del producto y de la capacidad de las maquinas empacadoras y los resultados obtenidos podían haber cumplido con el objetivo de optimizar el volumen, pero no ser factibles para el proceso de conversión.

Por último, fue mi decisión la elección de la mejor propuesta y evaluarla mediante pruebas en el proceso de producción.

Al final TOP'S entrega un formato (Fig. 9) en el que pude consultar información detallada del acomodo del producto desde sus dimensiones por paquete hasta la formación del pallet. TOP'S me ayudó a evaluar propuestas de nuevos conteos y acomodos o a simular posibles opciones.

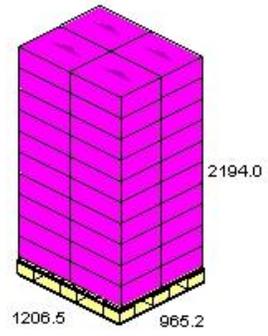
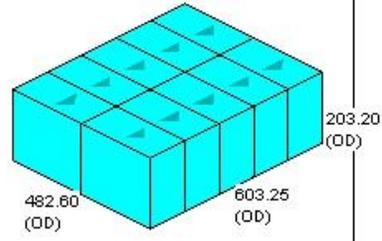
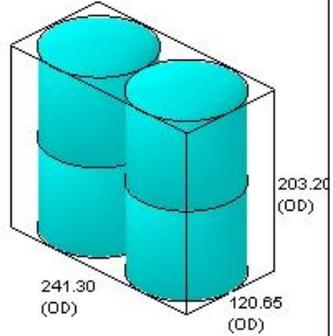


Untitled

Date Printed : 5/16/2011

Tops Engineering

Last Saved : N/A



CHEP Pallet 1000.0x1200.0x162.0

	Carton (OD)	Shipper (OD)	Unit Load (Incl. Pal)
Ln:	120.65 mm	603.25 mm	965.2 mm
Wd:	241.30 mm	482.60 mm	1206.5 mm
Ht:	203.20 mm	203.20 mm	2194.0 mm
Net:	0.00 kg	0.00 kg	0.0 kg
Grs:	0.01 kg	0.21 kg	36.5 kg
Cube:	5.92 l	0.06 m3	2.6 m3
	Height Vert	Height Vert	
Prod. Vol:	0.00 l	0.00 l	0.0 m3
Shipper:			40
Area Efficiency:		100.0 %	97.0 %
Cubic Efficiency:		100.0 %	96.8 %
Prod. Eff:	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Cases per layer:			4
Max UL High:			4
Clamp Direction:			N/A

Notes:

PackageDesign

Fig. 9 Formato TOP's

## **5.5 IMPLICACIÓN DE MATERIALES**

Consideré el hecho de que se presentarían cambios de dimensiones en material de empaque y, por tanto, la compra de bobinas de polietileno con nuevas dimensiones para la formación de paquetes de papel higiénico.

Para cada variación de conteos debí tomar en cuenta las dimensiones de los enderezadores para los cuales se implementan herrajes que dependiendo de las marcas producidas son diseñados y se dejan listos para los cambios de formato.

Las dimensiones de los enderezadores son limitadas debido a la capacidad de la ensacadora. Es cuando actúan los enderezadores que se forman el alto y el ancho del saco. Debido al cambio de conteos por saco tuve que considerar el diseño y la compra de nuevos herrajes.

El polietileno utilizado para la formación de sacos también varía según el formato del producto y éste es dimensionado en función de las máximas y mínimas longitudes de la ensacadora. Así los conteos no deben exceder los límites, se debe tener especial cuidado en el polietileno para garantizar un buen sellado del saco. Como resultado de los cambios en cantidad de paquetes por saco se tendrá la compra de bobinas de polietileno con nuevas dimensiones para la ensacadora.

La plataforma elevadora que trabaja en la etapa final para el embalaje del producto determina la profundidad del saco para el cual, al igual que los enderezadores, se tienen dimensiones máximas y mínimas.

## **6. PROPUESTAS DE SOLUCIÓN**

### **6.1 ESTANDARIZACIÓN DEL CÁLCULO DE PLANOS PARA EMPAQUE**

Desarrollé la estandarización del cálculo de planos que reducirá la diferencia en la presentación final de un mismo producto, además de cumplir con el cliente en cuanto a especificaciones de volúmenes de producto entregado, ya que en la compra el cliente solicita, entre otras cosas, el respectivo acomodo del producto a entregar y, de ser erróneos estos datos, el producto es devuelto a la empresa o simplemente es retenido en almacenes hasta verificar las “volumetrías”.

