



# **ANÁLISIS DE VARIABLES PARA AUMENTO DE EFICIENCIA DE TRANSFERENCIA EN MÁQUINA DE PULVERIZACIÓN AUTOMÁTICA BARNINI**

Trabajo terminal para optar por el  
**Diploma de Especialización en Curtido de Pieles**

*Presenta*  
**Arturo Guzmán Malagón**

*Asesor*  
**José Martín Calvillo Mares**

León, Guanajuato, Marzo de 2019

León, Gto., a 19 marzo de 2019.

Coordinación de Posgrados.  
CIATEC, A.C.  
PRESENTE.

El abajo firmante Asesor del alumno **Arturo Guzmán Malagón**, una vez leído y revisado el Trabajo Terminal titulado *“Análisis de variables para aumento de eficiencia de transferencia en máquina de pulverización automática”* autorizo que dicho trabajo sea presentado e impreso por el alumno para aspirar al diploma de Especialización en Curtido de Pieles durante la defensa correspondiente.

Y para que así conste se firma la presente a los 19 días del mes de marzo del año dos mil diecinueve.

  
\_\_\_\_\_  
**José Martín Calvillo Mares.**  
Asesor de Trabajo Terminal.

EG-850-01-F13

1

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por darme la fortaleza, el entendimiento y por todas las bendiciones y triunfos que me ha dado en mi vida.

A mi familia y principalmente a mis padres por su apoyo incondicional, su cariño, enseñanzas y acompañamiento que me han formado y me han permitido llegar hasta este punto.

Al Centro de Innovación Aplicada a Tecnologías Competitivas (CIATEC), que me dio las facilidades para seguir preparándome académicamente.

A mi asesor José Martín Calvillo Mares por su apoyo y asesoría brindada a lo largo de la realización de este proyecto, así como a mis compañeros de trabajo y amigos en especial a Ricardo de la Cruz Vite y Manuel Hernandez por su apoyo y facilidades brindadas.

## INDICE

1.- RESÚMEN.....	4
2.- INTRODUCCIÓN.....	5
3.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
4.- MARCO TEÓRICO.....	8
5.- OBJETIVOS.....	23
5.1 Objetivo General.....	23
5.2 Objetivos Particulares.....	23
6. HIPOTESIS.....	24
7.- DESARROLLO DEL PROYECTO.....	25
7.1 Metodología.....	25
7.3 Plan de trabajo.....	26
8.- RESULTADOS OBTENIDOS.....	27
9.- CONCLUSIONES.....	30
10.- BIBLIOGRAFÍA.....	31
11. ANEXOS.....	32

## RESÚMEN

Este proyecto presenta un estudio sobre el análisis de las principales variables que afectan la eficiencia de transferencia en las máquinas de aplicación de pulverización automática, en el presente trabajo se analizan las condiciones actuales de proceso de aplicación de dicha máquina en un caso práctico, con el objetivo central de aumentar la eficiencia de transferencia de la aplicación para generar ahorros en el proceso asegurando ante todo el cumplimiento de las pruebas de desempeño y la apariencia para satisfacer las especificaciones de cliente.

Se aborda de manera breve las generalidades sobre el acabado para dar las propiedades estéticas y de desempeño con este tipo de proceso. Se analizan los componentes y los principios de la tecnología de las máquinas de pulverización automática para comprender mejor su funcionamiento, la forma en que se interrelacionan todos los elementos y se aborda de manera general las principales características del acabado que se deben cumplir para satisfacer los requerimientos y pruebas de desempeño de la industria automotriz.

Finalmente en el presente se realiza el planteamiento de una propuesta de condiciones de proceso para lograr una disminución en desperdicio de pintura que genere ahorros y beneficie la competitividad al aumentar la eficiencia de transferencia de pintura.

## INTRODUCCIÓN

La industria automotriz se caracteriza por ser unos de los segmentos con mayores exigencias en lo que a estándares de calidad y cuidado del consumidor se refiere y el uso de piel es una de las aplicaciones adoptadas por dicha industria para dar lujo y estilo a los interiores de los vehículos que desarrollan, producen y comercializan.

La piel automotriz es usada de manera general para equipar los asientos y demás accesorios de un automóvil, transformando estas unidades en una experiencia de estatus al adquirirlas y al conducir las.

El acabado consiste en la aplicación de una mezcla de sustancias de naturaleza química variada sobre la superficie del cuero, que mediante el secado, forman una película según las características del producto requerido. En este proceso con el recubrimiento final se confieren al cuero características como: color, tacto, uniformidad, brillo y solidez, que será la apariencia que tendrá como producto terminado.

Además el acabado aumenta las propiedades del cuero, incrementa la protección frente a humedad y a la suciedad, proporciona resistencias a las pruebas de desgaste y aumenta las solidez que garantizan el óptimo desempeño del cuero en el asiento terminado.

Una de las tecnologías más utilizados dentro de la empresa en el acabado es el proceso de aplicación mediante una máquina de pulverización automática conocidas como "Máquina de aplicación Barnini" la cual pulveriza la solución de acabados para aplicarlos mediante una máquina con una cabinas de pulverización automática rotativa, estas cabinas aplican la solución mediante pistolas aerográficas con aire que son las encargadas de pulverizar y depositar las partículas en la superficie, el cuero es transportado mediante un transportador de cuerdas y se ingresa a un túnel de secado donde se uniformiza la aplicación

formándose una película de aplicación que confieren al cuero las propiedades de resistencia, solidez y apariencia antes mencionadas.

Se analiza específicamente la máquina de aplicación Barnini por el alto uso de esta máquina en los procesos de aplicación de acabado y el bajo porcentaje de eficiencia de transferencia, se tomó como referencia los porcentajes reportados durante todo el año 2017 donde fue reportado en promedio una eficiencia de 55%, se busca mejorar esta eficiencia hasta un 70% lo que representaría un gran ahorro al utilizar menos químicos para el acabado mismos que tienen un costo muy elevado para la empresa.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ante un mundo globalizado y de alta competencia es fundamental buscar ventajas competitivas que permitan ser atractivos en calidad y costo para asegurar la rentabilidad a la empresa para el logro de los objetivos, ante esto, aumentar la eficiencia en los procesos resulta una estrategia clave pero además un gran desafío.

El acabado aplicado mediante las máquinas de aplicación Barnini es considerado el proceso más costoso dentro de la planta debido al alto desperdicio que se genera en la aplicación de acabado de la mezcla de químicos incoloros y/o pigmentados que son utilizados para dar el color y especificaciones requeridas, este material lo llamamos "preparación". La preparación que se adhiere al cuero se mide en el porcentaje de eficiencia de transferencia el cual será el indicador medible más relevante en este proyecto, actualmente dicha eficiencia de transferencia esta alrededor del 55% lo que significa que se tiene un desperdicio de preparación de aproximadamente 45% que es desechada en el proceso y de la cual no se puede obtener ningún beneficio económico.

El aumentar esta eficiencia de transferencia implicaría varios beneficios siendo el más importante la reducción del gasto de químico que es nuestro costo principal en el proceso de acabado, adicional a esto se facilitaría la limpieza de máquina, la estabilidad del proceso y se tendría una reducción en la cantidad de paros de máquina.

Se pretende aumentar el porcentaje de eficiencia de transferencia, para así reducir el costo del proceso, atacando el desperdicio de material, para esto se realiza un análisis sobre las variables que pueden impactar significativamente a este resultado de utilización, siendo los parámetros que requiere la maquinaria para cumplir con las características del producto los siguientes;

- Temperatura de túnel de secado
- Presión de atomización



- Presión de fluido de bomba
- Velocidad de tapete de cuerdas
- Velocidad de carrusel
- Tipo de boquilla Barnini

Se decidió tomar los siguientes para analizarlos como variables para el desarrollo de la experimentación, buscando realizar los ajustes requeridos para maximizar la eficiencia de transferencia:

- Velocidad de tapete de cuerdas
- Velocidad de carrusel
- Presión de fluido de bomba
- Tipo de boquilla Barnini

La eficiencia es medida según la cantidad de kilogramos de preparación utilizada entre la cantidad de ft<sup>2</sup> (pies cuadrados) aplicados, para así poder determinar la cantidad de gramos consumidos por cada pie cuadrado. La máquina Barnini cuenta con unos sensores economizadores para detectar y aplicar la preparación en las áreas y formas detectadas a la entrada de la cabina, estas celdas monitorean la cantidad de pies cuadrados según la presencia detectada.

