

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE UNA NUEVA
LINEA DE CARDADO DE 4900 KG./DIA EN UNA
EMPRESA TEXTIL.**

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO - ELECTRICISTA**

HERNAN JESUS PASTRANA CHACA

PROMOCIÓN 2001-II

LIMA - PERÚ

2015

INDICE

PROLOGO.	1
CAPITULO 1: INTRODUCCION.	
1.0 Introducción.	3
1.1 Antecedentes.	4
1.2 Objetivos generales y específicos.	5
1.2.1 Objetivos generales.	5
1.2.2 Objetivos específicos.	5
1.3 Alcance.	6
1.4 Limitaciones.	6
CAPITULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.	
2.0 Descripción de la empresa.	7
2.1 Presentación general.	7
2.1.1 Posición de instalaciones.	8
2.1.2 Aspectos administrativos.	8
2.1.3 Aspectos de funcionamiento.	9
2.1.3.1 Productos.	10-9
2.1.3.2 Producción anual.	10-1
2.1.3.3 Recursos humanos.	11
2.2 Misión, Visión y valores.	
2.2.1 Misión.	15
2.2.2 Visión.	15
2.2.3 Valores.	15
2.3 Lista de proyectos realizados.	17
CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.	
3.0 Descripción del proceso.	
3.1 Proceso de hilatura en anillos.	20
3.1.1 Características principales del proceso de hilatura en anillos.	22
3.1.1.1 Hilatura en anillos cardado.	23
3.1.1.2 Hilatura en anillos peinado.	24

3.2 Evaluación de máquinas y producción estándar.	25
---	----

CAPITULO 4: MARCO TEÓRICO.

4.0 Marco teórico.	
4.1 Conceptos generales de hilandería.	28
4.1.1 Numeración y título.	28
4.1.2 Coeficiente de variación.	30
4.1.3 Cálculo de producción.	30
4.2 Indicadores de producción.	31
4.2.1 Eficiencia y merma de proceso.	31
4.2.1.1 Eficiencia.	31
4.2.1.2 Merma y sub producto.	31
4.2.2 Índice de productividad UKG.	32
4.3 Proceso de cardado.	34
4.3.1 Secciones de la carda.	36

CAPITULO 5: DIAGNÓSTICO INICIAL.

5.0 Diagnóstico inicial.	40
5.1 Inventario de máquinas en el proceso de cardado.	40
5.2 Costos de producción y mantenimiento.	
5.2.1 Costos de producción.	44
5.2.2 Costos de mantenimiento.	49

CAPITULO 6: DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.

6.0 Desarrollo de la solución del problema.	53
6.1 Diferencia tecnológica y aplicación en el proceso de hilatura.	53
6.2 Valores teóricos de producción, eficiencia y merma.	56
6.3 Inicio del proyecto: Montaje y puesta en marcha de una nueva línea de cardado en una empresa textil.	57
6.3.1 Fase Inicial.	57
6.3.1.1 Constitución del proyecto.	57
6.3.1.2 Viabilidad del proyecto.	61
6.3.1.2.1 Análisis del mercado.	61
6.3.1.2.2 Análisis técnico.	62

6.3.1.3 Lista de stakeholders.	63
6.3.2 Fase Intermedia.	64
6.3.2.1 Planificar y definir el alcance del proyecto.	
6.3.2.2 Gestión de riesgos del proyecto.	64
6.3.2.2.1 Identificar los riesgos del proyecto.	64
6.3.2.2.2 Respuesta a riesgos del proyecto.	65
6.3.2.3 Definir actividades.	66
6.3.2.4 Definir recursos humanos.	75
6.3.2.5 Cálculo de los equipos eléctricos a utilizar.	80
6.3.2.6 Cronograma de actividades.	86
6.3.2.7 Preparación y presupuesto estimado.	87
6.3.2.8 Compras y adquisiciones.	89
6.3.3 Fase Final.	
6.3.3.1 Cierre del proyecto.	90

CAPITULO 7: ANÁLISIS COMPARATIVO.

7.0 Análisis de resultados.	91
7.1 Análisis de resultados por producción real.	91
7.2 Análisis de resultados por merma del proceso.	92
7.3 Análisis de resultados por costos de producción (UKG).	94

CAPITULO 8: ANALISIS DE COSTOS.

8.0 Análisis de costos.	96
8.1 Por incremento de producción.	96
8.2 Por reducción de merma.	97
8.3 Por costos de fabricación.	98
8.4 Resumen.	99

CONCLUSIONES.	100
----------------------	-----

OBSERVACIONES.	100
-----------------------	-----

BIBLIOGRAFÍA.	101
----------------------	-----

ANEXOS.	102
----------------	-----

PROLOGO

El proceso de cardado en la industria de la hilandería textil moderna es de vital importancia para una buena calidad de hilo, es por eso que se dice que el origen de un buen hilado proviene de un buen cardado.

El presente informe trata del proyecto de sustitución de 8 máquinas de cardado como una alternativa técnica – económica para mejorar la productividad y calidad de la empresa Compañía Industrial Romosa S.A.C. de 3200 kg./día de capacidad de producción de hilado.

En el capítulo 1, se señala el marco general de la industria textil, así como los antecedentes, los objetivos con los alcances y limitaciones del presente proyecto.

En el capítulo 2, se realizará una presentación global de la empresa Compañía Industrial Romosa S.A.C.

En el capítulo 3, Se realizará una descripción del proceso productivo, así como un enfoque general del proceso de hilandería.

En el capítulo 4, se detallará el marco teórico general a fin de conocer los términos con los cuales nos vamos a guiar en el proyecto y ahondaremos más sobre la teoría del proceso de cardado.

En el capítulo 5, describiremos el diagnóstico inicial del proyecto, en donde ahondaremos en datos de producción, eficiencia y merma obtenidas históricamente por la empresa, de igual manera se mencionarán los costos de producción y como se disgregan y nos centraremos en el costo por energía y por materia prima.

En el capítulo 6, se propone la solución al problema señalando las principales diferencias tecnológicas entre las cardas Platt 600 (a ser cambiadas) y las cardas Trutzschler DK-740, y se define el cronograma de actividades del proyecto.

En el capítulo 7 se presentan los resultados obtenidos luego de culminado el proyecto, se presentó un estimado inicial el cual sirvió de base para la viabilidad del proyecto sin embargo lo obtenido fue mejor que el estimado.

En el capítulo 8, se mencionará un análisis económico simple considerando el retorno de la inversión de acuerdo a las variables de eficiencia, merma, incremento de producción y ahorro de energía obtenidos al final del proyecto para comprobar su rentabilidad.

CAPITULO 1

INTRODUCCION

La industria textil peruana en la actualidad pasa por constantes cambios en los precios de productos terminados (hilado, tela y prenda de vestir) debido a la volatilidad en los precios de la materia prima en el mundo así como la libre importación de productos asiáticos a menos precio. En la fabricación de hilados (hilandería) el costo de la materia prima representa en promedio el 60% del costo del hilado final

Por otro lado el mercado textil sudamericano en los últimos 5 años se ha visto golpeado duramente por las importaciones de productos asiáticos (hilados y prendas de vestir de origen Hindú y de la China), que tienen la característica de su baja calidad, volúmenes de producción alto y bajo costo.

Como respuesta a esta situación, para el año 2013 – 2014 muchas empresas peruanas del rubro han tenido la visión de prepararse para poder ser competitivos en producción y costos mejorando el tiempo de entrega de sus productos con una mejor calidad, adicionalmente se tiene una gran ventaja competitiva: el algodón tanguis, algodón que tiene características físicas mucho mejores en cuanto a longitud, resistencia, color y regularidad comparándolo con el algodón de origen americano o el asiático (China e India).

Existe también la amenaza constante de productos hindúes quienes subsidiados por su gobierno amenazan con productos bajos costos y de media o baja calidad, ocasionando de que los costos locales también disminuyan afectando toda la cadena productiva textil nacional por lo que la tendencia de la producción del algodón tanguis tiende a disminuir, incrementando la posibilidad de la

importación de algodón americano y asiático, algodones que son de alto volátil y de mucho menor calidad y más caros que el tanguis.

En respuesta a estas amenazas, la empresa COMPAÑÍA INDUSTRIAL ROMOSA S.A.C., empresa que tiene más de 50 años trabajando en el mercado textil, planteó una estrategia basándose en el principio de la hilandería que señala que un buen cardado es un buen hilado dando un salto importante en la mejora de la calidad del producto, mejora de productividad, reducción de mermas y por consiguiente ahorro con la renovación de su línea de cardado, la cual es motivo del presente proyecto.

1.1 Antecedentes:

- En los últimos años, el sector textil viene afrontando un crecimiento en el consumo local, sin embargo sus altos costos de producción no son lo suficientemente competitivos comparándolo con los costos de los hilados asiáticos.
- La empresa citada se diferencia de las hilanderías convencionales en la fabricación de hilados especiales (hilados hechos de algodón con una mezcla de algodón teñido y con otras fibras como poliéster, acrílico, viscosa, modal, etc.) así como en la fabricación de lotes de producción cortos (producción a partir de 300 kg.), al ser el lote de producción corto, la eficiencia de producción disminuye y la merma aumenta por lo que los costos de producción son altos, es por eso que el valor agregado del hilado fabricado está en el producto, proceso y calidad.
- En la estructura de costos de una hilandería convencional, el costo de la materia prima representa el 60% del costo total del hilado, en nuestro caso

representa entre el 65 y 70% dependiendo del artículo fabricado, es por eso la importancia en la reducción de la merma en el proceso.

- En la hilandería se dice que un buen cardado es un buen hilado, el cambio tecnológico a través de los años en las máquinas de cardado va más sobre la automatización del equipo y sobre la mejora de la productividad de la máquina.
- El mercado exige artículos novedosos a costos moderados, se estima un incremento de pedidos en hilados peinados del 20% respecto a hilados cardados en heathers (hilados de colores y en 100% algodón) de acuerdo al estudio realizado por el departamento comercial para el año 2014.

1.2 Objetivos generales y específicos:

1.2.1 Objetivos generales:

- Validar el beneficio técnico – económico de la línea de cardado en la mejora de la productividad en la empresa Compañía Industrial Romosa S.A.C. por la ejecución del proyecto: Sustitución de 8 cardas Platt 600 del año 1971 por 6 cardas Trutzschler DK-740 del año 1998.

1.2.2 Objetivos específicos:

- Verificar las condiciones técnicas y de operación de las 6 cardas Trutzschler DK-740 del año 1998.
- Determinar el incremento de productividad y el ahorro de energía en la transformación del producto.
- Mejora de la eficiencia y de la línea de cardado.

1.3 Alcances:

- El alcance del presente informe comprende: la planificación y ejecución del proyecto del montaje de 6 cardas Trutzschler DK-740 del año 1998 en sustitución de 8 cardas Platt 600 del año 1971 en la empresa citada así como su evaluación económica. Las cardas en el proyecto fueron repotenciadas por personal técnico de la empresa.

1.4 Limitaciones:

- Se limita al montaje electromecánico del equipamiento textil de la zona de *cardado*, no incluye cálculo de cimentación ni diseño de estructuras.