Debido a los factores relacionados con la logística del área Tissue evalué la opción de generar un programa de cálculo accesible que contemple los factores necesarios para estandarizar y optimizar el proceso de la creación de planos de

polietilenos impresos (material utilizado para la formación de paquetes), sin dejar de lado la presentación y calidad del producto.

La máquina envolvente le da a los rollos de papel higiénico la presentación final para su correspondiente punto de venta por ello para los paquetes obtenidos por cada formato y marca construí un programa de diseño de empaque mejorando la precisión en función de la geometría de los productos, precisión que depende en gran medida del diseño de planos de polietileno con las dimensiones debidamente ajustadas a los rollos que forman el paquete.

## **6.2 COMPACTACIÓN DEL PRODUCTO**

Propuse que los rollos de papel higiénico pueden presentar estabilidad y conservar su firmeza al limitarlos perfectamente con la envoltura de polietileno, en este proyecto, se le dio especial importancia ya que no sólo representaba ahorros por volumen de producto transportado sino también por reducción de merma generada por el maltrato durante los movimientos de distribución.

Las propiedades del papel Tissue permiten que este sea deformado mediante pequeñas cargas por lo tanto la aplicación de las mismas en sentido horizontal pueden generar deformaciones importantes hasta llegar al grado de ser rechazado por el cliente las cargas que soporta en forma vertical son mayores por efecto del núcleo de cartón que contienen los rollos de papel lo que les da el soporte para formar los “pallets”.

El papel higiénico en el proceso de gofrado adquiere volumen que se debe a los espacios generados entre las capas de las dos o tres hojas de papel además de los diseños impregnados, según sea la presentación del producto, al paso del tiempo desde su salida hasta su punto de venta los productos Tissue pierden volumen debido a la fuga de aire y a la elongación del polietileno del empaque lo que implica grandes diferencias entre la calidad del producto fabricado y la calidad del producto en venta. Con esta propuesta garantizaba la estabilidad del producto durante su transporte y en el punto de venta.

Me enfoqué en controlar la compactación de los diferentes productos, por medio de la máquina envolvente lo que proporcionaría volumen disponible para la distribución de producto terminado, la reducción de material de empaque (polietileno) y una presentación de producto atractiva para el cliente.

## **6.3 CONSTRUCCIÓN DE CONTEOS Y ACOMODOS**

El formato de paquetes de cada familia de productos ya se encuentra estandarizado por los clientes, por ello el cambio de conteos lo enfoqué a la formación de unidades de venta (sacos) lo que significó incrementar o disminuir cantidad de paquetes por unidad de venta y el objetivo de este cambio fue la optimización del aprovechamiento de volumen.

El cambio en acomodados lo contemplé desde la etapa de los ajustes de conteos de paquetes por sacos, pues en la formación de pallets se vería reflejado el incremento del porcentaje de producto cuyo objetivo fue, además del máximo aprovechamiento de espacios en transporte y en almacén, la obtención de unidades de venta estable y firme para transportar.

El acomodo del producto en las tarimas “chep” lo diseñé de tal forma que en los varios movimientos de la distribución de producto no sufra daños y llegue al punto de venta con las características con que salió de planta de producción. Para los pallets debía lograr la mayor optimización volumétrica.

## **7. CREACIÓN**

### **7.1 PROGRAMA PARA EL CÁLCULO DE PLANOS DE EMPAQUE**

El empaque de un producto no sólo lo protege sino que también da la presencia y toque final a la vista del consumidor.

Para su desarrollo contemplé las características de la envolvedora como son velocidad, sellado (lateral, superior e inferior), diseño de impresión y características del higiénico como son alto del rollo, firmeza y diámetro.

Programe pruebas de empaque para evaluar la presentación y firmeza de las unidades de venta, primeramente de forma manual con polietileno de propiedades afines a las del utilizado en la envolvedora y ensacadora, genere los paquetes y finalmente los acomodados en el segundo empaque (saco), de acuerdo al producto mejorado, obtuve una primera aproximación del primer y segundo empaque con resultados aceptables en su mayoría (por calidad) y realice los ajustes necesarios al programa para aquellos formatos que lo requirieron.

También programe pruebas con nuevos productos en la línea de producción en los que detecte variables importantes a considerar, ya mencionadas, como son la firmeza, área de sellado y velocidad de máquina.