## MARCO TEÓRICO

Las operaciones de acabado mejoran la apariencia del cuero y proporcionan el rendimiento esperado en el cuero acabado con respecto al color, brillo, tacto, flexibilidad y adherencia, así como otras propiedades que incluyen capacidad de estiramiento, rotura, resistencia a la luz y transpiración, vapor de agua Permeabilidad y resistencia al agua. Las operaciones de acabado se pueden dividir en procesos de acabado mecánico y aplicaciones de revestimiento superficial.<sup>1</sup>

Los productos de acabado incluyen poliuretanos, productos químicos de base acrílica, silicio, compuestos oleosos y cerosos, entre otros.

### Generalidades del acabado

La formación de película se refiere a un proceso de formación de una capa delgada sobre superficies cuando los materiales formadores de película, se aplican sobre esa superficie en el proceso de formación de relleno, se aplica un recubrimiento de superficie de líquido de baja viscosidad a un sustrato sólido.<sup>2</sup>

Existen dos mecanismos importantes en la formación de película:

1.- Formación de película física: Las moléculas de los agentes de unión son en su mayoría alargadas. Exhiben una fuerte unión mutua que puede romperse por las moléculas mucho más pequeñas de un disolvente adecuado. En solución aglutinante, la molécula puede moverse libremente.

2.-Formación de película química: En la formación de película química, tiene lugar una reacción química en la que interviene el agente de unión y que provoca la solidificación. En la formación de película química, las moléculas del agente de

---

<sup>1</sup> Environmental, Health, and Safety Guidelines TANNING AND LEATHER FINISHING, World Bank Group, Abril 2007, Page 20

<sup>2</sup> International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science (IJLTEMAS) Volume VII, Issue IV, April 2018, ISSN 2278-2540, Page 331

unión a menudo los polímeros por sí mismos crecen y se agrupan en unidades más grandes para que finalmente toda la pintura se pueda considerar como una gran macromolécula.<sup>3</sup>

Todos los materiales formadores de la película de acabado deben asegurar que la película sea cohesiva con el material base además de ser químicamente compatibles y no reactivos. Al final se deben proporcionar las propiedades de recubrimiento deseadas como flexibilidad de resistencia, impermeabilidad, propiedades estéticas y resistencia.

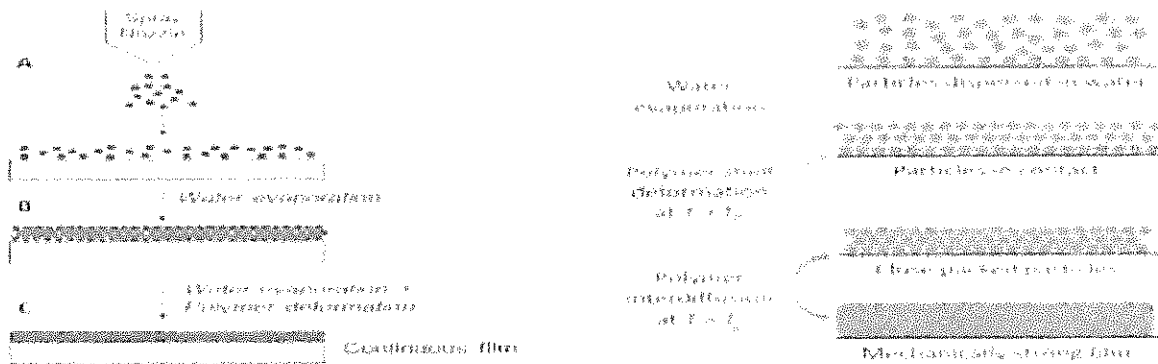


Fig 1 y 2. Formación de película polimérica (International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science (IJLTEMAS) Volume VII, Issue IV, April 2018, ISSN 2278-2540)

<sup>3</sup> International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science (IJLTEMAS) Volume VII, Issue IV, April 2018, ISSN 2278-2540, Page 330

## Máquina de pulverización automática

La parte más importante de la máquina de pulverización son las pistolas. A menos que se establezcan, surgirán problemas graves, negligencia, una limpieza inadecuada y un mal ajuste causan una pulverización desigual, un desperdicio excesivo de acabado, etc.<sup>4</sup>

Las máquinas de pulverización automáticas son utilizadas ampliamente en la industria, la solución de acabados se pulveriza mediante pistolas de pulverización que tienen un movimiento rotativo.

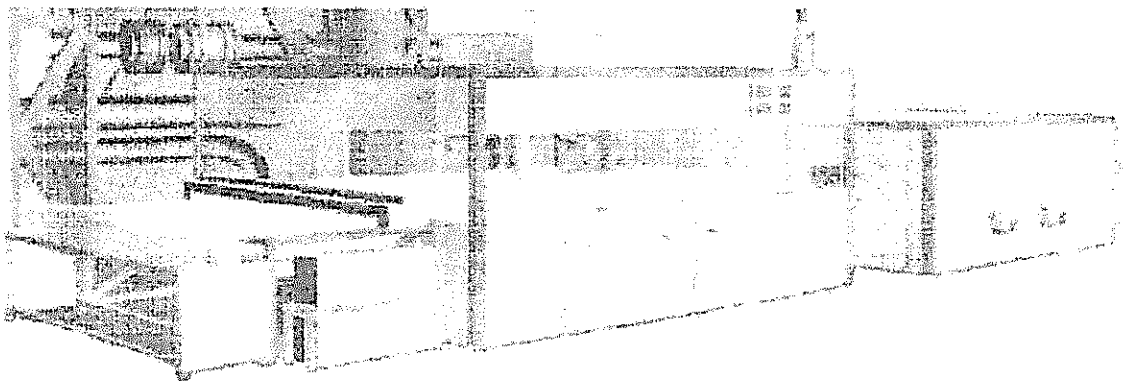


Fig. 3 Máquina de pulverización automática (Maquinaria de Curtidos, A. Bacardit y Ll. Ollé, Escola d'Enginyeria d'Igualada)

La máquina está compuesta por los siguientes elementos:

- a) Transportador de cuerdas de nylon para trasladar las pieles
- b) Cabina de pulverización donde la piel se recubre de una capa de acabado
- c) Pistolas aerográficas
- d) Economizador de la solución
- e) Bomba de alimentación neumática

---

<sup>4</sup> International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science (IJLTEMAS)  
Volume VII, Issue IV, April 2018, ISSN 2278-2540, page 335

- f) Extractor de aire
- g) Túnel de secado

a) El transportador de hilos está formado por dos bastidores colocados en los extremos y unidos entre sí por los elementos que forman la máquina, la cabina de pulverización y el túnel de secado. Cada bastidor consta de un rodillo con rendijas sobre el cual giran los hilos de nylon soldados y que forman el transportador propiamente dicho, algunos rodillos y las ranuras del rodillo aseguran el soporte y el correcto guiado de los hilos. La velocidad de transporte vendrá determinada directamente por la capacidad de secado del túnel. El bastidor de salida tiene un motor de arrastre cuya potencia varía según el fabricante pero que es de unos 4-10 kW También está dotado de un variador de velocidad de 5 hasta 25 m/min.<sup>5</sup>



Fig. 4 Sistema de limpieza de cuerdas.