CAPITULO 2

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1 Presentación general:

Compañía Industrial Romosa S.A.C. es una empresa cuyas instalaciones se encuentran ubicadas en la Av. Maquinarias N° 2401 y N° 2386 – Lima y está dedicada íntegramente a la fabricación de hilado a partir de algodón de origen natural mezclados con fibras sintéticas (poliéster y viscosa principalmente) las cuales se mezclan en proporciones determinadas para obtener diferente tipo de productos, manteniendo la calidad en todo momento. Como promedio global se considera una composición de hilado de 80% de algodón tanguis y 20% de otras fibras, con un título promedio de 30/1.



Figura 2.1. Vista frontal de la empresa.

2.1.1 Posición de sus instalaciones:

La compañía como ya señalamos cuenta con 2 locales:

- Av. Maquinarias 2401: **Planta 1**, la cual se dedica a la fabricación de todo tipo de hilado de algodón y mezclas con algodón teñido, poliéster, modal, viscosa, lino, acrílico, etc., de todos los colores, tanto cardado como peinado. Tiene un área de 3740 m²., todo construido de material noble. Esta planta cuenta con una antigüedad de 50 años, está completamente techada y el techo tiene una característica aislante (plancha de fierro galvanizado al exterior, plancha de poliuretano en medio y plancha de fierro de color blanco pintado al horno al interior) con el cual garantizamos que el calor del exterior no penetre y modifique las condiciones de trabajo del proceso.
- Av. Maquinarias 2386: **Planta 2**, esta planta está orientada solo a la fabricación de hilado crudo de algodón y mezclas con modal o viscosa, cardado o peinado. Tiene un área construida de 2050 m², la construcción es también de material noble pero con una antigüedad de 15 años. Las características del techo es similar al instalado en el anterior local descrito.

2.1.2 Aspectos administrativos:

La organización de la empresa está encabezada por el Gerente General el señor Pablo Lupis Cid, quien a su vez es el dueño de la empresa y toma las decisiones más importantes en conjunto con la Gerente de Operaciones la señora Cecilia Dávila quien a su vez es esposa del dueño y accionista de la empresa. La empresa cuenta también con una Jefatura de planeamiento, quien se encarga de proyectar los pedidos en la producción, medir eficiencia de proceso, control de mermas y a su vez indicar las fechas de despacho programándolas con la gerencia de Ventas, quien tiene el trato

directo con los clientes. Luego está el área de Producción quien hace el seguimiento total al proceso y coordina con el área de Control de calidad y de Mantenimiento cualquier modificación en tomo al buen trabajo del material.

Adicional cuenta con un área administrativa en donde se dividen en un área de importaciones, créditos y cobranzas, contabilidad, logística y control de almacenes y un área de desarrollos de muestras, en donde plantean nuevas alternativas para estas a la vanguardia de las novedades en el mundo textil. Así mismo, existe el área de sistemas que se encarga de medir y comparar todos los indicadores de la empresa.

2.1.3 Aspectos de funcionamiento:

Actualmente, las plantas trabajan en tres turnos durante los 7 días de la semana, pudiendo en contados casos, descansar los días domingos o trabajar solo 2 turnos, de acuerdo al requerimiento de producción.

La producción diaria de la empresa varía de acuerdo al material y al título fabricado (título se denomina a la unidad de medida del hilado, y que equivale al peso en gramos por metro producido). Para un título promedio de 30/1 la producción diaria sería de 4500 kg. /día con una eficiencia de enconado del 85 % en hilatura dividiéndose la producción en 3200 kg. /día en la planta nº 1 y 1300 kg. /día en la planta nº 2. La figura 2.1 muestra su diagrama de procesos.

2.1.3.1 Productos:

La empresa se dedica íntegramente a la fabricación de hilados para exportación a través de confeccionistas (en un 85% de la producción),

exportación directa (10% de nuestra producción) y un 5% en venta para el mercado local.

Los hilados realizados se caracterizan por ser mezclas especiales entre algodón (tanguis, americano, pima, hazera, hibrido, orgánico) pudiendo ser de distintos colores (previamente teñidos) y con otros materiales como la viscosa, poliéster, modal, acrílico e incluso lino, en todos los porcentajes posibles de acuerdo al requerimiento del cliente. El hilado puede ser cardado o peinado e incluso puede tener un efecto de flamé (hilado especial) como se muestra en la figura 2.2.



Figura 2.2 Variedad de colores y productos realizados.

Existen otras alternativas novedosas que se ofrecen en la empresa como el hilado Mouline, hilado con dots, con efecto stripe.

La mezcla de la materia prima se realiza en apertura casi en su totalidad, también se tiene disponible una línea de producción para que el

producto sea mezclado en un manual mezclador, sin embargo se limita para ciertos porcentajes de 2 productos.

2.1.3.2 Producción Anual:

Estadísticamente la producción anual del año 2013 en hilado cardado y peinado para un título promedio de 30/1 es de 1'060,500 kg. Considerando solo la producción interna y sin servicio. Se estima que para el año 2014 debemos tener un incremento de producción interna del 25% considerando que es una fábrica que da servicios y no se hace hilado para stock.

2.1.3.3 Recursos humanos:

Para el análisis realizado en el presente informe solo tomaremos como ejemplo a la planta N° 1, para ello el personal involucrado en el proceso por turno de 12 horas es:

- Apertura: 1 operario encargado de sección más 3 ayudantes quienes abren el material, lo pre mezclan y alimentan a la línea de producción.
- Cardado: 2 operarios encargado de las 10 cardas y un ayudante que alienta de material a las máquinas y mantiene limpia y ordenada la sección.
- Manuales: 2 operarios quienes alimentan el material que sale de las cardas, están encargados de atender las roturas y atoros por el proceso e identifican los materiales en proceso.
- Mecheras o pabileras: 3 operarios (1 por máquina).

- Continuas: 3 operarios (cada uno se responsabiliza por 6 máquinas), aparte 2 volantes de apoyo, quienes pegan el hilo roto de las continuas, 1 alimentador de canillas vacías, 1 personal de limpieza y 2 canilleros quienes se encargan de sacar las paradas de las continuas que no tienen mudada automática.
- Coneras: 3 operarios (1 por cada conera) quienes alimentan el material ya sea a la cargadora automática o a los magazines de las coneras. Adicional en las continuas con link hay otro operario de conera.
- Vaporizado y despacho: 2 personas, quienes se encargan de sacar las paradas de las coneras y meterlas al vaporizado, registrando luego el peso en bolsas producidas, de ahí sale el hilo listo para el despacho.
- 4 volantes de producción (apoyo en toda la planta a nivel de producción).

Adicional a eso cuenta con.

- 2 Supervisores de Producción.
- 1 Jefa de Control de calidad y 4 controlistas de calidad.
- 1 jefe de mantenimiento, encargado del manejo de 10 mecánicos y 5 electricistas (para todos los turnos de producción).

- 1 jefe de sistemas con un apoyo que se encarga del registro de la producción por etapas para el control en línea.
- 1 jefe de planeamiento quien se encarga de coordinar las labores de producción, calidad y mantenimiento buscando la forma de salir con la producción lo más rápido posible.
- 1 jefe de logística, quien ve las compras de materia prima y de repuestos y accesorios de maquinarias.
- 3 Contadoras en el área administrada.
- 1 jefe de recursos humanos.
- 1 encargado de las exportaciones (de producto terminado) e importaciones (de materia prima y repuestos).
- 3 Vigilantes.
- 1 encargado de almacén de repuestos.
- 1 encargado de almacén de materia prima con 3 ayudantes.
- 3 secretarias (gerencia general, gerencia de ventas y recepción).

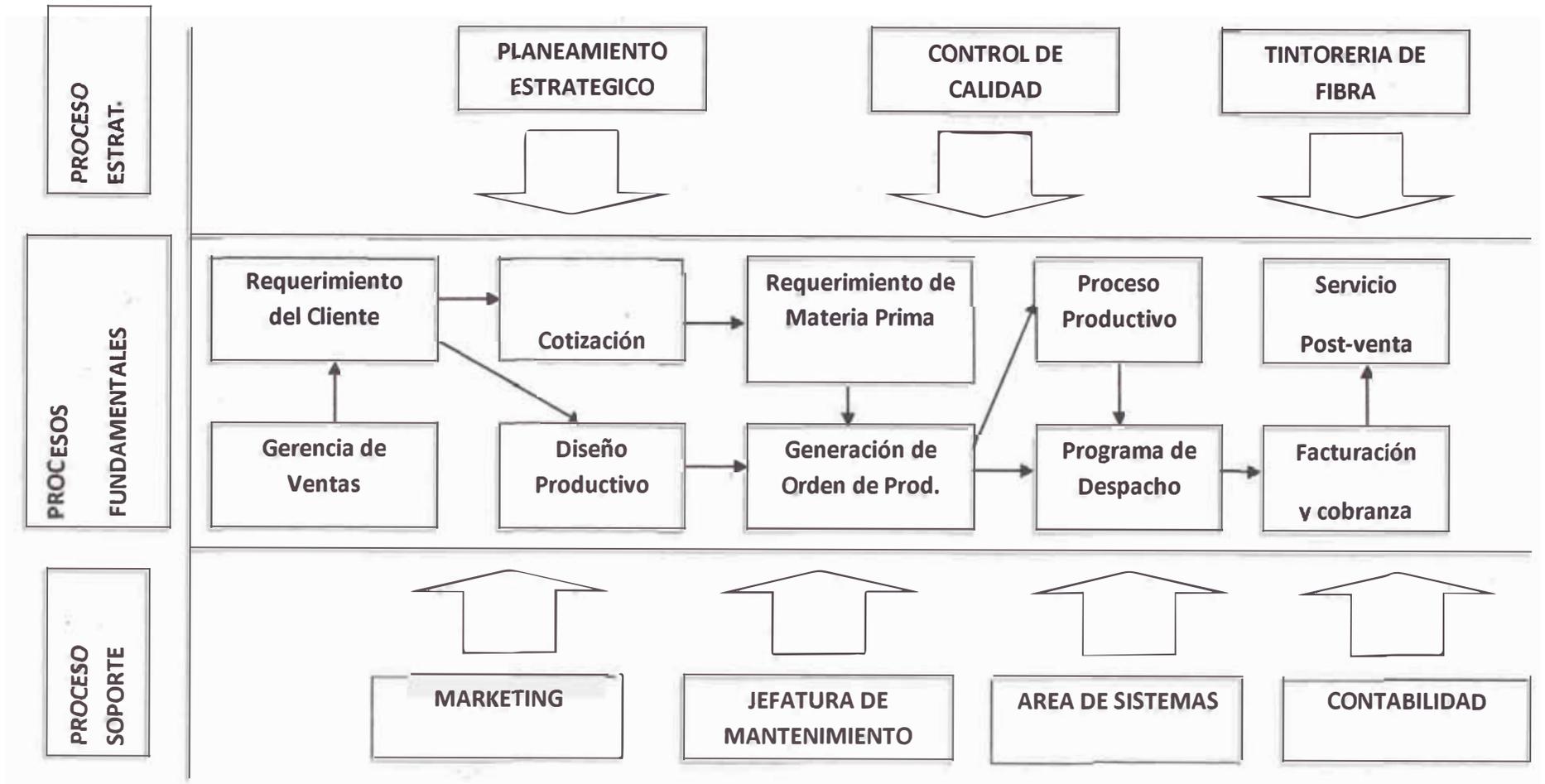


FIG. 2.1. MAPA DE PROCESOS DE LA COMPAÑÍA INDUSTRIAL ROMOSA S.A.C.