Para paquetes con un menor contenido de rollos la velocidad de la ensacadora es mayor, esta característica la contemplé ya que si se tienen áreas de sellado muy pequeñas el paquete se puede abrir debido a la alta velocidad que no permite un sellado total, generando tiempos muertos de producción y averías en la máquina.

Para paquetes con un contenido de hasta cuarenta rollos garantice que el paquete no se abrirá debido al peso del conjunto de rollos dando tolerancias de dimensiones al polietileno para proporcionar una mayor área asegurada de sellado y el sellado fue evaluado por calidad dando su aprobación a los resultados obtenidos.

El polietileno para la envolvedora porta el diseño grafico de la marca del producto a empacar, este diseño está formado a base de tinta, y en el proceso de empaque si el área impresa entra en contacto con los selladores, el calor propicia la degradación del polietileno por medio de la tinta generando merma en el proceso y complicaciones en la máquina.

El haber considerado los factores mencionados me permitió controlar, mediante el programa, la obtención de un diseño de empaque con las dimensiones precisas que cumplieron con el cuidado, calidad y firmeza de los paquetes.

Por medio de los parámetros de evaluación como es ensayos, prototipos, pruebas en envolvedora y comparación con planos ya existentes llegué al programa final para el que usé, como herramienta de software, una hoja de cálculo.

Los datos conocidos para que el programa realice el cálculo son (Fig. 10): diámetro del rollo, alto del rollo, número de rollos en ancho del paquete, número de rollos en profundo del paquete y número de rollos en alto del paquete, datos que se tienen previamente en las especificaciones del artículo.

Considerando las limitantes ya mencionadas y con los datos necesarios el programa funciona de la siguiente manera:

En las celdas indicadas se introducen los datos y a continuación automáticamente el programa calcula las respectivas dimensiones del plano dejándolo listo para implementar el diseño gráfico.