Las cuerdas son limpiadas al retorno con un dispositivo para limpiar las cuerdas de la solución del acabado que está situado en la salida y en la parte inferior del transportador y consta de dos labios que tensan contra los hilos en sentido contrario forzando el movimiento de ellos en forma de N y un cepillo duro en baño de agua que frota los hilos sobre una placa de 15-20 cm de amplitud y una longitud igual a la de trabajo de la máquina pulverizadora. Produce un movimiento

---

<sup>5</sup> El acabado del cuero, A. Bacardit y Ll. Ollé, Escola d'Enginyeria d'Igualada, página 233

en zigzag que hace desmembrar y ablandar los restos de solución del acabado de los hilos quedando limpios y listos para el trabajo posterior.

b) La cabina de pulverización está construida con planchas de hierro o de acero inoxidable con puertas de acceso de cristales móviles que sirven para acceder a las pistolas y poderlas regular y facilitar la limpieza de la cabina. Las partes internas están revestidas en acero inoxidable.<sup>6</sup>

Dentro de la cabina se encuentra el carro donde van instaladas las pistolas. Hay carros de 4 pistolas, 6 o 8 pistolas montadas a intervalos iguales alrededor de la periferia de un anillo o, alternativamente, montadas en los extremos de los brazos espaciados equidistantemente. El motor está montado en la línea central del transportador.<sup>7</sup>



Fig 5. Cabina de pulverización.

El movimiento de las pistolas se realiza con movimiento circular en el sistema rotativo. La velocidad de la aplicación de la máquina depende de la anchura con que el chorro de pulverización recubre la superficie del cuero. La velocidad de marcha del cuero y de las pistolas se debe ajustar exactamente. La velocidad de

<sup>6</sup> El acabado del cuero, A. Bacardit y Ll. Ollé, Escola d'Enginyeria d'Igualada, página 236

<sup>7</sup> International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science (IJLTEMAS) Volume VII, Issue IV, April 2018, ISSN 2278-2540, page 334

transporte del cuero depende del número de pistolas del carro. Cuando hay pocas pistolas el cuero debe pasar lentamente mientras que si hay más pistolas se puede transportar más rápidamente.

Hay un grupo distribuidor que puede estar dotado hasta de 3 circuitos independientes para suministrar la preparación de acabado a las pistolas destinados a soluciones en fase acuosa, otro circuito para soluciones en fase solvente y otro para colores claros (blancos o beige), de esta forma se evitan los posibles manchados. Los circuitos de aire para la apertura y cierre de las pistolas y los que sirven para la pulverización del acabado se hallan separados para un mejor control.

c) El elemento principal de la máquina de pulverización es la pistola. Hay dos tipos de pistolas, la pistola aerográfica y la pistola sin aire (air-less), para caso práctico sólo se analizan las pistolas aerográficas que son utilizadas en las máquinas que se realiza el estudio. Las pistolas aerográficas pulverizan la solución del acabado por la acción de aire comprimido<sup>8</sup>

1. Entrada de aire
2. Entrada solución de acabado
3. Muelle recuperador
4. Reductor de caudal
5. Aguja
6. Embolo
7. Boquilla
8. Cabezal de pulverización

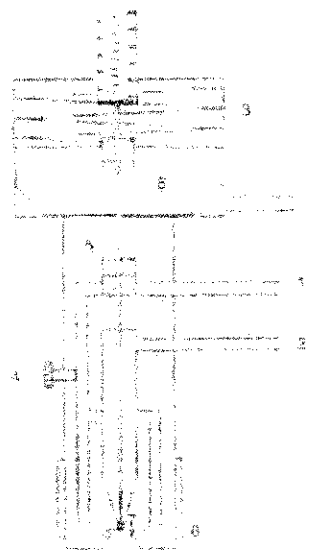


Fig 6 Pistola de pulverización. (El acabado del cuero, A. Bacardit y Ll. Ollé, Escola d'Enginyeria d'Igualada)

<sup>8</sup> El acabado del cuero, A. Bacardit y Ll. Ollé, Escola d'Enginyeria d'Igualada, página 240

La tobera de mezcla externa es el más comúnmente utilizado en la industria del cuero, ya que produce la mejor atomización y los mejores resultados de acabado. El sistema de alimentación a presión suministra el acabado a la boquilla de fluido mediante una bomba de presión o depósito mediante reguladores de presión de fluidos. El fluido emerge en una corriente desde el orificio de la boquilla<sup>9</sup>

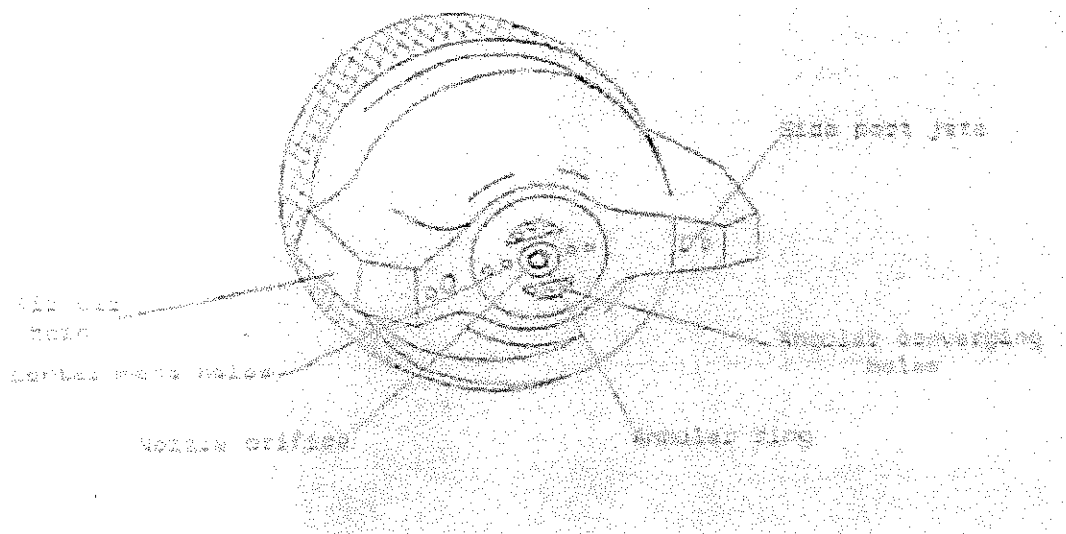


Fig. 7 Diagrama de una tobera de mezcla externa (Automatic Spraying Machines for leather production, Their operation and maintenance. DN Price, January 1980)

La pistola se alimenta por tres circuitos bien diferenciados e independientes, por los que circula el aire comprimido y la solución del acabado:

-El circuito de maniobra que está accionado por aire comprimido a 3,5-4 bar. Es el que desplaza el conjunto émbolo-aguja al vencer la resistencia del muelle de recuperación, abriendo el paso al circuito 1 y después el 2. Si se interrumpe el flujo de aire comprimido, el muelle de recuperación (nº3) obliga al conjunto émbolo-aguja a regresar al punto inicial, cerrando primero el circuito 2 e inmediatamente el

<sup>9</sup> Automatic Spraying Machines for leather production, Their operation and maintenance. DN Price, January 1980, page 9



circuito 1. El caudal y presión de aire determinan que la maniobra de iniciar la pulverización se produzca en el momento preciso<sup>10</sup>

-El circuito de pulverización está alimentado por aire comprimido a 4-5 bar. Aunque

También existen las pistolas de baja presión, mediante las cuales, con presiones de 1,5 a 2,5 bar se obtiene un abanico correcto y uniforme eliminándose el efecto de voleteo para pieles ligeras de peso (tipo cordero). Este circuito de pulverización es el encargado de pulverizar la solución del acabado al salir por las toberas del cabezal. La pistola va provista de un reductor de caudal manual (nº4) con el que es posible controlar la cantidad de aire que pasa a las toberas de pulverización, regulándose así la anchura y la velocidad del abanico, salvo en casos especiales esta regulación está condicionada a la cantidad de líquido que suministra la boquilla.