2.2 Misión, Visión, Valores:

2.2.1 Misión:

Brindar soluciones inmediatas y con altos estándares de calidad en la fabricación de hilados especiales en mezcla íntima para tejido de punto.

2.2.2 Visión:

Nuestra visión a futuro es llegar a ser la empresa líder en la fabricación de hilados especiales en mezcla íntima del mercado nacional, manteniendo en todo momento el nivel de calidad más exigente del mercado y desarrollando un producto que siempre satisfaga las expectativas del cliente, logrando así el reconocimiento internacional en el desarrollo de alternativas de solución ante requerimientos urgentes.

2.2.3 Valores:

- **La capacidad de respuesta al cliente.**

En el desarrollo de alternativas de solución ante un requerimiento inmediato, que puede ser la búsqueda de una exclusividad, para esto la empresa tiene un área de desarrollo de muestras, el cual en menos de un día proporciona alternativas de solución (llámense muestras sin valor comercial) para que el cliente pueda a su vez escoger lo que necesite y frente a esto asegurar la compra del cliente.

Sin embargo, el riesgo que se toma es que no existe al momento el análisis beneficio – costo para las muestras, debido a que para realizar este proceso es necesario el uso de las máquinas

de producción, cortar una producción en línea para poder realizar estas muestras, que de por si ya tienen un valor desde materia prima sin contar con los gastos de fabricación directos e indirectos (incluye el uso de la energía).

- **Flexibilidad en la producción,**

Aquí debemos señalar que la empresa procesa todo tipo de materiales para tejido de punto, puede producir algodón tanguis 100%, algodones importados (africano, colombiano, brasileño, americano, etc.), mezclados con fibras sintéticas como el poliéster (ya sea blanco o negro), viscosa normal o con viscosa de alto módulo (llamada también modal), se usa también acrílicos, fibras celulósicas (como el tencel) y ahora la empresa está incursionando en el uso de fibras largas como el algodón Híbrido y el uso de Pima en un nuevo proceso que estamos comenzando (proceso de peinado), y no solo se realizan las mezclas, sino que la producción variable implica la fabricación de diversos títulos de hilado (llamee título la unidad de medida del grado de finura del hilo en metros producidos por el peso del hilado).

Sin embargo, tanta flexibilidad en el proceso nos hace muchas veces ineficientes en producción, las regulaciones de máquinas son constantes y la preparación para producción de dichos materiales son muchas veces difíciles y desde el punto de vista de análisis energético, existe un derroche de energía que se debe de tratar de evitar. La figura 2.3 muestra la variedad de artículos realizados.



Figura 2.3 Muestras y desarrollos realizados.

2.3 Listado de proyectos realizados:

- **En el área de mantenimiento:**
 - En el año 2012, se logró implementar un plan de mantenimiento preventivo anual basado en el catálogo de las máquinas y la experiencia de los técnicos, el plan hasta su última actualización ya incluía a las nuevas cardas motivo del presente informe (adjunto en los anexos).
 - Implementación de trabajos de rutina para salvaguardar la calidad del producto (aseguramiento de calidad) como parte de las labores preventivas (plan de mantenimiento anual).
 - Implementar método de análisis causa – raíz para la solución de problemas.

- **En el área de automatización industrial:** en cuanto a la automatización industrial, los trabajos más importantes son:

- A partir del año 2006 se realizaron montajes eléctricos y electrónicos de equipos Flamé Filcom de la marca MATINSA en continuas de hilar, incluían regulación, calibración y puesta en marcha. Estos equipos realizan hilados especiales del tipo flamé, el cual consiste en incrementar de manera controlada y progresiva el grosor del hilado de acuerdo a lo programado. Se lograron instalar 13 equipos.
- En el año 2011 se realizó el montaje eléctrico y electrónico de 3 equipos para el control automático de 3 autoclaves en una tintorería de hilados y fibra, controlados a través de un CPU central, también de la marca MATINSA. Este trabajo se trató de una automatización para poder realizar el teñido de fibra e hilo de forma automática minimizando tiempos muertos y mejorando la calidad del producto, los PLC's y los módulos de expansión instalados son de la marca SIEMENS, el CPU es del modelo SIMATIS S-7 200.
- Creación a través de motores y control eléctrico y electrónico (variadores de velocidad y un PLC) de un nuevo hilado el cual lo llamaron Stripe, consiste en realizar inyección de una cinta de color de forma programada sobre 6 cintras de color claro que van sobre la mesa de alimentación de los manuales Rieter RSB-D30, al final se lograba un hilado de un título constante pero de diferentes colores o materiales.
- **En cuanto al montaje electro mecánico:** En 8 años de trabajo se hicieron las siguientes modificaciones e instalaciones:
 - Dirección del montaje eléctrico y puesta en marcha de 26 continuas de hilar (14 continuas marca Zinser modelo 317 y 12 continuas

marca Marzoli modelo NSF2 unidas a coneras marca Murata modelo 7-2), así como la implementación de 2 líneas de peinado de forma independiente.

- Diseño y montaje de un tablero eléctrico para una línea de apertura completa Marca Marzoli y con formador de rollos marca Trutzschler).
- Diseño de todos los tableros eléctricos así como diseño de cables e instalación de todas las instalaciones eléctricas de potencia tanto de la hilandería y la tintorería.

CAPITULO 3

DESCRIPCION DEL PROCESO

3.1 Proceso de hilatura en anillos:

El proceso de hilatura del algodón presenta una serie de etapas con operaciones destinadas a lograr distintos objetivos, realizadas en el siguiente orden de proceso y con los equipos mencionados. La tabla 3.1 y el grafico 3.1 muestran en resumen los procesos por hilatura de anillos.

TABLA 3.1. PROCESO DE HILATURA EN ANILLOS.

Proceso	Equipo utilizado
Apertura y mezcla	Abridora de fardos
Limpieza	Abridoras finas, Axiflow.
Mezcla	Batidora y Multimezclador.
Cardado	Carda
Estirado/Doblado	Manuar
Peinado	Peinadora
Afinado y torsión	Mechera
Torsión del hilo	Continua
Acabado	Bobinadora Enconadora Vaporizadora

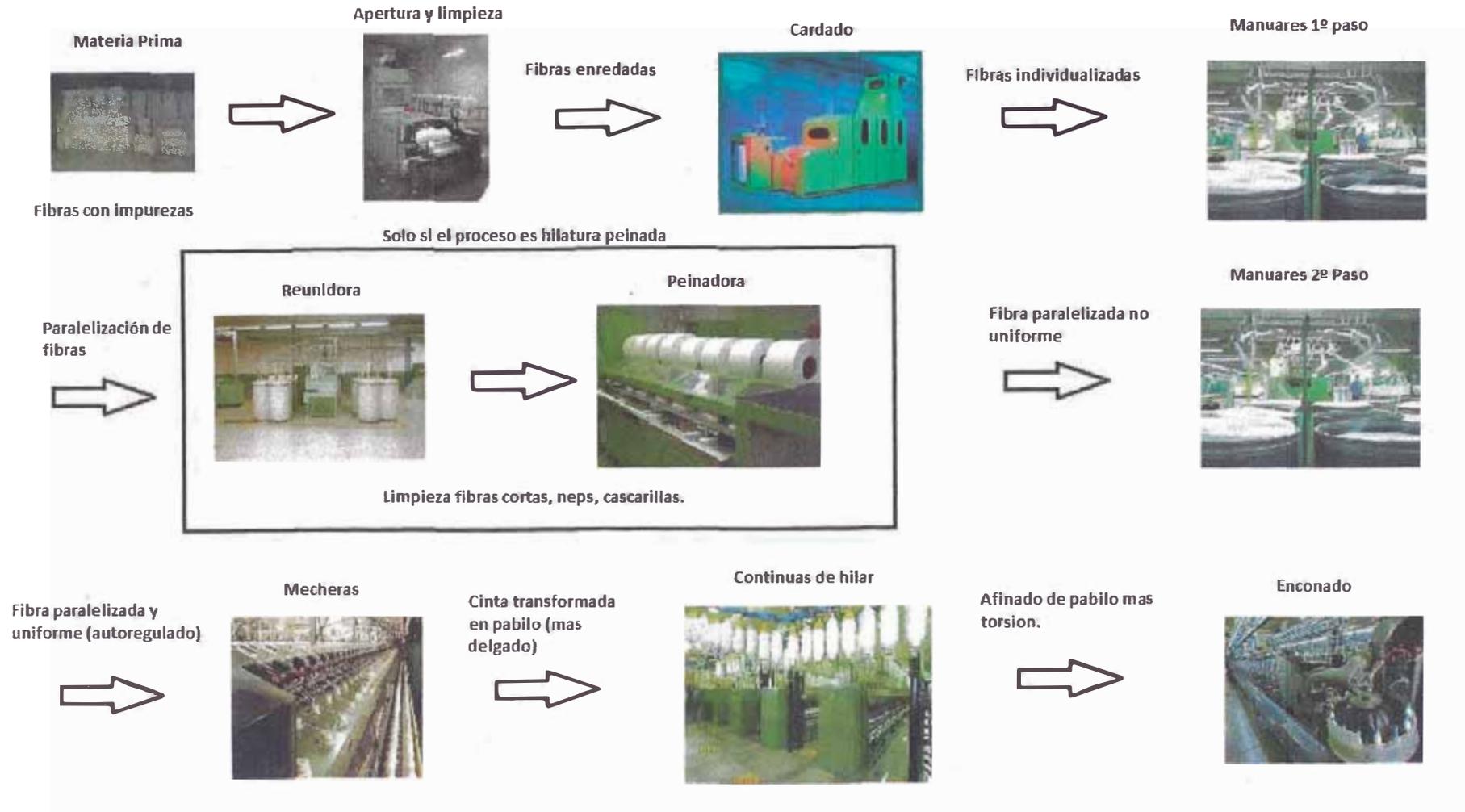


GRAFICO 3.1. PROCESO DE HILATURA EN ANILLOS CARDADO Y PEINADO.

El hilado de algodón puede tener diferentes características de acuerdo a la forma en que se ha elaborado. Hoy en día existen dos tipos distintos de hilatura para la fibra de algodón que generan tres tipos de hilados de características definidas y diferenciales con requerimientos del mercado. Ellos son: hilatura en open end y la hilatura en anillos cardado e hilatura en anillos peinado.

3.1.1 Características principales del proceso de hilatura en anillos.

La hilatura por anillo o hilatura convencional, aplica la torsión mediante un husillo giratorio como se muestra en la figura inferior. Es el método tradicional de hilatura, y precisa una serie de pasos intermedios que lo vuelve lento y costoso, con respecto a otros sistemas de hilatura.