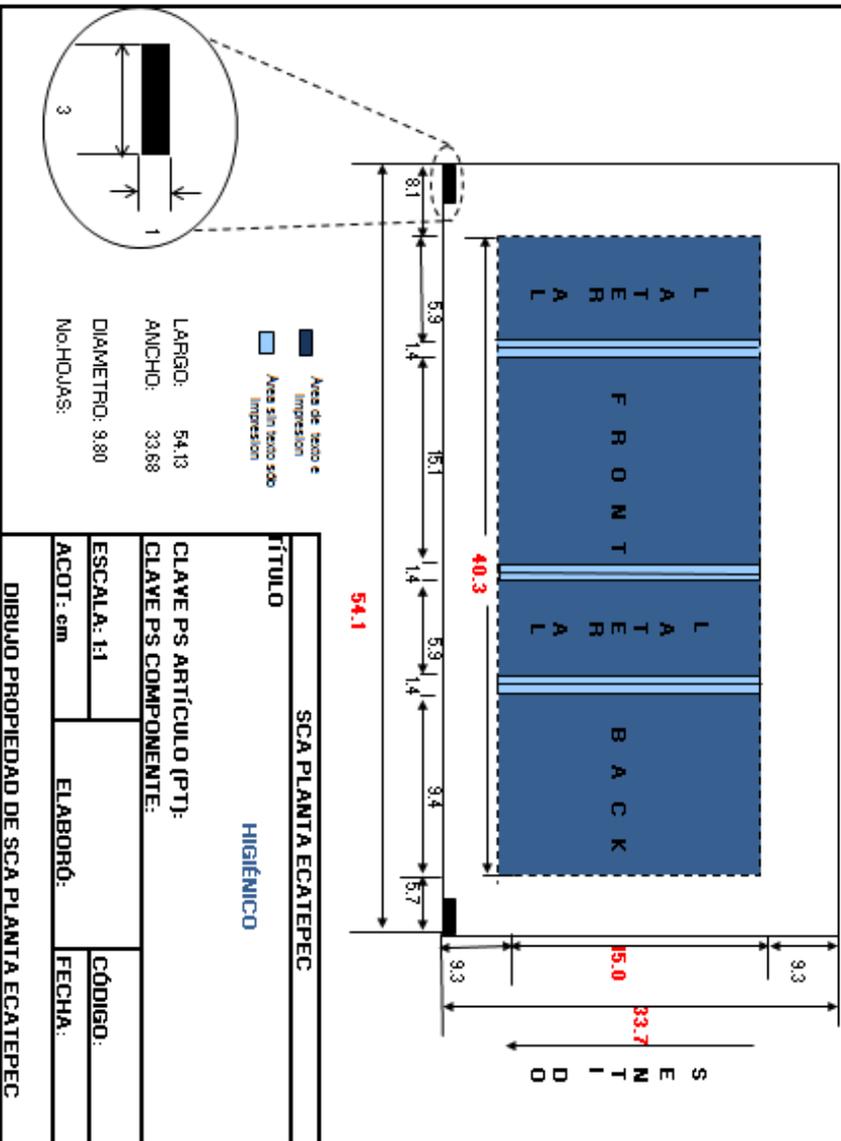


Fig. 10 Programa para el cálculo de planos de empaque

**INTRODUCIR DATOS**

Diámetro   
 No. De rollos en A   
 No. De rollos en H   
 No. De rollos en P   
 Alto del rollo   
 Firmeza

**PAQUETE**

No. De rollos   
 A   
 H   
 P

## 7.2 COMPACTACIÓN DEL PRODUCTO

El punto del proceso en que se pueden compactar los rollos de papel higiénico es en la formación de paquetes según la presentación y conteos, cuando los formatos son introducidos a la cámara de polietileno de la envolvedora ésta tiene la capacidad, mediante el control eléctrico, de ajustar las dimensiones del paquete final hasta obtener paquetes firmes sin llegar a presentar deformación de los rollos.

Mediante pruebas en líneas de producción para la formación de paquetes y la consulta con proveedores de maquinaria formadora de empaques, obtuve parámetros de reducción de volumen aceptables según la firmeza que presenta el producto.

La firmeza la controle y medí mediante un procedimiento elaborado en la empresa el cual representa el nivel de compresibilidad del producto en una escala de 3 a 8 unidades.

Mediante las pruebas de compactación de paquetes determiné que para un producto con firmeza de 5 unidades se tienen la mejor compactación además de mantener la suavidad del papel, característica competitiva para esta área del negocio y, por ello, se debe garantizar. Las siguientes pruebas me permitieron determinar un factor de compactación para la formación de rollos de papel con firmeza igual a  $5 \pm .5$  unidades.

El factor que determiné comprendió una reducción en el diámetro original del rollo de papel del 6%. El factor fue el correspondiente al porcentaje que se redujo el rollo de papel por efecto de la envolvedora, dependiendo directamente de su firmeza, sin afectar su calidad y con una presentación agradable a la vista del consumidor (ajuste del polietileno a los higiénicos). Finalmente estandaricé el factor de compactación y fue posible considerarlo en el programa para el cálculo de planos, debido a que éste se calculó en función del diámetro.

Seleccioné los productos que son afectados por cruce de andén para implementar la compactación de producto ya que el impacto del ahorro en logística por implementación de acomodos óptimos se detectara primeramente en el costo de esta modalidad de distribución.

### 7.3 CONTEOS Y ACOMODOS

El conteo de paquetes por unidad de venta o saco lo analicé, dependiendo de la presentación de paquetes de producto, mediante las dimensiones de la maquina ensacadora y con ayuda del software de TOP's.

Del análisis de los acomodos actuales de los productos Tissue, el cual realicé previamente, y del programa para el diseño de las dimensiones de polietileno (para paquetes de papel higiénico) obtuve los datos que necesita el software para simular una aproximación y así generar propuestas de acomodos más eficientes por saco y por pallet.

Los cálculos que obtuve mediante el software los evalué, con la capacidad de las máquinas de empaque, para determinar si la ensacadora podía llevar a cabo la formación de sacos con las dimensiones que el programa propuso y así, en los casos necesarios, propuse una mejora de la primera aproximación que es la obtenida por TOP's. Una vez que consideré las limitantes para un cambio en conteos por saco, como son características de máquina y las mejoras como compactación de paquetes, obtuve las propuestas para los productos Tissue que fabrica SCA en las plantas Ecatepec, Monterrey, Sahagún y Uruapan, sólo para aquellos productos cuya modalidad de distribución implica el cruce de andén.

El software de TOP's me ayudó a crear la simulación del conteo de paquetes en sacos y finalmente del acomodo de sacos en la tarima chep; para el acomodo de paquetes obtuve las dimensiones del mismo, contemplando el factor que permitiría una adecuada compactación de los rollos de papel higiénico y, sabiendo las dimensiones máximas y mínimas a las que puede trabajar la ensacadora; introduje los datos en el software y obtuve un reporte en el que pude consultar las dimensiones del paquete, del saco y del pallet además del porcentaje de aprovechamiento en volumen y área disponibles por pallet.