-El circuito de la solución del acabado está alimentado una presión determinada de forma constante mediante un depósito de presión o mediante una bomba. Para una presión fija, el diámetro del paso de la boquilla y el grado de abertura de la aguja determinan el caudal de la pistola.<sup>11</sup>

Si se quiere conseguir una aplicación correcta es necesario igualar el caudal de cada pistola individualmente con cierta frecuencia para corregir posibles desajustes debido al desgaste y deformación de la punta cónica de las agujas. Primero se tiene que estabilizar la presión del circuito 2, activar el circuito de maniobra, cerrando a continuación la alimentación del circuito 1, con esto se obtiene un chorro de líquido sin pulverizar. Se trata de medir el volumen de solución de acabado que pasa en un intervalo de tiempo determinado mediante una probeta graduada. Para corregir las diferencias se varía el grado de apertura

---

<sup>10</sup> El acabado del cuero, A. Bacardit y Ll. Ollé, Escola d'Enginyeria d'Igualada, página 241

<sup>11</sup> El acabado del cuero, A. Bacardit y Ll. Ollé, Escola d'Enginyeria d'Igualada, página 241

de la aguja. Si se observa que la diferencia es muy acusada, es que el conjunto boquilla-aguja está muy desgastado y se tiene que cambiar.

Para el acabado de pieles, los diámetros de boquilla más frecuentes son: 0,15-0,20-0,24-0,28-0,41-0,49 y 0,52 mm

d) Las máquinas de pulverización automáticas van equipadas con un economizador para que las pistolas sólo pulvericen cuando tengan el cuero debajo de ellas. Se basa en detectar la piel mediante sistemas mecánicos, células eléctricas, ultrasonidos, etc. Con ello se consigue un ahorro de recuperación que oscila entre un 30 y un 50% de la solución utilizada. También se consigue una menor contaminación atmosférica, el interior de la cabina se ensucia menos y se mejoran las condiciones ambientales de trabajo.<sup>12</sup>

El sistema economizador también va dotado de un sistema que permite pulverizar unos centímetros antes de la piel, con ello se consigue que por la velocidad centrifuga, en las partes exteriores de la piel no se deposite menos cantidad de solución de acabado y queden las pieles con los contornos no uniformes. El sistema se fundamenta en una numeración para la parte posterior, anterior entrada lateral y salida lateral normalmente de 1 a 4 con la cual se regula el avance de la pulverización. Es importante la parte anterior y posterior ya que si se pinta con sobre posición de pasadas al 50%, si se empieza a pintar justo encima de la piel, esta primera zona de entrada y la salida sólo recibirá la mitad de la solución respecto al resto del cuero

e) La bomba de alimentación neumática permite que la preparación de acabados pueda ser tomada desde un recipiente de cualquier forma, medida y capacidad a la presión atmosférica. Elimina pérdidas de tiempo para cambiar o añadir la solución a los recipientes de presión y permite la recuperación inmediata y total de la preparación de acabado.

---

<sup>12</sup> El acabado del cuero, A. Bacardit y Ll. Ollé, Escola d'Enginyeria d'Igualada, página 242

El sistema de lavado de la bomba, tubos y pistola es fácil y sencillo con un notable ahorro de tiempo con relación a los recipientes de presión.

Durante la pulverización se producen partículas muy finas que no se depositan sobre la superficie del cuero, además llegan a la cabina cantidades importantes de aire saturado de humedad por lo cual es necesario un sistema de aspiración potente que trabaja con un motor. El ventilador está dotado de paneles que pueden abrirse para facilitar su limpieza. En las máquinas modernas, estos paneles van bañados con agua en circuito cerrado de recirculación que recogen los restos de pintura no depositados sobre la superficie del cuero evitando que queden incrustados en los paneles.

Todo el sistema de aspiración va a través de una instalación ecológica de extracción donde existen varias zonas:

- 1a zona de rociadores
- 2a zona de separación de gotas
- 3a zona de filtro esponjado

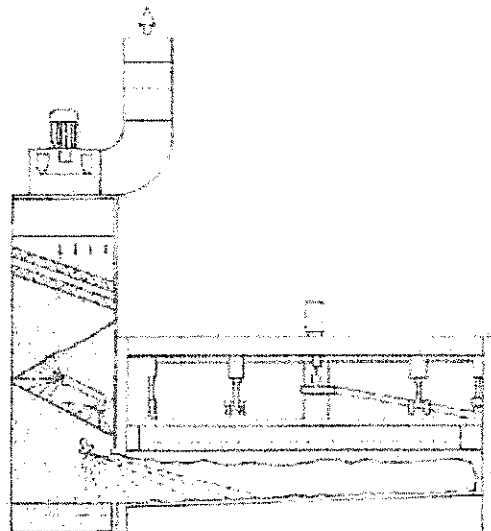


Fig. 8 Esquema de un sistema de extracción (El acabado del cuero, A. Bacardit y Ll. Ollé, Escola d'Enginyeria d'Igualada)

g) Al final de la máquina de pulverización automática se instalan las cámaras del túnel de secado que están dotadas de materiales aislantes para evitar pérdidas

térmicas. El túnel de secado está formado por cabinas modulares de manera que se pueden montar uno o varios elementos según las necesidades.<sup>13</sup>

El aire que circula por el secadero se puede filtrar mediante un filtro intercambiable colocado en la zona de recirculación del aire para eliminar las posibles partículas de polvo. Se controla la temperatura mediante un termostato que acciona directamente la válvula automática de vapor. La circulación del aire tiene lugar mediante un ventilador accionado por un motor. Cada cámara tiene un distribuidor de aire que proporciona un secado uniforme a coste reducido y cada elemento del túnel de secado contiene un radiador de amplia superficie radiante con alto rendimiento de transmisión calorífica.

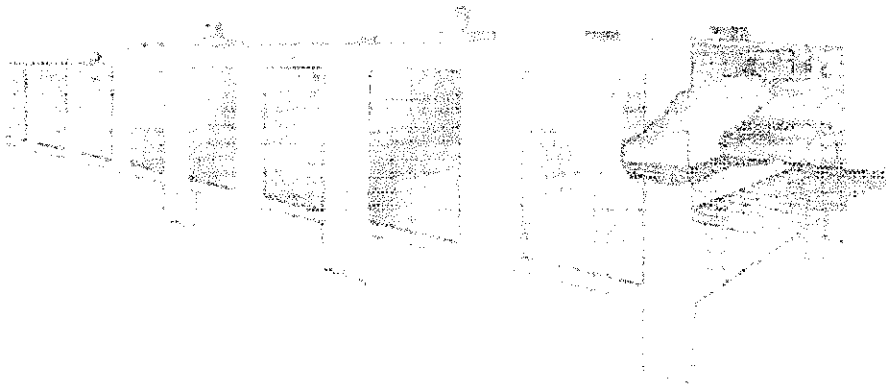


Fig. 9 (El acabado del cuero, A. Bacardit y Ll. Ollé, Escola d'Enginyeria d'Igualada)

En algunos tipos de acabado es conveniente que la última cámara sirva para enfriar el acabado, lo cual se hace mediante ventiladores, para que al apilar las pieles no se peguen entre sí.

Muchos factores diferentes están involucrados en lograr una buena pulverización de la máquina, los principales factores son:

<sup>13</sup> El acabado del cuero, A. Bacardit y Ll. Ollé, Escola d'Enginyeria d'Igualada, página 247

- Velocidad de la cinta transportadora.
- Velocidad de la pistola pulverizadora.
- Ajuste de la pistola.
- Preparación de pistola pulverizadora
- Sincronización.