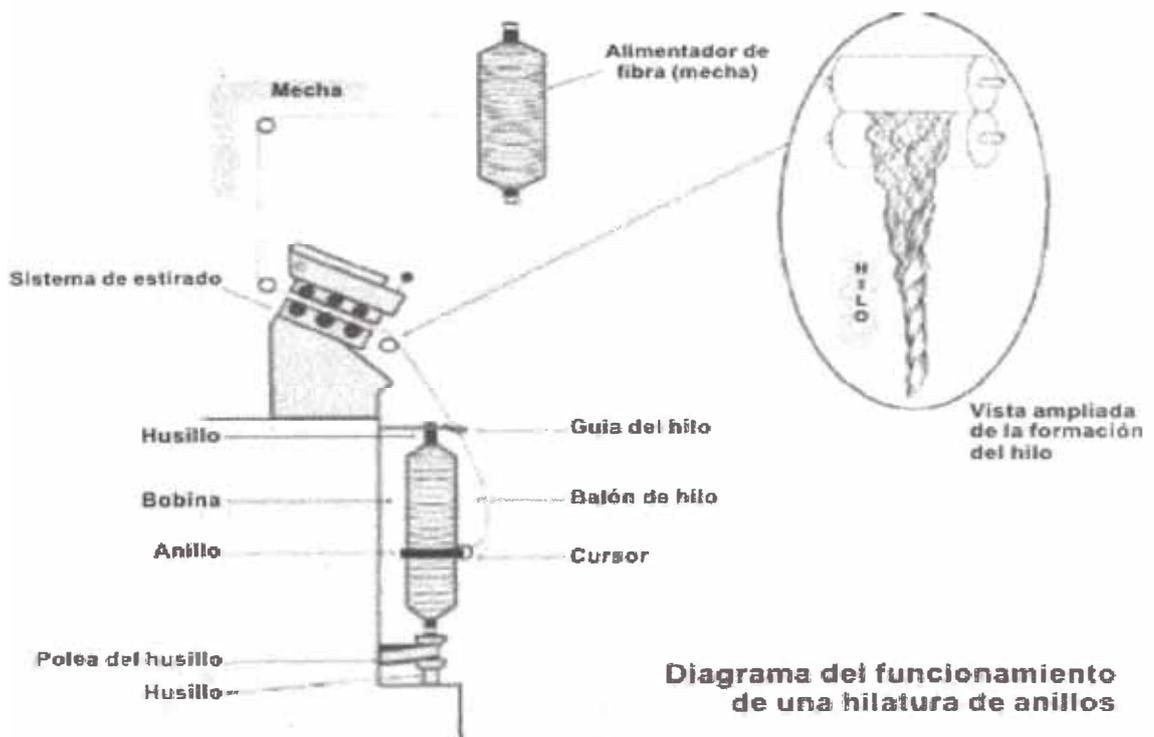


FIGURA 3.2. DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DE LA HILATURA EN ANILLOS.

La hilatura por anillo produce hilos resistentes, finos y suaves, también conocidos por su terminología inglesa, ring spun cotton.

Debido a su antigüedad, es la tecnología de hilatura más experimentada y su continuo desarrollo hace que los modernos equipamientos presenten diferencias sustanciales de productividad respecto a sus comienzos

3.1.1.1 Hilatura en anillos cardado.

Dentro de este sistema, la disposición de equipos y procesos más sencillos y de mayor productividad corresponde a la utilizada para obtener hilados cardados. Esto hace que este tipo de hilado presente un precio competitivo con un aceptable nivel de calidad.

La hilatura de algodón cardado es la forma básica de producción del hilado de algodón, en el sistema de hilatura por anillos (ring spun). En forma muy simplificada los procesos que involucran este tipo de hilatura son:

- **Apertura y limpieza:** Consiste en la apertura, limpieza, mezcla y posterior enrollado del material en forma de napas.
- **Cardado:** Se encarga de la limpieza profunda del rollo o la napa que proviene del proceso anterior, también se encarga de disgregar e individualizar la fibra obteniendo una cinta como producto final.
- **Manuales o estiradores:** La cinta de carda con la fibra individualizada pasan por manuales estiradores que se encargan de paralelizar e uniformizar la cinta.
- **Mechera o pabilera:** Se encargan de estirar y afinar la cinta que proviene de los manuales para transformarlo en pabilo.
- **Continuas de hilar:** El pabilo es estirado nuevamente al peso que se desea, dándole en este proceso el estiraje y la torsión final para que pueda tener resistencia.

- **Enconado o coneras:** Como etapa final se encarga del purgado de las imperfecciones que pueda tener el hilado en el proceso, así como el parafinado y transformado a conos para posteriormente ser tejidos.

3.1.1.2 Hilatura en anillos peinado.

Los hilados de máxima calidad y con altas prestaciones son producidos invariablemente por este sistema de hilatura donde la pieza fundamental la constituye la peinadora y por supuesto la alta calidad de fibra. Los procesos son mayores y el costo también pero la calidad del hilado peinado es la más alta.

Cuando nos referimos a la más alta calidad estamos hablando con referencia a los sistemas de hilatura, ya que la calidad final del hilado final estará dada por la calidad de la fibra utilizada y otros parámetros productivos como título y torsión, entre otros.

Los procesos que involucran al sistema de hilatura en anillos peinado son:

- **Apertura y limpieza.**
- **Cardado.**
- **Manuales o estiradores.**
- **Reunido o pre peinado:** Se encarga de reunir 24 cintas de manual y formar a partir de ellas una napa o manta de fibras las cuales se alimentaran a las peinadoras, ayudan a la paralelización de fibras de algodón.
- **Peinadora:** En este proceso se eliminan las fibras cortas y muertas que llevan consigo las napas alimentadas, también se separan las pequeñas

impurezas que aun aparecen posterior al cardado y se termina de paralelizar la fibra.

- **Mechera o Pabilera.**
- **Continua de hilar.**
- **Enconado o coneras.**

3.2 Evaluación de máquinas y producción estándar.

El proyecto de mejora se involucra en el proceso de cardado, El proceso de cardado es considerado como uno de los más importantes y requiere, por lo tanto, de mucha técnica y conocimiento para que se lleven a cabo sus cometidos en forma apropiada. Un producto defectuoso proveniente del cardado es muy difícil que pueda ser corregido en procesos posteriores, de allí que dicho proceso se considere fundamental y básico para la calidad del hilo.

El inventario inicial de cardas al inicio del proyecto es:

TABLA 3.2. Inventario de máquinas inicial.

MAQUINA	MARCA	TIPO	SERIE	AÑO DE FAB.	POTENCIA INSTALADA (kW)
Carda 1	Platt	600 111 ^a	M 824-A3	1967	8.5
Carda 2	Platt	600 111 ^a	M 824-A1	1967	8.5
Carda 3	Platt	600 111 ^a	M 824-A4	1967	8.5
Carda 4	Platt	600 111 ^a	M 824-A2	1967	8.5
Carda 5	Platt	600 111 ^a	M 824-A5	1967	8.5
Carda 6	Platt	600 111 ^a	P 300 AT6	1975	8.5
Carda 7	Platt	600 111 ^a	P 202 YE17	1974	8.5
Carda 8	Platt	600 111 ^a	P 202 YE26	1974	8.5
Carda 9	Platt	600 111 ^a	P 300 AT18	1975	8.5
Carda 10	Platt	600 111 ^a	P 300 AT17	1975	8.5
Carda 11	Platt	600 111 ^a	P 300 AT20	1975	8.5
Carda 12	Platt	600 111 ^a	P 300 AT19	1975	8.5

De la tabla 3.2, como primera observación se define que la antigüedad promedio de las máquinas es de 42 años, dichas máquinas por la tecnología y el año de fabricación son ya obsoletas y están completamente depreciadas.

De otro lado por la antigüedad se deduce fácilmente que los costos de producción y mantenimiento para estas cardas son elevados.

Las principales razones expuestas por la gerencia (paradigmas) para seguir utilizando y no renovar el parque de cardas son:

- Velocidad de producción: los materiales que se trabajan debido a la variedad de productos y características de la fibra, tienden a ir a poca velocidad. Esto es debido a que la fibra de algodón cuando se tiñe pierde resistencia, sumado a eso que al mezclarse con materiales abrasivos como el poliéster o el modal, hacen que las guarniciones de los órganos cardantes pierdan filo rápidamente a mas alta velocidad.
- Estructura de máquina: Por el tipo de partidas que se hacen en producción, partidas que van desde los 50 kg. Hasta los 5000 kg., no podemos implementar en el proceso una línea de apertura que alimente directamente a las cardas como se hace actualmente en hilanderías de 100% algodón para ganar eficiencia. Por ello en la empresa analizada se utiliza el formador de rollos con lo que la producción puede ser distribuida por líneas de cardas sin ningún problema. Sin embargo en la actualidad el sistema con formador de rollos es un sistema obsoleto por lo que las cardas modernas ya no vienen con la mesa y el soporte para poder adaptar los rollos sino vienen con silos alimentadores. Cardas modernas con sistema de alimentación por rollo ya no se fabrican, se dejaron de fabricar en el año 2000.



FIGURA 3.3. Carda Platt 600 – año 1975.



FIGURA 3.4. Carda Trutzscler DK-740 – año 1998.

CAPITULO 4

MARCO TEORICO

4. Marco Teórico.

4.1 Conceptos generales de la hilandería.

4.1.1 Numeración o título:

La numeración o titulación de los hilos en la industria textil, es utilizada como forma de representar éstos convencionalmente, con el fin de clasificarlos, compararlos, darles aplicabilidad y comercialización. Existen dos grupos de titulación que son:

Grupo Directo:

Es aquel que toma un peso variable, según el título y una longitud constante. Para este grupo el título se define como la relación entre el peso y la longitud para darnos una idea del grueso o peso del material. Ejemplo: Un hilo 100 tex, significa: Que 100 gramos son el peso de 1000 metros de dicho hilo. Es directo porque a mayor título mayor grueso o peso.

TABLA 4.1. Equivalencia de unidades en sistema directo.

S I S T E M A	LONGITUD CONSTANTE	PESO ESTÁNDAR
KILOTEX	1000 MTS.	1 KILOGRAMO
DENIER	9000 MTS.	1 GRAMO
TEX	1000 MTS.	1 GRAMO
DECITEX	10000 MTS.	1 GRAMO
MILITEX	1000000 MTS.	1 GRAMO

Grupo Indirecto

Es aquel que toma un peso constante y una longitud standard, que se convierte en variable según el título o número. En este grupo se define el título como la relación entre la longitud y el peso para obtener una idea del grueso del material.

Ejemplo: Un hilo 20 Ne, significa que: 20 madejas de 840 yardas cada una pesan 1 libra inglesa. Es indirecto porque a mayor título menor grueso o peso del material.

Tabla 4.2. Equivalencia de unidades en sistema indirecto.

SISTEMA	PESO CONSTANTE	LONGITUD ESTÁNDAR
Numero inglés para algodón (Ne)	1 libra inglesa	1 madeja = 840 yds.
Numero inglés para lana peinada (Wo)	1 libra inglesa	1 madeja = 560 yds.
Numero inglés para lana cardada (Wn)	1 libra inglesa	1 madeja = 256 yds.
Numero métrico (Nm)	1 gramo	1 metro

Los sistemas de Numeración o titulación analizados, tienen diferentes aplicaciones. El Ne o título inglés, se emplea para los productos del proceso de hilatura del algodón. El Wo (Worsted) para los productos del proceso de lana peinada. El Wn (woollen) para los productos del proceso de lana cardada. El Nm (número métrico) sistema internacional. Los

sistemas del grupo directo tienen su mayor aplicación en el campo de las fibras e hilos sintéticos.

Tabla 4.3. Cuadro de conversión entre sistemas.