Aproveche la máxima capacidad de la ensacadora para formar sacos con dimensiones mayores a las presentadas pues aplicando algunas reingenierías, como apertura de la zona del elevador y empujador e implementación de herrajes, logré dar dimensiones extras para realizar formatos nuevos y obtener el óptimo aprovechamiento de tarimas.

Para los nuevos conteos por unidades de venta generé los siguientes datos a validar, los mismos que plasme en la base de datos realizada previamente (Fig. 11) con el fin de visualizar los beneficios que se lograrán a partir de la ejecución del proyecto Empacotecnia:

Para los rollos de papel higiénico el diámetro y alto los conserve debido a que son dimensiones ya estandarizadas en función de la maquinaria utilizada y además negociadas con los clientes.

El cálculo de las dimensiones del paquete lo realice contemplando el factor de compactación que obtuve por medio del programa de polietileno impreso. Y calculé las nuevas dimensiones del paquete de cada producto.

Para sacos cambió el conteo de manera que primeramente se aprovechó la máxima área de la tarima y finalmente el mayor volumen de producto apilado. A partir del nuevo conteo obtuve las dimensiones del saco y las plasmé en la base de datos.

Finalmente para pallets cuantifique sacos por cama, sacos por pallet, rollos por pallet, eficiencia de área y eficiencia cúbica.

Para concluir la evaluación de las propuestas de nuevos acomodos compartí la información de la base de datos actuales y futuros con los ingenieros de procesos para liberar la factibilidad de cada una de ellos, verificando capacidad y eficiencia de máquina, además de identificar los materiales que se deben implementar y aquellos que ya existen. Finalmente para la implementación se obtendrá, mediante la debida justificación, la aprobación de las diferentes áreas del negocio para el cambio de conteos y acomodos.



## 8. RESULTADOS

El programa para el cálculo de planos de polietileno impreso lo desarrollé y detallé y fue verificada su funcionalidad para la gama de formatos que SCA presenta, es decir, paquetes de 4, 6, 12, 18, 24, 32 y 40 rollos de papel higiénico.

La implementación del programa de cálculo para planos de empaque facilitó la estandarización del proceso de diseño de empaque ya que del programa se obtiene un plano con las respectivas dimensiones del polietileno impreso para solicitar la película de polietileno al proveedor, la cual es montada en la envolvedora para posteriormente formar los paquetes.

Cuando el ingeniero de empaque no seguía un estándar para el cálculo de planos cometía errores que implicaban que el polietileno impreso no cerrara o que presentara una acumulación de polietileno que no permitía el sellado del paquete generando tiempos de paro en maquina por ajustes o por cambios de formato. Esta situación generó pérdidas por materiales y por tiempos de paro equivalentes al 4.2% del costo de producción por hora, este porcentaje de perdidas lo elimine con la estandarización de cálculo de planos.

La envolvedora ahora empaca los rollos de papel higiénico con el factor de compactación, determinado durante la creación del programa para el cálculo de planos de polietileno impreso, tomando en cuenta las características de la misma: paquetes con un alto máximo de 305 [mm], ancho máximo de 560 [mm] y longitud máxima de 560 [mm] y los correspondientes paquetes por minuto según el formato. Se obtienen paquetes de papel firmes y compactos sin afectar su presentación y a su vez se obtiene el incremento de rollos de papel por “pallet” transportado desde un 15.9% de incremento para el producto de menor oportunidad de optimización hasta un 63.1% para el producto de mayor oportunidad de optimización generando ahorros económicos en la logística del negocio de 66% sólo en transporte.

La eficiencia de producción no se vio afectada debido a que el incremento o decremento de paquetes por saco se encuentra dentro del margen de velocidades de producción de la maquina ensacadora, el incremento máximo fue de 2 paquetes por saco manteniendo la velocidad de ensacadora dentro de especificación técnica a 20 sacos por minuto permitidos.

El programa para el cálculo de planos es funcional, por lo tanto, ahora es aplicable para las demás plantas de papel Tissue (Uruapan, Monterrey y Sahagún) ya que la maquina envolvedora es compatible en cada una de ellas. Este programa ha

reducido la cantidad de tiempo invertido en el diseño de empaque de 6 [hrs] a 10 [min] para el cálculo de dimensiones.