### **Velocidad de la cinta transportadora**

La velocidad del transportador debe estar correctamente sincronizada con la velocidad de la pistola de pulverizadora y equilibrada con la capacidad de secado de la máquina para lograr una deposición de acabado uniforme. No es posible simplemente aumentar la velocidad del transportador para aumentar la salida, sin ajustar los otros factores en consecuencia. Sin embargo, a menudo se pueden lograr mayores tasas de producción empacando el cuero más cerca del transportador.<sup>14</sup>

Velocidades bajas de rodamiento son preferidas para disminuir el desperdicio de material

### **Velocidad de la pistola pulverizadora**

La velocidad a la que las pistolas viajan sobre el cuero durante la pulverización puede variar en todas las máquinas para adaptarse a las condiciones de acabado. Conocer

Se prefieren velocidades más lentas para mantener la propagación vertical del arco de atomización. Cuanto mayor sea la velocidad de la pistola, menos vertical

---

<sup>14</sup> Automatic Spraying Machines for leather production, Their operation and maintenance. DN Price, January 1980, page 61

será el ángulo en el que el spray golpea el cuero. Si el ángulo cae a 45, las pérdidas materiales rebotado en el impacto pueden ser tan altas como 65%<sup>15</sup>

El aumento de la presión del aire de atomización para superar este problema aumenta las pérdidas de acabado debido al mayor impacto cuando las partículas pulverizadas golpean el cuero. Otra desventaja es que las partículas del acabado se secan a medida que viajan por el aire hacia el cuero, creando un acabado con tacto de arena dura y seca en lugar de la sensación de suavidad deseada. Las partículas secas no se adhieren bien y pueden reflejarse como residuos.

### **Ajuste de la pistola pulverizadora**

-Ancho del patrón de pulverización en máquinas rotativas. Los anchos del patrón de rociado varían de 20 a 36 cm (8 a 14 pulgadas) y el traslapeo más común es del 50%, aunque también se utilizan el 66,6%, el 75% y el 80%. Sin embargo, la velocidad del rotor debe sincronizarse con el transportador. Velocidad para producir el traslapeo teórico correcta para el ancho del patrón de pulverización elegido<sup>16</sup>

-Presión de atomización. Normalmente está en el rango entre 3.5 -5.50 Bar

-Distancia de pistolas de atomización de la superficie de la piel. Normalmente entre 20-30 cm de la superficie de la piel.

### **Preparación de pistola pulverizadora**

Las máquinas rotativas están equipadas con 4, 6 u 8 pistolas separadas equidistantemente alrededor de la periferia del rotor. Todos los tamaños de rotor pueden equiparse con 6 u 8 pistolas, mientras que las disposiciones de 4 pistolas

---

<sup>15</sup> Automatic Spraying Machines for leather production, Their operation and maintenance. DN Price, January 1980, page 64

<sup>16</sup> Automatic Spraying Machines for leather production, Their operation and maintenance. DN Price, January 1980, page 68

están limitadas a los tamaños de rotor más pequeños, por ejemplo, 2,4 m de diámetro.<sup>17</sup>

### **Sincronización**

La sincronización ideal se logra ajustando la velocidad de la pistola rociadora (velocidad del rotor) y la velocidad del transportador para obtener el traslape porcentual teórico requerida de barridos de rociado consecutivos. Los requerimientos de traslape más comunes son 50, 66.6 y 75%.<sup>18</sup>

---

<sup>17</sup> Automatic Spraying Machines for leather production, Their operation and maintenance. DN Price, January 1980, page 74

<sup>18</sup> Automatic Spraying Machines for leather production, Their operation and maintenance. DN Price, January 1980, page 75

## OBJETIVOS

### General

Determinar los parámetros de proceso ideales de la máquina de aplicación Barnini que permitan incrementar la eficiencia de transferencia hasta 70%, actualmente este valor de eficiencia esta en 55% aproximadamente.

### Particulares

- 1.- Determinar la especificación de la velocidad de tapete de cuerdas y la velocidad de carrusel para aplicaciones en máquina Barnini
- 2.- Determinar la especificación de tipo de boquilla y la viscosidad para cada tipo de aplicación en máquina Barnini
- 3.- Realizar ejercicios con prototipos en dos etapas para determinar las especificaciones que mejor desempeño proporcionan, definiendo primero las velocidades óptimas y posteriormente las boquillas para cada tipo de aplicación
- 4.- Realizar ejercicios de pilotajes con todas las especificaciones definidas y confirmar desempeño en laboratorio
- 5.- Correr eventos confirmatorios en producción durante un mes para evaluar resultados



## DESARROLLO DEL PROYECTO

### METODOLOGÍA

Es importante considerar que se tiene una restricción en el tiempo para realizar pruebas puesto que las máquinas en las que se realizan dicha pruebas, son las mismas que se utilizan en producción regular. Por esta razón, se realizaran pruebas con prototipos para determinar los parámetros que mejores resultados dan en conjunto partiendo de la hipótesis a comprobar, se realiza el análisis en dos etapas considerando dos grupos de variables.

En el primer grupo de variables se agrupan las 2 velocidades involucradas en el proceso, velocidad de carrusel y la velocidad de tapete de cuerdas. Se realizan 3 combinaciones distintas de velocidad y se hacen dos ejercicios con cada velocidad para evaluar la eficiencia de transferencia en cada combinación. En total en esta primera etapa se analizan 6 eventos de prototipo. Una vez que se analicen los resultados se elegirá la mejor combinación de velocidades y se procederá con la segunda etapa.

En la segunda etapa se analizan por separado las variables de boquillas considerando los gramos según el tipo de aplicación, se busca determinar el tipo de boquilla adecuada y la viscosidad con la que sea necesario aplicar una cantidad moderada presión de fluido de bomba (se configura la presión inicial en 500 PSI como lo marca la especificación, buscando no ajustar a más de 800 PSI) y una aplicación más uniforme que no tenga rebote excesivo de material y tampoco se generen defectos en el acabado como gotas o encharcado. En esta etapa se define una especificación de viscosidad con el equipo técnico, se realiza una división en 4 rangos según las especificaciones de gramos de especificación actuales y realizan 2 pruebas con diferentes boquillas en cada rango (las pruebas se realizan con las 6 boquillas más utilizadas) para determinar cuáles brindan un mejor desempeño en función al porcentaje de eficiencia de transferencia y la

aparición visual evaluada por los inspectores de calidad. En total se realizan 8 pruebas de prototipos

Una vez que las pruebas de prototipos sean terminadas y sean elegidos los parámetros de velocidades y boquillas se procederá a realizar la validación en pilotaje

Se realizará una prueba de pilotaje corriendo 1 evento en 3 productos diferentes siendo estos los de mayor demanda, los productos serán de construcciones diferentes y se evaluarán los resultados en el porcentaje de eficiencia, aparición visual evaluada por inspectores de calidad y el desempeño de laboratorio.

Posteriormente, en caso de que los resultados sean exitosos se presentaría la propuesta para proceder con un cambio temporal donde la producción regular correría con los parámetros propuestos para evaluar los resultados en términos de eficiencia de transferencia.