	Ktex	Tex	Td	Dtex	Ne	Nm
Ktex		Tex/1000	Td/9000	Dtex/10000	0,59/Ne	1/Nm
Tex	Ktex*1000		Td/9	Dtex/10	590,5/Ne	1000/Nm
Td	Ktex*9000	Tex*9		Dtex*0,9	5315/Ne	9000/Nm
Dtex	Ktex*10000	Tex*10	Td/0,9		5905/Ne	10000/Nm
Ne	0,59/Ktex	590/Tex	5315/Td	5905/Dtex		Nm*0,59
Nm	1/Ktex	1000/Tex	9000/Td	10000/Dtex	Ne*1,69	

4.1.2 Coeficiente de variación:

El coeficiente de variación (o C.V.) es un valor estadístico que nos da una cifra simple de irregularidad total del título del material. Es una guía útil para usarla en el control de calidad rutinario, ya que si su valor aumenta; es necesario buscar las razones por las cuales aumenta la irregularidad; no nos indica si el hilo teje bien o mal, o si el hilo producirá defectos en la tela, nos da un índice de como las fibras se están homogenizando o paralelizando por todo el proceso. El equipo más conocido que mide este y otros valores es el USTER.

4.1.3 Cálculo de producción:

El cálculo de producción para toda máquina en hilandería tiene una fórmula en común en función al título y la

velocidad de entrega del material (velocidad periférica o a la salida de la máquina). Dicha relación está establecida en la siguiente fórmula:

$$\text{Producción diaria (kg.)} = 0.85 \times \frac{Vp \times N^{\circ} \text{ posiciones}}{Ne} \times \% \eta$$

Dónde:

- Producción diaria: es en kilogramos al día (total).
- Vp: Velocidad periférica o de entrega expresada en metros/min.
- N° posiciones: Son las posiciones de producción o entrega de material de la máquina, en el caso de las cardas solo tienen una entrega.
- Ne: El título de la cinta de salida el cual es independiente del grosor de la napa de ingreso.
- % η : Eficiencia de la máquina, la cual va a depender del artículo, proceso, cantidad del lote.

4.2 Indicadores de producción:

4.2.1 Eficiencia y merma en proceso:

4.2.1.1 Eficiencia: Relación que existe entre la producción real y la producción teórica:

$$\eta(\%) = \frac{\text{Producción real (kg.)}}{\text{Producción teórica (kg.)}} \times 100$$

4.2.1.2 Merma y sub producto: Llámese merma

al material no recuperable que se forma entre 2 procesos. Específicamente en el cardado, el material que ingresa son los rollos de las napas, el material que sale es cinta de carda y existe material que se queda en proceso, los cuales son:

- Neumafil.
- Barrido.
- Pepas
- Cascarillas.
- Chaponada.
- Velo.
- Cinta no condensada.
- Napa doble.
- Volátil.

4.2.2 Índice de productividad UKG: Este es un índice que nos representa la energía consumida para producir 1 kilogramo de material por proceso (cardado o peinado). Es un indicador que relaciona la eficiencia del proceso, la merma, producción diaria de la siguiente manera:

$$UKG(\text{por kilogramo}) = \frac{Ec(kW - h) \times Pp(kg.)}{Pd(kg.) \times N \times 100}$$

Dónde:

Ec: Energía consumida por turno.

Pp: Producción necesaria para procesar 100 kg. de hilo.

Pd: Producción diaria por turno y proceso.

N: Unidades de entrega (para las cardas es 1).

Para el análisis del UKG en las cardas se tomará la tabla 4.4 y la tabla 4.5 que nos muestran las mermas por proceso.

Tabla N°4.4. Tabla de mermas y material por procesar para 100 kg. de hilo cardado.

Fuente: Gerencia de producción (año 2013).

Proceso	Merma por proceso (%)	Por procesar (en kg.)
Batán	3,00%	115,4
Cardas	7,00%	112,0
Manuales	0,50%	104,1
Pabileras	0,50%	103,6
Continuas	2,50%	103,1
Coneras	0,50%	100,5
Hilado cardado final:		100 kg.
Merma Total:		15,40%

Tabla N°4.5. Tabla de mermas y material por procesar para 100 kg. de hilo peinado.

Fuente: Gerencia de producción (año 2013).

Proceso	Merma por proceso (%)	Por procesar (en kg.)
Batán	3,00%	131,9
Cardas	8,00%	127,9
Manuales	0,50%	117,7
Peinadoras	12,00%	117,1
Pabileras	0,50%	103,1
Continuas	2,00%	102,6
Coneras	0,50%	100,5
Hilado peinado final:		100
Merma Total:		32,00%

La tabla 4.4 y 4.5 se obtuvieron de un lote de 3000 kg. De un material cardado y peinado con poco porcentaje de material teñido y un título final de hilado de 30/1.

4.3 Proceso de cardado:

En el proceso de cardado, las cardas abren las capas de fibras, separándolas y depurándolas por última vez de suciedades y fibras cortas. Ordena las fibras conformando un velo uniforme que da lugar a una primera cinta, apta para sufrir estirajes.

Esta máquina desgarrar los flocones de fibras al pasar por un gran cilindro con guarniciones, que luego de reunirse en forma de velo, se comprime para formar una cinta a la salida, denominada: cinta de carda.

Pero además de la apertura, las cardas cumplen un segundo objetivo, que es: ordenar las fibras limpias y empezar la individualización y paralelización de las mismas, conformando un velo uniforme, que producirá cintas de fibras regulares. Las fibras en las cardas están cohesionadas naturalmente, y el velo que forman presenta las siguientes características: libre de aglomeración de fibras (neps), menor cantidad de fibras cortas, eliminación adicional del polvo y aplanado de la capa de fibras reduciéndolas a una cinta apta para sufrir estirajes. Finalmente, un tercer requisito de esta máquina es de entregar una cinta que no contenga tramos gruesos y/o tramos delgados, que no esté contaminada de ningún tipo de grasas o aceites y además que no haya borra adherida al material.

Las cintas de carda son recogidas a la salida del equipo, en unos contenedores donde se deposita en forma circular por su propio peso, denominados botes de carda. Las cardas más modernas, trabajan actualmente con un ancho de 1.500 mm, y una producción de hasta 240 kg/h, pudiendo procesar fibras cortas hasta 60 mm de longitud (datos de la carda C60 de la firma Rieter).

4.3.1 Secciones de la carda:

Desde el punto de vista de una carda, la podemos dividir en las siguientes secciones con fines de analizarlas: Sección de apertura y limpieza de impurezas más pesadas, zona del cardado, sección condensadora del velo (ver gráfico 4.1).

- Sección de apertura y limpieza: En este punto la masa de fibras que es alimentada por un cilindro que gira a baja velocidad, le presenta en forma controlada (napa) las fibras a la trayectoria de las púas (tipo diente de sierra) del Licker-in que gira a alta velocidad, penetrando sobre ellas, peinándolas y cambiándoles la trayectoria para ser enviadas a la parte inferior. En este punto se ocasiona una acción importante de apertura y limpieza, ya que unas cuchillas desmotadoras con sistemas de aspiración y segmentos de cardado contribuyen a abrir los copos de fibras y permitir la salida de las impurezas más pesadas (motas, pepas, impurezas vegetales, etc.). La modificación de la cantidad de desperdicios segregada en el pre-abridor, siempre ha sido muy difícil y ha exigido mucho tiempo. Por esta razón, muchas veces no se realizaba una adaptación a la materia prima, necesaria desde el punto de vista tecnológico. En la práctica esto

significaba muy altas cantidades de desperdicios y, con ello, un mal aprovechamiento de la materia prima.

- Zona del cardado: Realizada entre el gran cilindro y los chapones. Los manojos de fibras transportados por la guarnición del gran cilindro son lanzados contra la guarnición de los chapones, aunque siendo parcialmente rotados y halados por el gran cilindro que se mueve a alta velocidad. En la medida que los manojos de fibras son forzados dentro del espacio entre el gran cilindro y chapones, las fuerzas de compresión resultante empujan las fibras contra las púas del revestimiento. Debido a que los chapones se encuentran prácticamente estacionarios si los comparamos con la superficie del gran cilindro que se mueve a alta velocidad, el factor de carga de la fuerza de compresión contra los chapones, es mayor que aquella contra el gran cilindro, la cual debido a su velocidad presenta una superficie más grande para la misma fuerza de compresión. El tamaño de los manojos de fibras, disminuyen rápidamente, prácticamente todos los manojos son abiertos por el 5º o 6º chapón. Al mismo tiempo, los chapones se cargan totalmente. Sin embargo en la medida que continuarán su viaje hacia

delante estos todavía actúan como un filtro dentro del cual impurezas y polvo fino lanzado por el gran cilindro es depositado. De lo precedente, es evidente que las condiciones del cardado mejorarán cuando un material bien preparado y abierto llegan al gran cilindro.

- Sección de condensado: Las fibras provenientes de la superficie del gran cilindro son capturados por la guarnición del doffer. El extremo trasero de las fibras que permanece en la guarnición del gran cilindro es girada alrededor, enderezada y peinada por el cilindro que se mueve a mayor velocidad. Como resultado, la mayoría de las fibras en el velo tendrán ganchos traseros. La transferencia de las fibras del gran cilindro al doffer es puramente mecánica. Por medio de esta acción una gran cantidad de fibras sobre un amplio espacio de la superficie del cilindro principal es depositada sobre un espacio reducido de la superficie Doffer se depositan fibras provenientes de 20 a 30 pulgadas sobre el cilindro principal. Lo anterior hace que se presente una superposición de fibras en un espacio reducido, dando lugar a la formación de un delgado y continuo velo de fibras enredadas consigo mismas.