Hay un ahorro en polietileno impreso para empaque de producto ya que su uso se vio optimizado debido a la compactación de producto y este ahorro se vio reflejado también económicamente al adquirir menor cantidad de polietileno en un 6%.

Del catálogo de papel Tissue de SCA México analicé 28 productos de los cuales 23 cubren en promedio un aprovechamiento de área del 65.66%, con las mejoras desarrolladas y que aquí se proponen se logrará un promedio en aprovechamiento de área de 91.3%.

Implementé el desarrollo del proyecto desde el diseño de plano para formación de paquetes hasta la formación de pallets de 5 productos (que implican cruce de andén) así que estos productos nacieron con la estandarización que propone el proyecto y ahora se transportan con un aprovechamiento de área en promedio del 95%. Cabe mencionar que son los productos con las ventas más altas de la empresa en cuanto a la categoría Tissue.

La formación de Pallets fue supervisada y se aplicaron las propuestas de acomodo aprovechando al máximo el área disponible en "Tarima Chep" generando unidades de transporte con mayor estabilidad y volumen de producto

## **9. CONCLUSIONES**

El papel higiénico es un producto delicado y difícil de manejar en su proceso de distribución por lo que la variable importante para este proceso es su firmeza en este aspecto es importante evaluarla y controlarla durante el proceso de conversión pues los efectos pueden ser bastante negativos por generación de merma y producto con menor calidad de presentación a la vista del cliente.

La mayoría de los productos que analicé son elaborados en las cuatro plantas de producción en México por lo que los efectos serán similares debido al uso de maquinaria similar, los ahorros pueden expandirse por cada una de las plantas de producción

El Implementar el proyecto en las plantas de producción generará ahorros al negocio y en algún momento se podría ajustar el precio de producto para posicionarlo en un mejor nivel de mercado.

El uso de tarimas Chep puede ser estandarizado para el ahorro, en procesos intermedios de transporte de producto, principalmente en tiempos y movimientos

de la carga y descarga de contenedores además de la disminución del maltrato de producto terminado y por consecuencia de reprocesos.

Considerar en futuras propuestas de acomodados el sistema de bandas de transporte ya que estos pueden cumplir con el incremento en volumen de transporte pero complicar las operaciones ya que el tamaño de sacos debe estar limitado por las capacidades de dichas bandas transportadoras. También puede repercutir el diseñar sacos de menores dimensiones ya que son la unidad de venta y esta podría disminuir por efecto de mayor cantidad de sacos para adquirir el mismo número de paquetes. Para esta última situación se puede trabajar el análisis con el departamento de Marketing.

Al igual que las conclusiones derivadas de los resultados de la implementación de este proyecto para la optimización de los procesos de empaque y logística también se derivan algunas conclusiones de lo que considero puede haberme hecho falta durante mis estudios en la facultad para que mi aportación al que fue mi primer proyecto en el ámbito industrial fuera mejor. Primeramente detecté la necesidad de implementar metodologías para la administración de proyectos que permitan la evaluación y el control de recursos, tiempos y calidad de los resultados obtenidos, si bien las habilidades técnicas y teóricas son indispensables, también es cierto que como ingenieros se debe desarrollar la parte administrativa y financiera ya que los proyectos en los que participamos están direccionados a obtener mejoras, a optimizar, a generar ahorros y a asegurar la eficiencia ya sea de procesos o maquinas y la mala administración de recursos (personal, material o económico), retrasos de entrega y el obtener resultados muy diferentes a los solicitados llevan al fracaso proyectos evaluados de inicio con una relación favorable de Costo/Beneficio.

En segundo término detecté como importante desarrollar aun más en los proyectos asignados en la facultad, la capacidad de investigación y análisis, pues en la práctica estas capacidades implementadas en procesos u mecanismos de operación permiten documentar y justificar los cambios propuestos para resolver el problema planteado, teniendo así pleno conocimiento de los impactos que llevara consigo la solución a implementar.

Para diseño considero relevante ampliar el conocimiento en cuanto a estándares y normas establecidas las cuales ya determinan elementos, accesorios, herramientas y constantes que deben cumplirse, dependiendo del equipo o instrumento a diseñar, esto con el fin de eliminar la diversidad de maquinarias (con

la misma función) y de planes de mantenimiento (que incrementan inventarios de refacciones, herramientas y tiempos de mantenimiento y/o instalación).