## PLAN DE TRABAJO

ESPECIALIZACIÓN DE CURTIDO DE PIELES		PLAN DE TRABAJO																									
Autor: Arturo Guzmán Malagón Proyecto: Efecto de la cantidad y tipo de auxiliar para mejorar temperatura de encogimiento en curtido sustentable																											
		<table border="1" style="font-size: 8px;"> <tr> <td>SEMBOGÍA</td> <td>Completado</td> </tr> <tr> <td><span style="background-color: #4CAF50; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Hecho</td> <td><span style="background-color: #FFCDD2; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Hecho fuera de tiempo</td> </tr> <tr> <td><span style="background-color: #FFEB3B; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></span> En proceso</td> <td><span style="background-color: #FFCCBC; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Fuera de tiempo</td> </tr> <tr> <td><span style="background-color: #FFCCBC; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Pendiente</td> <td></td> </tr> </table>																		SEMBOGÍA	Completado	<span style="background-color: #4CAF50; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Hecho	<span style="background-color: #FFCDD2; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Hecho fuera de tiempo	<span style="background-color: #FFEB3B; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></span> En proceso	<span style="background-color: #FFCCBC; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Fuera de tiempo	<span style="background-color: #FFCCBC; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Pendiente	
SEMBOGÍA	Completado																										
<span style="background-color: #4CAF50; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Hecho	<span style="background-color: #FFCDD2; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Hecho fuera de tiempo																										
<span style="background-color: #FFEB3B; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></span> En proceso	<span style="background-color: #FFCCBC; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Fuera de tiempo																										
<span style="background-color: #FFCCBC; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Pendiente																											
No.	ACTIVIDAD	Fecha	Inicio Tiempo	Fin	STATUS	Jun. 18		Jul. 18			Aug. 18				Sept. 18		Oct. 18			Nov. 18		Dic. 18					
						22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
1.0	Definir objetivo y variables para resolver la problemática	SEMANA 22	1	0	1																						
2.0	Investigación Marco Teórico	SEMANA 22-43	1	25	25																						
3.0	Definir productos en donde se realizarán los prototipos de experimentación	SEMANA 26	7	0	7																						
4.0	Ejecución y documentación de prototipos en las dos fases planeadas	SEMANA 26-35	8	6	14																						
4.1	Realizar prototipos para definir parámetros de velocidad de carusel y velocidad de tapete de coqueado	SEMANA 29-32	8	3	11																						
4.2	Definir rangos de gramos de aplicación y realizar prototipos con boquillas de aplicación para cada rango	SEMANA 32-35	11	3	14																						
5.0	Correr prueba de pilotaje en construcción 1	SEMANA 36-38	15	2	11																						
6.0	Correr prueba de pilotaje en construcción 2	SEMANA 36-40	17	2	13																						
7.0	Correr prueba de pilotaje en construcción 3	SEMANA 40-42	19	2	21																						
8.0	Análisis de resultados	SEMANA 43-44	22	1	23																						
9.0	Presentar propuesta con parámetros definidos	SEMANA 45-47	24	2	25																						
10.0	Evaluar cambios en producción regular durante 1 mes y evaluar resultados	SEMANA 47-51	27	3	30																						

**COMENTARIOS Y OBSERVACIONES**

En la actividad número 10 se tenía planeado correr 1 mes completo con los nuevos parámetros, sólo se corrieron 3 semanas por que se comenzó una semana tarde según lo planeado, se comenzaron las pruebas en la primer semana de diciembre

## RESULTADOS OBTENIDOS

En la primera etapa de los prototipos se realizaron 6 eventos (6 crs cada uno) con 3 combinaciones distintas de la velocidad de carrusel y la velocidad de tapete de cuerdas. Después de realizar estos prototipos se obtuvieron los siguientes resultados. En estas 3 combinaciones de velocidades se tomó la especificación actual con la que corren los productos de producción regular como la especificación más alta y siguiendo con la hipótesis se realiza la comparativa con dos combinaciones disminuyendo la velocidad para buscar comparar los resultados, considerando la apariencia visual y el desempeño en pruebas de laboratorio.

Producto	Velocidad de carrusel (RPM)	Velocidad de tapete de cuerdas (m/min)	Aplicación	Apariencia visual	Eficiencia de transferencia	Desempeño de laboratorio
Producto 1	11.5	13.5	TOP 2	OK	53.3%	OK
Producto 1	9.5	11.5	TOP 2	OK	59.7%	OK
Producto 1	7.5	9.5	TOP 2	OK. Ligerante encharcado	60.2%	OK
Producto 2	11.5	13.5	TOP 2	OK	56.8%	OK
Producto 2	9.5	11.5	TOP 2	OK	60.1%	OK
Producto 2	7.5	9.5	TOP 2	NOK. Encharcado y gotas	61.7%	OK

Después de realizar el análisis de resultados se eligió la combinación con los siguientes parámetros;

- Velocidad de carrusel: **9.5 RPM**
- Velocidad de tapete de cuerdas: **11.5 m/min**

Posteriormente al evaluar las especificaciones de gramos de aplicación que se tienen en producción se definieron 4 rangos, en los cuales fueron agrupadas todas las especificaciones y se comenzó la segunda etapa de prototipos tomando las velocidades antes definidas. Se agregó la variable de tipo de boquilla y fue monitoreada la presión de atomización buscando no exceder los 800 PSI para mantener una presión media-baja. Los resultados obtenidos fueron los siguientes;

Producto	Rango gr/ft2	Viscosidad	Boquilla	Velocidad de carrusel (RPM)	Velocidad de tapete de cuerdas (m/min)	Aplicación	Apariencia visual	Eficiencia de transferencia	Desempeño de laboratorio
Producto A	0.5 - 0.9	Como se recibe	612	9.5	11.5	ANTISOILING	OK	62.3%	OK
Producto A	0.5 - 0.9	Como se recibe	712	9.5	11.5	ANTISOILING	NOK. Encharcado	61.7%	OK
Producto B	1.0 - 1.4	28 ± 4 Copa ford #4	712	9.5	11.5	TOP 2	OK	64.5%	OK
Producto B	1.0 - 1.4	28 ± 4 Copa ford #4	715	9.5	11.5	TOP 2	OK	64.8%	OK
Producto C	1.5 - 1.9	28 ± 4 Copa ford #4	715	9.5	11.5	TOP 1	OK	64.2%	OK
Producto C	1.5 - 1.9	28 ± 4 Copa ford #4	617	9.5	11.5	TOP 1	NOK. Gotas	63.9%	OK
Producto D	2.0 - 2.4	36 ± 4 Copa ford #4	617	9.5	11.5	COBERTURA	OK	65.6%	OK
Producto D	2.0 - 2.4	36 ± 4 Copa ford #4	621	9.5	11.5	COBERTURA	OK	64.3%	OK

Después de evaluar los resultados se definieron las especificaciones que enseguida se muestran como propuestas para los nuevos parámetros de proceso, con estas consideraciones se procedió a correr los eventos de pilotaje y para esto se consideraron los 3 productos de mayor demanda pero de construcciones distintas con la finalidad de asegurar el desempeño de laboratorios y monitorear la eficiencia de transferencia en diferentes productos

Rango gr/ft2	Viscosidad	Boquilla	Velocidad de carrusel (RPM)	Velocidad de tapete de cuerdas (m/min)
0.5 - 0.9	Como se recibe	612	9.5	11.5
1.0 - 1.4	28 ± 4 Copa ford #4	712	9.5	11.5
1.5 - 1.9	28 ± 4 Copa ford #4	715	9.5	11.5
2.0 - 2.4	36 ± 4 Copa ford #4	617	9.5	11.5

En la etapa de pilotaje se corrieron 3 eventos en diferentes semanas sobre los productos de mayor demanda, estos eventos corrieron con todas las condiciones y el ambiente de un evento de producción regular, se dio seguimiento durante la aplicación y los eventos fueron revisados en inspección final con el equipo multidisciplinario para evaluar cada producto, de esta manera se obtuvieron los resultados que enseguida se muestran. Es importante mencionar que durante la aplicación de los eventos los lotes fueron liberados por los inspectores sin comentarios negativos sobre la apariencia, el monitoreo de los resultados de laboratorio se muestra en el anexo 1 (producto 1), anexo 2 (producto 2) y anexo 3 (producto 3)