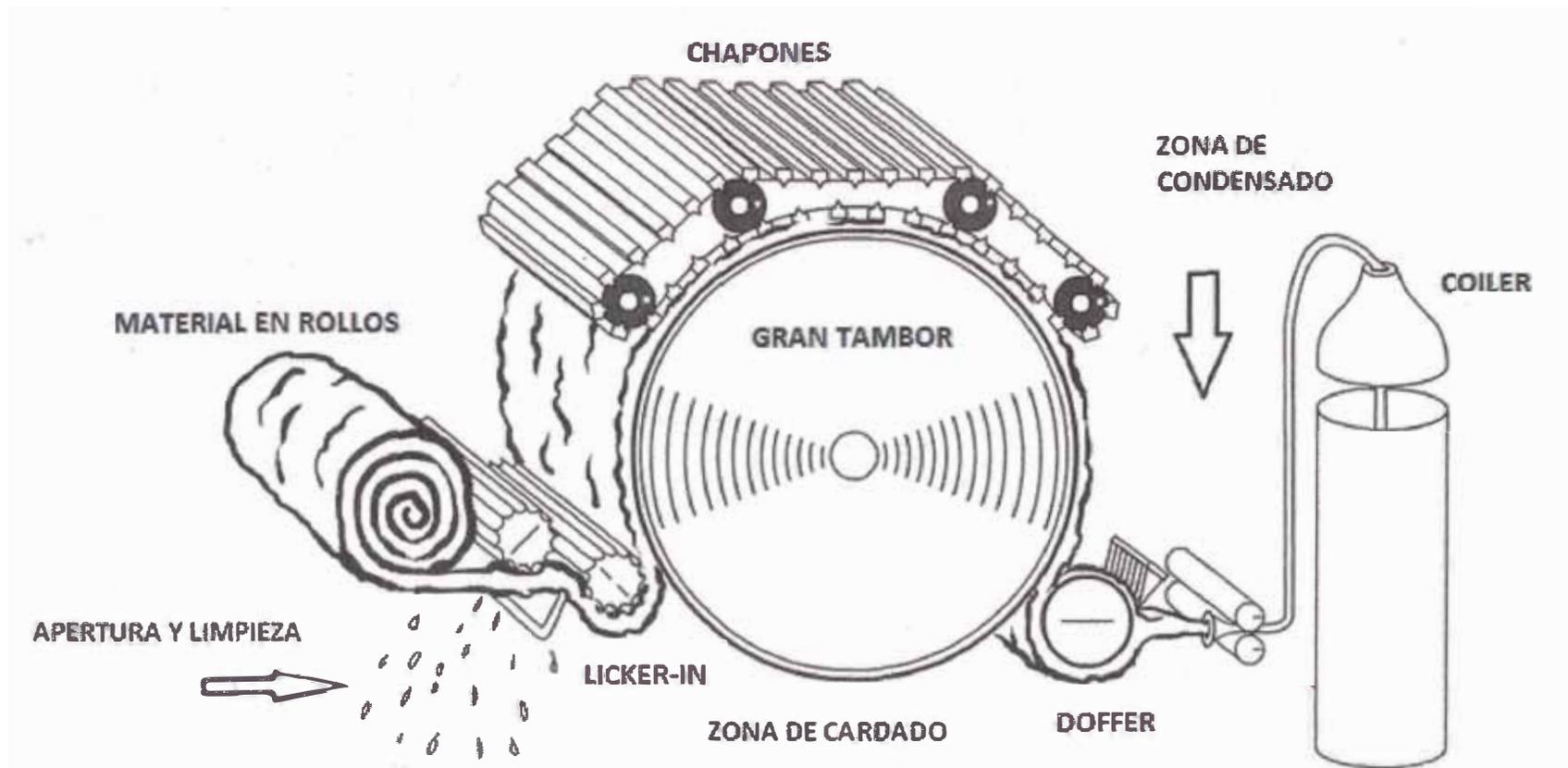


GRAFICO 4.1. SECCIONES DE LAS CARDAS

CAPITULO 5

DIAGNOSTICO INICIAL

5. Diagnóstico Inicial.

5.1. Inventario de máquinas en el proceso de cardado

Del inventario inicial de máquinas presentado en la tabla 3.2 se tienen las tablas 5.1 y 5.2 con los siguientes índices de eficiencia y merma de acuerdo a un estudio realizado por el departamento de planeamiento y se subdivide por proceso (cardado o peinado) y a su vez por material.

TABLA 5.1. Producción estándar inicial de las cardas Platt 600 con materiales cardados.

Fuente: Gerencia de producción (2013).

MATERIAL PARA PROCESO DE CARDADO					
MAQUINA	Vp. (m/min.)	Kg./día (teórico)	Eficiencia	Kg./día (real)	Merma (%)
Carda 1	62	479,1	75%	359,3	7%
Carda 2	64	494,5	75%	370,9	7%
Carda 3	58	448,2	75%	336,1	7%
Carda 4	58	448,2	75%	336,1	7%
Carda 5	64	494,5	75%	370,9	7%
Carda 6	68	525,5	75%	394,1	7%
Carda 7	66	510,0	75%	382,5	7%
Carda 8	62	479,1	75%	359,3	7%
Carda 9	74	571,8	75%	428,9	7%
Carda 10	64	494,5	75%	370,9	7%
Carda 11	68	525,5	75%	394,1	7%
Carda 12	64	494,5	75%	370,9	7%

Producción
día: **4474,1 Kg.**

TABLA 5.2. Producción estándar inicial de las cardas Platt 600 con materiales peinados.

Fuente: Gerencia de producción (2013).

MATERIAL PARA PROCESO DE PEINADO					
MAQUINA	Vp. (m/min.)	Kg./día (teórico)	Eficiencia	Kg./día (real)	Merma (%)
Carda 1	48	370,9	70%	259,6	8%
Carda 2	52	401,8	70%	281,3	8%
Carda 3	45	347,7	70%	243,4	8%
Carda 4	45	347,7	70%	243,4	8%
Carda 5	52	401,8	70%	281,3	8%
Carda 6	56	432,7	70%	302,9	8%
Carda 7	56	432,7	70%	302,9	8%
Carda 8	50	386,4	70%	270,5	8%
Carda 9	60	463,6	70%	324,5	8%
Carda 10	50	386,4	70%	270,5	8%
Carda 11	56	432,7	70%	302,9	8%
Carda 12	50	386,4	70%	270,5	8%

Producción
día: **3353,6 Kg.**

Para la obtención de estos datos se consideró lo siguiente:

- Lote analizado de 3000 kg.
- El material cardado es en 100% algodón con bajo porcentaje de teñido.
- El material peinado es en 100% algodón con bajo porcentaje de teñido.
- La velocidad de salida (periférica) fue medida con un tacómetro Monarch modelo PLT200 y fue medida en las calandras del coiler de cada carda.
- El título de la cinta de salida es de 0.11 en promedio y está controlado mecánicamente a través de la transmisión de piñones de la carda.

- Velocidad del gran tambor de 320 RPM y velocidad del lickerin de 820 RPM, todas las velocidades uniformes.
- La eficiencia y merma se han puesto de forma global y analizada por lotes.

A su vez, la línea de cardado tiene que estar en la capacidad de abastecer la línea de hilatura, en nuestro caso tenemos la siguiente línea de hilatura por abastecer:

TABLA 5.3. Continuas de hilar en la planta N° 1, cantidad de husos en producción.

Fuente: Jefatura de Mantenimiento (año 2013)

MARCA	MODELO	CANTIDAD	VELOCIDAD HUSO (RPM)	N° HUSOS
ZINSER	317L	13	11000	480
MARZOLI	NSF2	4	13500	600
MARZOLI	NSF3	2	14000	530
TOTAL DE HUSOS:				9700
VELOCIDAD HUSO PROMEDIO (rpm):				120000

De la tabla 5.3 se observa que la línea de hilatura (continuas de hilar) cuenta con 9700 husos productivos, los cuales tienen la siguiente producción dependiendo del tipo de hilado (cardado o peinado):

Producción diaria en las continuas de hilar:

Hilado 30/1 cardado:	3323,5 Kg./día.
Hilado 30/1 peinado:	3554,7 Kg./día.

Esto es considerando una eficiencia en hilatura del 85%. Las velocidades de producción para un hilado cardado y peinado son distintas debido a que la fibra para el hilado peinado es más fina, por ende hay más

cantidad de fibra por sección transversal del hilo y necesita menos torsión en la hilatura para que tenga buena resistencia, lo cual le permite tener una velocidad periférica mayor comparado con el hilado cardado.

Considerando la tabla 4.4 así como la producción promedio de las continuas de hilar para un título de hilado Ne 30/1, se observa lo siguiente:

- Para una producción promedio de 3323,5 kg. /día de un hilado 30/1 cardado es necesario producir 3460 kg. de cinta cardada, para una producción promedio de 3554,7 kg./día de un hilado 30/1 peinado es necesario producir 4180 kg. de cinta cardada, por lo que actualmente la línea de hilatura estaría balanceada para procesar solo del 35% de la línea de continuas para hilado peinado y el 65% restante para hilado cardado, considerando que el margen de ganancia por la fabricación de un hilado peinado es de US\$ 1.50 mientras que para un hilado cardado es de US\$ 1.00 (fuente: Gerencia Comercial), entonces se realza la necesidad de incrementar la oferta de hilatura peinada y por ende la capacidad de producción de la línea de cardado.
- La velocidad periférica de las cardas para un hilado peinado es 18% menos que para un hilado cardado, esto debido a que el material se peina cuando se trata de fibras con micronaire bajo (llámese micronaire la unidad de medida de la finura de la fibra), al ser más fino entonces las fibras toman más tiempo para individualizarse y disgregarse, de otro lado al ser fibras más finas existe mayor cantidad de neps (llámese neps a la aglomeración o enredo de fibras generado por las mismas semillas del algodón o por fibras muertas).

- Existe para un mismo modelo de carda distintos tipos de velocidades periféricas debido a varios aspectos que resumidos serian:
 - Estado de las guarniciones de las cardas.
 - Estado mecánico de la máquina.

5.2. Costos de producción y mantenimiento:

5.2.1. Costos de producción:

En la estructura de costos de una hilandería, el mayor costo de producción se genera en la materia prima la cual representa hasta el 60% de los costos de producción, por ello nos es muy importante hacer el seguimiento respectivo al tema de control de las mermas.

La estructura de costos de una hilandería promedio se muestra en la tabla 5.4:

TABLA 5.4.
Costos de Producción y Margen de Ganancia (promedio)

Componentes de Costo	Fabricación Promedio (%)
Materia Prima (Raw Material)	60,00
Mano de obra (Salaries and wages)	10,00
Provisiones (Stores)	3,00
Energía (Power)	15,00
Otros Costos	4,50

(Other costs)	
Intereses (Interest)	4,00
Depreciación (Depreciation)	2,00
<hr/>	
TOTAL	98,50
<hr/>	
Margen de ganancia (Profit margin)	1,50

Se observa que el costo de materia prima y el costo de la energía son la referencia en el costo de hilatura total, ya que la mano de obra, las provisiones e intereses son un costo fijo, procederemos a analizar el retorno de inversión con la materia prima (disminución de la merma en el proceso) y la energía (costo por kilogramo fabricado).

El UKG es un índice que nos indica cuanta energía consume un equipo para fabricar un kilogramo de material, este factor depende de:

- Producción de la carda promedio.
- Merma promedio.
- Eficiencia promedio.
- Energía consumida.

De lo dicho obtenemos el siguiente cuadro inicial:

TABLA 5.5. Cálculo del UKG para las cardas Platt 600 para materiales cardados.

Fuente: Gerencia de producción.

CARDAS	Energía diaria (kW-h)	Velocidad periférica (m/min)	Título promedio (Ne)	Eficiencia	Cálculo de la producción por día	Cálculo de lo necesitado para producir 100 kilos	UKG
Carda Platt 1	129,119	62	0,11	0,75	359,32	112	40,25
Carda Platt 2	130,609	64	0,11	0,75	370,91	112	39,44
Carda Platt 3	135,079	58	0,11	0,75	336,14	112	45,01
Carda Platt 4	134,334	58	0,11	0,75	336,14	112	44,76
Carda Platt 5	131,354	64	0,11	0,75	370,91	112	39,66
Carda Platt 6	129,119	68	0,11	0,75	394,09	112	36,70
Carda Platt 7	126,14	66	0,11	0,75	382,50	112	36,94
Carda Platt 8	127,629	62	0,11	0,75	359,32	112	39,78
Carda Platt 9	123,905	74	0,11	0,75	428,86	112	32,36
Carda Platt 10	134,334	64	0,11	0,75	370,91	112	40,56
Carda Platt 11	118,69	68	0,11	0,75	394,09	112	33,73
Carda Platt 12	114,22	64	0,11	0,75	370,91	112	34,49

Total UKG: **463,67**

UKG promedio cardado: **38,64**

TABLA 5.6. Cálculo del UKG para las cardas Platt 600 para materiales peinados.

Fuente: Gerencia de producción.

CARDAS	Energía diaria (kW-h)	Velocidad periférica (m/min)	Título promedio (Ne)	Eficiencia	Cálculo de la producción por día	Cálculo de lo necesitado para producir 100 kilos	UKG
Carda Platt 1	129,119	48	0,11	0,70	259,64	127,9	63,61
Carda Platt 2	130,609	52	0,11	0,70	281,27	127,9	59,39
Carda Platt 3	135,079	45	0,11	0,70	243,41	127,9	70,98
Carda Platt 4	134,334	45	0,11	0,70	243,41	127,9	70,59
Carda Platt 5	131,354	52	0,11	0,70	281,27	127,9	59,73
Carda Platt 6	129,119	56	0,11	0,70	302,91	127,9	54,52
Carda Platt 7	126,14	56	0,11	0,70	302,91	127,9	53,26
Carda Platt 8	127,629	50	0,11	0,70	270,45	127,9	60,36
Carda Platt 9	123,905	60	0,11	0,70	324,55	127,9	48,83
Carda Platt 10	134,334	50	0,11	0,70	270,45	127,9	63,53
Carda Platt 11	118,69	56	0,11	0,70	302,91	127,9	50,12
Carda Platt 12	114,22	50	0,11	0,70	270,45	127,9	54,02

TOTAL UKG: 708,91

**UKG promedio
peinado: 59,08**

Analizando las tablas 5.5 y 5.6, para obtener el 35% de producción de hilado peinado en la línea de continuas, es necesario dividir la línea de cardado en 50% para materiales cardados y 50% para materiales peinados, por ende el UKG promedio en cardas para mantener el balance en la línea de hilatura (continuas) es el promedio de las mencionadas en la tabla 5.5, el UKG promedio al inicio del proyecto es de 48.8, el objetivo es bajar el UKG por lo que tendríamos que mejorar 3 factores:

- Consumo de energía.
- Merma en el proceso.
- Producción de la línea de cardado.

Señalar también que en el consumo de energía se incluyó el consumo de energía eléctrica por iluminación y por los ventiladores que extraen los desperdicios, dichos factores se han promediado e incluido dentro de los consumos por carda.

5.2.2. Costos de mantenimiento:

Las cardas Platt 600 al ser de 40 años de antigüedad presentan ya desgaste y costos altos de mantenimiento correctivo, la tabla 5.6 muestra la evolución de los costos de mantenimiento correctivo de las 12 cardas al inicio del proyecto:

Tabla 5.6. Evolución del costo de mantenimiento correctivo en el año 2013 (fuente: contabilidad).

MES	Costos por mantenimiento correctivo (año 2013).
Enero	6345,8
Febrero	9836,2
Marzo	5630,0
Abril	9472,2
Mayo	9591,6
Junio	12503,3
Julio	11878,1
Agosto	10096,4
Septiembre	12660,9
Octubre	11509,9
TOTAL (S/.):	99524,2

La tabla muestra el costo mensual de mantenimiento correctivo considerando los repuestos, servicios de terceros y mano de obra en nuevos soles y en los últimos 10 meses.

De otro lado los tiempos muertos generados por el mantenimiento no programado hacen que la eficiencia de producción de la línea de cardado se reduzca, además del desgaste de las piezas mecánicas existe también el desgaste de los órganos cardantes (guarniciones del gran tambor, doffer, lickerin y chapones). Los costos de los órganos cardantes se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 5.7. Costo de las guarniciones para cardas Platt 600 (fuente: jefatura de logística).

Tipo	Marca	Características	Procedencia	Precios US\$
GUARNICION DE TAMBOR	GRAF	P-2025-x0,5 de 865 púas por pulgada.	Suiza	1163,70
	BEKAERT	050 30D 860H de 860 púas por pulgada.	EEUU	670,44
GUARNICION DE DOFFER	GRAF	N-4025BX0,9 de 365 púas por pulgada 2	Suiza	454,61
	BEKAERT	090 30H 367R de 367 púas por pulgada 2	EEUU	255,99
GUARNICION DE CHAPONES	GRAF	Spacetop M de 520 púas por pulgada 2, especial para algodón fino y largo.	Suiza	1509,03
	BEKAERT	H50 FLATS de 500 púas por pulgada 2, especial para algodón tanguis y pima.	EEUU	1457,50
GUARNICION DE LICKERIN	GRAF	E-5505x0,1 ángulo de ataque de 10º para limpieza media a extrema.	Suiza	108,75
	BEKAERT	109 05L 93G de las mismas características.	EEUU	74,38

Nota: TODOS LOS PRECIOS SON EX WORKS Y EN DOLARES AMERICANOS.

Precio total por Carda: **GRAF** **3236,09** DOLARES POR CARDA
BEKAERT **2458,31** DOLARES POR CARDA

En donde para 8 cardas y considerando en promedio un 20% de costos adicionales por traslado e impuestos (fuente: departamento de contabilidad) y adicional el servicio de forrado realizado por personal externo (servicio de terceros) valorizado en US\$ 850.00 por carda, se necesitaría invertir por carda US\$ 3800.00. El estado de las guarniciones de las cardas es muy importante para su calidad y producción, si las guarniciones están en buenas condiciones las exigencias en cuando a producción incrementan y el limitante sería el estado mecánico y eléctrico de la carda.

La empresa considero un costo innecesario el seguir invirtiendo en las cardas Platt 600 pues a pesar de que se le puede considerar un leve incremento de producción por guarniciones nuevas, no iba a mejorar su eficiencia la cual incluso estaba con tendencia a disminuir e incrementarse su costo de mantenimiento de acuerdo al gráfico 5.6 que nos muestra una tendencia creciente.

CAPITULO 6

DESARROLLO DE LA SOLUCION DEL PROBLEMA

6. DESARROLLO DE LA SOLUCION DEL PROBLEMA

6.1. Diferencia tecnológica y aplicación en el proceso de hilatura.

El proyecto en una primera tapa considera reemplazar 8 cardas Platt 600 por 6 cardas marca Trutzschler con las siguientes especificaciones:

- Marca: Trutzschler.
- Modelo: DK-740.
- País de origen. Alemania.
- Año de fabricación: 1998.
- Sistema de alimentación: Por napas.
- Ancho de la napa de ingreso: 995 mm.
- Diámetro cilindro alimentador: 100 mm.
- Diámetro cilindro Tomador: 250 mm.
- RPM cilindro tomador: 920 rpm.
- Diámetro cilindro gran tambor: 1290 mm.
- RPM cilindro gran tambor: 400 rpm.
- N° de chapones: 80 totales, 30 en trabajo.
- Potencia instalada: 9.0 kW.

Las principales diferencias entre la carda Platt 600 y la carda Trutzschler son:

- El control del sistema de estiraje se realiza mediante un motor de corriente continua comandado por un módulo electrónico, dicho

módulo recibe una señal del PLC de la máquina del tipo análogo el cual es programado a través del panel frontal (tiene un estiraje que va de 60 hasta 130 veces). Las regulaciones se realizan eléctricamente. En las cardas Platt las regulaciones se realizan con piñones y constantes mecánicas, dificultando la calibración de la carda e incrementando el stock de piñones de cambio.

- Cuenta con un sistema de autorregulado a largo periodo llamado CORRECTACARD CCD el cual mediante un sensor ubicado en la boquilla de salida del velo lee constantemente el espesor de la cinta saliente transformando esta información mediante un captador de posición en una señal eléctrica que la transmite al sistema de mando. Dependiendo del valor nominal ingresado en el programador y el valor medido, se va modulando la velocidad de entrega de la napa a fin de controlar el ingreso de material y el título de salida. Con eso ayuda a mantener el título de la cinta lo más cercano posible al valor nominal (disminuye el CV de la cinta) mejorando la calidad del producto.
- Los chapones giratorios se desplazan contra el sentido de rotación del tambor garantizando que cuando haya mayor velocidad relativa entre ambos puntos cardantes, mejor será el cardado. En el caso de las cardas Platt 600 tanto los chapones como el tambor giran en el mismo sentido.
- La cantidad de chapones giratorios en total son de 80 que giran en contra del sentido de giro del gran tambor a diferencia de las cardas Platt 600 que llevan 106 chapones giratorios, con eso hay un ahorro en las fundas de chapones para el cambio de guarniciones.

- Adicional a los 80 chapones giratorios (de los cuales 30 siempre están en contacto con el gran tambor), existen 2 zonas más de trabajo para el cardado, llamado WEBCLEAN ubicados en la zona de ingreso (zona del tomador o lickerin) y en la zona de salida (zona del llevador o doffer), este sistema cuenta con chapones estacionarios los cuales garantizan que la fibra que ingresa al cardado esté pre limpia de impurezas y además cuando salga este paralelizada y con menos fibras cortas.
- Toda la transmisión se realiza mediante rodamientos y poleas dentadas con fajas de transmisión del tipo dentado, lo cual garantiza periodos menores en mantenimiento (lubricación) y sobre todo que la máquina esté operando.
- La potencia instalada de la carda es de 9 kW mientras que en la carda Platt 600 es de 11 kW.
- El tamaño del coiler de las cardas Trutzschler es para botes de 40" de diámetro, para las cardas Platt es de 18". Cuanto mayor sea el diámetro del tacho entonces mayor será la cantidad de material que ingrese al bote reduciendo los tiempos muertos por cambio de bote. Adicionalmente al contener mayor cantidad de material en el bote, el proceso de manuales (1º paso de manuales) también tendrá mejor eficiencia. En contra está que se ve limitado para realizar artículos de poca producción.
- Cuenta con sistemas de control de tiempos muertos, control de producción instantánea y acumulada por turnos, desde el tablero principal se visualiza la velocidad de entrega y el título de la cinta de salida así como todas las velocidades de los órganos cardantes.

6.2. Valores teóricos de producción, eficiencia y merma.

De acuerdo al gráfico de velocidades de las cardas y a la disposición de máquinas actual, las 8 cardas a reemplazar son la carda 1, 2, 3, 4, 8 (sería reemplazada por la carda 9 del mismo tipo), 10, 11 y 12.

Adicionalmente y dadas las características de la carda Trutzschler de tener mayores puntos de limpieza en la etapa de apertura (segmento cardante bajo el lickerin) y cardado (sistema webclean con chapones estacionarios antes del doffer y posterior al lickerin) el sistema de limpieza será más eficiente por lo que la merma disminuirá y la producción se incrementará mejorando también la eficiencia del proceso.

Por ello el gráfico propuesto de velocidades y mermas teórico de acuerdo al juicio de expertos sería el siguiente:

TABLA 6.1. Producción final estimada al finalizar el proyecto para hilados cardados.

MATERIAL PARA PROCESO DE CARDADO					
MAQUINA	Vp (m/min.)	Kg./día (teórico)	Eficiencia	Kg./día (real)	Merma (%)
Carda Trutzschler 1	85	656,8	85%	558,3	6,5%
Carda Trutzschler 2	85	656,8	85%	558,3	6,5%
Carda Trutzschler 3	85	656,8	85%	558,3	6,5%
Carda 4 (ex 5)	64	494,5	75%	370,9	7,0%
Carda 5 (ex 6)	68	525,5	75%	394,1	7,0%
Carda 6 (ex 7)	66	510,0	75%	382,5	7,0%
Carda 7 (ex 9)	74	571,8	75%	428,9	7,0%
Carda Trutzschler 8	85	656,8	85%	558,3	6,5%
Carda Trutzschler 9	85	656,8	85%	558,3	6,5%
Carda Trutzschler 10	85	656,8	85%	558,3	6,5%

Producción diaria (kg.): 4926,1

TABLA 6.2. Producción final estimada al finalizar el proyecto para hilados peinados.