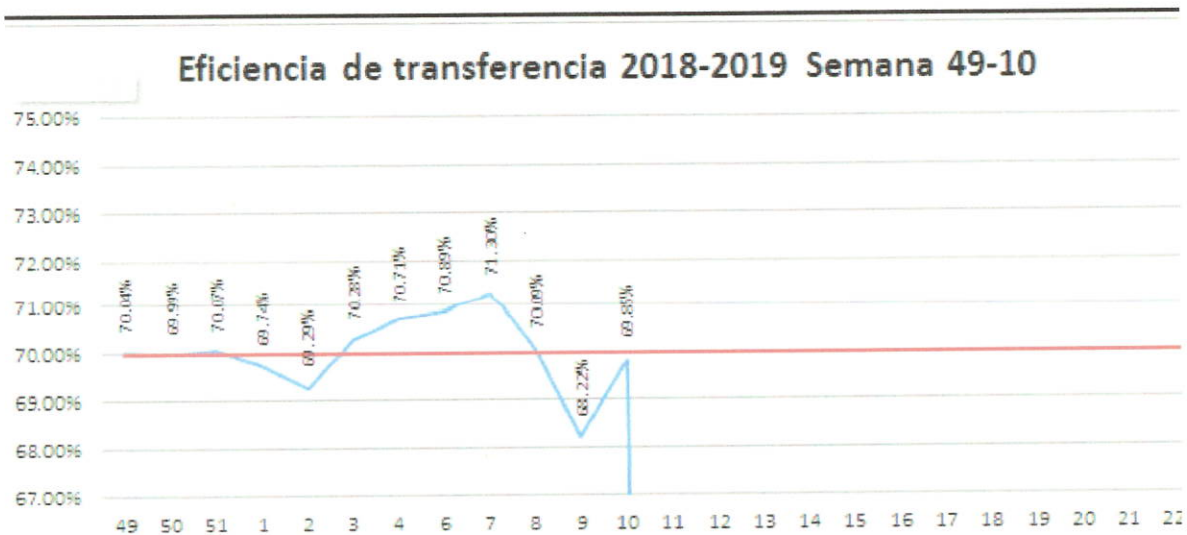
Producto	Aplicación	Boquilla	Viscosidad	Presion de fluido	Velocidad de carrusel (RPM)	Velocidad de tapete de cuerdas M/min	Grs/ft2 Seco	Transfer efficiency (%)
Producto 1	TOP1	712	29	600	9.3	11.4	1.18	70.1%
Producto 2	TOP2	610	30	500	9.4	11.6	1.05	68.3%
Producto 3	TOP1	610	28	450	9.4	11.3	1.16	71.0%

En la revisión con el equipo multidisciplinario los resultados fueron positivos en los tres eventos, la apariencia fue igual a los eventos de producción regular y en laboratorio el desempeño fue incluso, ligeramente mejor que los eventos de producción regular.

Es importante notar que se tuvo un importante incremento respecto a los resultados obtenidos en los prototipos, esto puede ser debido a la cantidad del tamaño de lote.

Finalmente después de revisar los eventos de pilotaje y obtener resultados favorables se procedió a correr todos los eventos de producción con la propuesta generada a partir del presente proyecto con el fin de evaluar el impacto de estos nuevos parámetros en la eficiencia de transferencia y analizar el comportamiento en laboratorios e inspección.

Al finalizar el periodo de prueba el comportamiento en laboratorios e inspección ha sido normal como producción regular por lo que no se ha tenido impacto negativo. El monitoreo ha continuado y el resultado es exitoso en el aumento de la eficiencia de transferencia alcanzando la meta del 70%.



## CONCLUSIONES

Al finalizar las pruebas y el monitoreo del comportamiento, después de la implementación de los nuevos parámetros en producción regular se ha cumplido el objetivo general, al alcanzar más de 70 % de eficiencia de transferencia en el periodo de implementación y se han cumplido de igual manera los objetivos específicos planteados al inicio del proyecto. De esta manera han quedado definidos los parámetros para la máquina de pulverización automática y se ha comprobado la hipótesis inicial propuesta.

Así, el presente proyecto termina de manera satisfactoria con la determinación de los siguientes parámetros de aplicación para la máquina de aplicación Barnini;

Rango gr/ft <sup>2</sup>	Viscosidad	Boquilla	Velocidad de carrusel (RPM)	Velocidad de tapete de cuerdas (m/min)
0.5 - 0.9	Como se recibe	612	9.5	11.5
1.0 - 1.4	28 ± 4 Copa ford #4	712	9.5	11.5
1.5 - 1.9	28 ± 4 Copa ford #4	715	9.5	11.5
2.0 - 2.4	36 ± 4 Copa ford #4	617	9.5	11.5

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Maquinaria de Curtidos, A. Bacardit y Ll. Ollé, Escola d'Enginyeria d'Igualada
- 2.- El acabado del cuero, A. Bacardit y Ll. Ollé, Escola d'Enginyeria d'Igualada
- 3.- Automatic Spraying Machines for leather production, Their operation and maintenance. DN Price, January 1980
- 4.- Environmental, Health, and Safety Guidelines TANNING AND LEATHER FINISHING, World Bank Group, Abril 2007
- 5.- International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science (IJLTEMAS) Volume VII, Issue IV, April 2018, ISSN 2278-2540



## ANEXOS

### Anexo 1. Resultados de laboratorio. Producto #1(Pilotaje)

TEST	MU	REQUIREMENTS	RESULT	COMMENTS
BALLY FLEX AS RECEIVED	Unidad	NO CRACK OR LIFTING	0 DEFECTS	PASS
BENDING,CANTILEVER,AVEG.PAR	mm	60 MAX	58.7	PASS
BENDING,CANTILEVER,AVEG.PER	mm	60 MAX	59	PASS
BLC SOFTNESS ST300	mm	3.8 MIN.	3.8	PASS
COLD CRACK RESISTANCE	Unidad	NO CRACKS	0 DEFECTS	PASS
ELONGATION AT BREAK ZONE 1	%	70 % MAX.	54.6	PASS
ELONGATION AT BREAK ZONE 2	%	70 % MAX.	64.2	PASS
ELONGATION AT BREAK ZONE 3	%	70 % MAX.	60.23	PASS
ELONGATION AT BREAK ZONE 4	%	70 % MAX.	40.08	PASS
ELONGATION AT BREAK ZONE 5	%	70 % MAX.	42	PASS
FLAMMABILITY	mm/min	100 MAX, SELF EXTING	SE	PASS
RUBBING DRY	AATCC	4 MIN.	5	PASS
RUBBING WET	AATCC	4 MIN.	5	PASS
SET PAR	%	8 % MAXIMUM	5	PASS
SET PER	%	8 % MAXIMUM	4.5	PASS
SOILING & CLEANING MARTINDALE	AATCC	5.0 MIN CLEAN	5	PASS
SOILING MARTINDALE	AATCC	4.5 MIN SOIL	4.5	PASS
STRETCH PAR	%	18 % MAXIMUM	15	PASS
STRETCH PER	%	18 % MAXIMUM	15	PASS
TABER ABRASION	Unidad	NO DAMAGE	0 DEFECTS	PASS
TAPE ADHESION	Unidad	NO DAMAGE	0 DEFECTS	PASS
TEAR STRENGTH (PB)	N	20 MIN.	35.33	PASS
TEAR STRENGTH WB	N	20 MIN.	25	PASS
TENSILE STRENGTH ZONE 1	N	355 N MIN	450	PASS
TENSILE STRENGTH ZONE 2	N	355 N MIN.	459	PASS
TENSILE STRENGTH ZONE 3	N	355 N MIN.	402	PASS
TENSILE STRENGTH ZONE 4	N	355 N MIN.	359	PASS
TENSILE STRENGTH ZONE 5	N	355 N MIN.	358	PASS
THICKNESS	mm	1.1 TO 1.5	1.31	PASS
WEIGHT PER UNIT AREA	kg/m2	1.22 MAX.	0.93	PASS

Anexo 2. Resultados de laboratorio. Producto #2 (Pilotaje)

TEST	MU	REQUIREMENTS	RESULT	COMMENTS
% CHROMIUM	%	5 MAX.	2.52	PASS
ADHESION STRENGTH DRY	N/cm	4 MIN.	9	PASS
ADHESION STRENGTH WET	N/cm	1.2 MIN.	2	PASS
BALLY FLEX DRY INITIAL	Unidad	NO CRACK OR LIFTING	0 DEFECTS	PASS
BLC SOFTNESS ST300	mm	3 MIN. AVERAGE	3	PASS
ELONGATION VALUE MAXIMUM	%	35-60	59.7	PASS
ELONGATION VALUE MINIMUM	%	35-60	52.7	PASS
FLAMMABILITY	mm/min	100 MAX. SELF EXTING	SE/NBR	PASS
LOOSE GRAIN PB	Grade test	2 MAX.	1	PASS
LOOSE GRAIN PB TAPE	Grade test	2 MAX.	2	PASS
LOOSE GRAIN WB	Grade test	2 MAX.	1	PASS
LOOSE GRAIN WB TAPE	Grade test	2 MAX.	1	PASS
OIL REPELLENCY	Unidad	4 MIN.	8	PASS
PERMANENT ELONGATION PB1	%	ONLY INFORMATIVE	3	PASS
PERMANENT ELONGATION PB2	%	ONLY INFORMATIVE	2	PASS
PERMANENT ELONGATION PB3	%	ONLY INFORMATIVE	3	PASS
PERMANENT ELONGATION WB1	%	ONLY INFORMATIVE	4	PASS
PERMANENT ELONGATION WB2	%	ONLY INFORMATIVE	4	PASS
PERMANENT ELONGATION WB3	%	ONLY INFORMATIVE	3	PASS
RUBBING DRY	AATCC	4-5 MIN.	5	PASS
RUBBING WET	AATCC	4-5 MIN.	4.5	PASS
RUBBING-ETHANOL	AATCC	4 MIN.	4	PASS
RUBBING-GAS	AATCC	4-5 MIN.	5	PASS
RUBBING-SOAP	AATCC	4-5 MIN.	4.5	PASS
RUBBING-SWEAT	AATCC	4-5 MIN.	4.5	PASS
SOILING MARTINDALE	Grade test	4 MIN.	4	PASS
STATIC ELONGATION LOAD 50N PB1	%	ONLY INFORMATIVE	10	PASS
STATIC ELONGATION LOAD 50N PB2	%	ONLY INFORMATIVE	10	PASS
STATIC ELONGATION LOAD 50N PB3	%	ONLY INFORMATIVE	8.5	PASS
STATIC ELONGATION LOAD 50N WB1	%	ONLY INFORMATIVE	11	PASS
STATIC ELONGATION LOAD 50N WB2	%	ONLY INFORMATIVE	12	PASS
STATIC ELONGATION LOAD 50N WB3	%	ONLY INFORMATIVE	11	PASS
STITCH TEAR VALUE MAXIMUM	N	60 MIN.	147.9	PASS
STITCH TEAR VALUE MINIMUM	N	60 MIN.	89.4	PASS
TABER WITHOUT SEAM	Unidad	NO DAMAGE	0 DEFECTS	PASS
TEAR STRENGTH VALUE MAXIMUM	N	25 MIN.	47.1	PASS
TEAR STRENGTH VALUE MINIMUM	N	25 MIN.	34.5	PASS
TENSILE STRENGTH VALUE MAXIMUM	N	130 MIN.	298	PASS
TENSILE STRENGTH VALUE MINIMUM	N	130 MIN.	228.8	PASS
THICKNESS	mm	1.2-1.5	1.5	PASS
WATER RESISTANCE	Unidad	NO COLOR CHANGE-RING	0 DEFECTS	PASS
WEIGHT	g/m2	800 - 1000	967	PASS

Anexo 3. Resultados de laboratorio. Producto #3 (Pilotaje)

TEST	MU	REQUIREMENTS	RESULT	COMMENTS
TEAR.B.BUTT.PER	N	15 MIN.	29.6	PASS
TEAR.C.BELLY.PAR	N	15 MIN.	29.1	PASS
TEAR.C.BELLY.PER	N	15 MIN.	33.4	PASS
TENSILE.B.BUTT.PAR	N	245 MIN.	411.3	PASS
TENSILE.B.BUTT.PER	N	245 MIN.	469	PASS
TENSILE.C.BELLY.PAR	N	245 MIN.	433.3	PASS
TENSILE.C.BELLY.PER	N	245 MIN.	456.7	PASS
THICKNESS.MAX.	mm	0.8 TO 1.4 MM	1.27	PASS
THICKNESS.MIN.	mm	0.8 TO 1.4 MM	1.26	PASS
WEIGHT.AVEG.	g/m2	550 TO 850	850	PASS
ABRAS.GAKUSHING.B.BUTT.PAR	Unidad	NO DAMAGE	0 DEFECTS	PASS
ABRAS.I.TRAVERS.B.BUTT.PAR	Unidad	NO DAMAGE	0 DEFECTS	PASS
ABRAS.I.TRAVERS.B.BUTT.PER	Unidad	NO DAMAGE	0 DEFECTS	PASS
ABRAS.II.TABER.CS10.BUTT	Unidad	NO DAMAGE	0 DEFECTS	PASS
ABRAS.II.TABER.H-18.B.BUTT	Unidad	NO DAMAGE	0 DEFECTS	PASS
ABRAS.III.TRAVER.B.BUTT.PAR	Unidad	NO DAMAGE	0 DEFECTS	PASS
ABRAS.III.TRAVER.B.BUTT.PER	Unidad	NO DAMAGE	0 DEFECTS	PASS
BEND.COLD.B.BUTT.PAR	Unidad	NO DAMAGE	0 DEFECTS	PASS
BENDING.CANTILEVER.AVEG.PAR	mm	ONLY REPORT	66.1	PASS
BENDING.CANTILEVER.AVEG.PER	mm	ONLY REPORT	55	PASS
CLEAN.CHOCOLATE.B.BUTT	Grade test	GRADE 4 MIN.	5	PASS
CLEAN.COFFEE.B.BUTT	Grade test	GRADE 4 MIN.	5	PASS
CLEAN.HAIR LIQUID.B.BUTT	Grade test	GRADE 4 MIN.	5	PASS
CLEAN.LIPSTICK.B.BUTT	Grade test	GRADE 4 MIN.	5	PASS
CLEAN.OIL.NISSAN.B.BUTT	Grade test	GRADE 4 MIN.	5	PASS
DENIM.GAK.CLEAN-B.B.BUTT.PAR	AATCC	CLEAN GRADE 4.5 MIN	5	PASS
DENIM.GAK.CLEAN-C.B.BUTT.PAR	AATCC	CLEAN GRADE 4.5 MIN	5	PASS
DENIM.GAK.SOIL-A.B.BUTT.PAR	AATCC	SOIL GRADE 4 MIN	5	PASS
ELONGATION.B.BUTT.PAR	%	60 MAX.	49.3	PASS
ELONGATION.B.BUTT.PER	%	60 MAX.	57.1	PASS
ELONGATION.C.BELLY.PAR	%	60 MAX.	45.4	PASS
ELONGATION.C.BELLY.PER	%	60 MAX.	56.9	PASS
FLAMMABILITY	mm/min	80 MAX. OR SE	SE	PASS
RUBBING.DRY.B.BUTT.PAR	AATCC	GRADE 4 MIN.	4	PASS
RUBBING.SWEAT.B.BUTT.PAR	AATCC	GRADE 4 MIN.	4	PASS
RUBBING.WET.B.BUTT.PAR	AATCC	GRADE 4 MIN.	4.5	PASS
SEAM.B.BUTT.PAR.MIN	N	392 MIN.	715.9	PASS
SEAM.B.BUTT.PER.MIN	N	392 MIN.	752.7	PASS
SLIDING FRICTION.B.BUTT.PAR	N-m	ONLY REPORT	0.19	PASS
SLIDING FRICTION.B.BUTT.PER	N-m	ONLY REPORT	0.26	PASS
TEAR.B.BUTT.PAR	N	15 MIN.	39.1	PASS