MATERIAL PARA PROCESO DE PEINADO					
MAQUINA	Vp (m/min.)	Kg./día (teórico)	Eficiencia	Kg./día (real)	Merma (%)
Carda Trutzschler 1	65	502,3	85%	426,9	7,5%
Carda Trutzschler 2	65	502,3	85%	426,9	7,5%
Carda Trutzschler 3	65	502,3	85%	426,9	7,5%
Carda 4 (ex 5)	52	401,8	70%	281,3	8,0%
Carda 5 (ex 6)	56	432,7	70%	302,9	8,0%
Carda 6 (ex 7)	56	432,7	70%	302,9	8,0%
Carda 7 (ex 9)	60	463,6	70%	324,5	8,0%
Carda Trutzschler 8	65	502,3	85%	426,9	7,5%
Carda Trutzschler 9	65	502,3	85%	426,9	7,5%
Carda Trutzschler 10	65	502,3	85%	426,9	7,5%
Producción diaria:				3773,2	

De las tablas 6.1 y 6.2 y comparándolas con las tablas 5.1 y 5.2, teóricamente tendríamos un incremento en producción en cinta cardada de 10% y en cinta peinada de 12%.

A su vez se está considerando un incremento de la eficiencia en un 85% considerando que el cambio de los tachos así como las roturas de cinta disminuirá.

6.3. Inicio del proyecto: Montaje y puesta en marcha de una nueva línea de cardado en una empresa textil.

6.3.1. Fase inicial:

6.3.1.1. Constitución del proyecto:

- **Nombre del proyecto:** MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE UNA NUEVA LINEA DE CARDADO DE 4900 KG./ DIA EN UNA EMPRESA TEXTIL.

- **Siglas:** MYPM.
- **Descripción del proyecto:** Consiste en reemplazar las máquinas obsoletas totalmente depreciadas en la línea de cardado de una empresa textil por máquinas con tecnología superior a fin de garantizar un producto de calidad minimizando costos de producción. El producto final es el montaje de 6 cardas Trutzschler modelo DK-740 del año 1998 las cuales ya fueron descritas con anterioridad.

Los trabajos de desmontaje, montaje, así como de la puesta en marcha de los equipos estarán a cargo del personal de mantenimiento eléctrico y mecánico de la misma empresa dirigida y supervisada por la jefatura de mantenimiento.

Según el cronograma, el Proyecto se divide en 3 partes: Desmontaje de las máquinas que actualmente existen trabajando, montaje de la nueva línea de cardado y puesta en marcha de las nuevas cardas.

El trabajo inició en el mes de noviembre del 2013 y tuvo una duración de 2 meses (desde el 12 de noviembre al 15 de enero del 2014).

Todos los trabajos de desmontaje y montaje se realizarán en la planta nº 1 ubicado en la av. Maquinarias 2401 en Lima.

- **Definición de los requisitos del proyecto:**

Del sponsor (jefatura de mantenimiento), que se cumpla con la cantidad de personal técnico calificado de acuerdo al requerimiento del proyecto, así como en coordinación con producción las facilidades para el desmontaje, traslado y montaje de máquinas ya que podrían llevar a retrasos en producción.

Del Cliente (Gerencia de producción y gerencia general) que se cumpla el cronograma impuesto por la jefatura de mantenimiento así como el de ajustarse al presupuesto inicial.

- **Objetivos del proyecto:**

Incremento de la capacidad de producción de cinta cardada en un 10% para hilatura cardada y 12% para hilatura peinada, a su vez mejorar la calidad del producto y la confiabilidad del proceso. Los criterios de éxito serían la producción final de la línea de cardado, el costo de fabricación de la cinta y la eficiencia del proceso de cardado.

Tiempo:

Cumplir con el cronograma del proyecto. Concluir el proyecto en 2 meses comenzando el montaje de maquinarias el 12 de noviembre del 2013.

Costo:

Cumplir con el presupuesto estimado de US\$ 102,110.00 sin exceder lo estimado.

- **Finalidad del proyecto:**

Generar mayores ingresos a la empresa a través del incremento de producción de hilado peinado el cual tiene mayor margen de ganancia que el hilado cardado.

- **Principales amenazas del proyecto:**

Que el área de producción requiera el uso al 100% de las cardas en el proceso productivo, originando retrasos en el inicio y durante la ejecución del proyecto.

Que las condiciones de operación de las máquinas no sea el esperado, lo que podría incrementar en el mantenimiento de las cardas por montar e incrementar el presupuesto. En caso de excederse del presupuesto inicial, los costos serán asumidos por el cliente.

- **Principales oportunidades del proyecto:**

Poder diferenciarnos de la competencia mejorando la calidad del producto rentabilizando más el servicio que se da por la fabricación de hilado y ofreciendo mayor cantidad de hilado peinado.

- **Presupuesto preliminar del proyecto:**

TABLA 6.3. Presupuesto estimado para el proyecto.

	CONCEPTO	US\$
PERSONAL	Personal técnico	10000
	Equipo del proyecto	3000
MATERIALES	Materiales en general	15600
MAQUINAS	6 Cardas Trutzschler DK-740	60000
OTROS COSTOS	Transporte, traslado, maniobra, refrigerio	500
	TOTAL LINEA BASE	89100
RESERVA DE CONTINGENCIA		6500
RESERVA DE GESTION		6500
	TOTAL PRESUPUESTO	102100

- **Sponsor que autoriza el proyecto:**

Gerencia General.

6.3.1.2. Viabilidad del proyecto:

6.3.1.2..1. Análisis de Mercado:

Este análisis es cualitativo pues se genera en base a especulaciones del mercado, el cual cada día busca alternativas novedosas, de mejor calidad y a bajo costo.

La diferencia en apariencia entre una tela hecha entre un hilado cardado y otro peinado es que la tela fabricada con hilado peinado tiene más brillo, mejor caída, es más suave y más flexible, de ahí la importancia en mejorar la producción en cardas de hilado peinado ya que aparte de considerarse más atractivo al mercado, tiene un mayor margen de

ganancia por kilogramo producido (de acuerdo a la estructura de costos de la empresa analizada), a su vez se estima un incremento de pedidos del 25% para el año 2014 (fuente, gerencia de producción).

De otro lado sabiendo del ingreso masivo de productos de línea desde países asiáticos (China, India y Pakistán) al mercado sudamericano, hace que las empresas se vuelvan más competitivas o dejen de ser rentables. El mercado textil sudamericano se ha visto muy golpeado, uno de los países más golpeados a nivel Textil es el de Chile, producto de ello muchas empresas han cerrado y fabricas completas han sido vendidas al mercado asiático. Se encargó a un agente para que busque alternativas económicas en el país del sur y se encontró con una hilandería llamada HILANDERIA MAGALLANES la cual se encuentra en la región y Antártica chilena en la localidad de Punta Arenas.

Dicha empresa al estar tan alejada era poco atractiva para visitar y para la maniobra del retiro de máquinas, por lo que se encontraron precios realmente de ocasión.

6.3.1.2..2. Análisis técnico:

De lo explicado entre las diferencias tecnológicas entre las 2 cardas, se deduce fácilmente que habrá mejoras en calidad, productividad y

eficiencia, la experiencia y el uso nos ayudará a cuantificarlo.

De otro lado se está considerando el incremento en 12% de la fabricación de hilatura peinada con lo que la gerencia de producción podrá ofrecer más capacidad de hilado peinado al mercado.

6.3.1.3. Lista de Stakeholders:

- Sponsor: Sr. Pablo Lupis Cid (Gerente General).
- Equipo del proyecto:
 - Sr. Jesus Pastrana (jefe del proyecto).
 - Equipo de montaje: Formado por un mecánico montador de cardas, 3 auxiliares de montaje mecánico y un electricista de montaje eléctrico. La puesta en marcha de cada máquina se realizará en conjunto.
- Gerente de Operaciones y Ventas.
- Jefatura de planeamiento de producción.
- Jefatura de control de calidad y desarrollo de productos.
- Operarios de máquina.
- Cuadrilla de mantenimiento.
- Supervisores de producción.
- Jefatura de logística.
- Controlistas de calidad.
- Principales clientes (Confecciones Textimax, Topy Top, Devanlay, Textil del Valle).

6.3.2. Fase Intermedia:

6.3.2.1. Planificar y definir el alcance del proyecto.

Señalados ya en el primer capítulo.

6.3.2.2. Gestión de riesgos del proyecto.

6.3.2.2..1. Identificar los riesgos del proyecto.

Las principales amenazas al éxito del proyecto identificadas son:

- Estado inicial de máquinas: Al comprarse maquinaria de segunda es imposible saber en que estado se encuentran tanto eléctrica como mecánicamente así como el estado de los órganos cardantes. El riesgo sería que vengan en muy mal estado y que se tengan que realizar trabajos extras o una vez realizada la puesta en operación presenten problemas posteriores al arranque que puedan ocasionar pérdidas de producción.
- Requerimiento de producción: Se alcanzó el cronograma de actividades a la gerencia de producción para que pueda anticipar y compensar la pérdida de producción en la línea de cardado producto de las actividades del proyecto. El riesgo sería de que gerencia de producción por temas productivos frenen parte

de las etapas del proceso y retrase el cronograma de actividades.

- Servicio de terceros: Dentro de las actividades mencionadas en el siguiente punto se encuentran labores que deben de ser realizadas por personal externo a la fábrica. El Riesgo está en que no se acomoden al cronograma de actividades.

6.3.2.2..2. Respuesta a riesgos del proyecto:

Identificados los riesgos se tomaron las siguientes medidas:

- Se realizará un mantenimiento general a todas las cardas Trutzschler indistintamente del estado en el que se observe, dicho mantenimiento está detallado en las actividades del equipo de mecánicos y electricistas.
- Se comprometió a la gerencia general a ser participe directamente del proyecto y se indicó que cualquier retraso por temas de producción iban a ser asumidos por la gerencia general, adicionalmente se decidió contar eventualmente con las cardas de la planta N° 2 para que pueda apoyar en la producción de cardado, los riesgos asumidos por el uso de las cardas de la otra

planta serian asumidos por la gerencia de producción.

- Respecto a las actividades de terceros, se logró identificar por planos la ubicación de las máquinas y para el trabajo de los ductos para el aire tecnológico se realizó con anticipación la adquisición por contrato de los elementos más difíciles de preparar (transiciones, codos, etc.), para que al final se logre instalar solo las tuberías rectas con facilidad. En cuanto a los trabajos propios de la carda se tomaron las medidas en tiempo dentro del montaje de la carda para que pueda compensar cualquier problema por parte del servicio.

6.3.2.3. Definir actividades.

Para definir las actividades se está considerando que las labores de desaduanaje, almacenamiento y traslado ya fueron realizadas por el personal de logística de la empresa.

Se definirán las siguientes actividades para el montaje inicial de 6 cardas en la planta N° 1:

- Movimiento y traslado de la carda Platt N° 1^a otra zona de la planta.
- Desmontaje y traslado de las cardas Platt N° 10, 11 y 12, las 3 cardas se darán de baja.

- Traslado de las cardas Trutzschler nº 9 y 10 al lugar dejado por las cardas 10, 11 y 12.
- Traslado y puesta en marcha de la carda nº 1 retirada solo para el movimiento de cardas y evitar pérdidas de producción.
- Montaje de las cardas Trutzschler 9 y 10.
- Desmontaje y traslado de las cardas Platt nº 1, 2 y 3, las 3 cardas se darán de baja.
- Traslado de las cardas Trutzschler nº 1 y 2 al lugar dejado por las cardas 1, 2 y 3.
- Montaje de las cardas Trutzschler Nº 1 y 2.
- Desmontaje y traslado de las cardas Platt nº 4 y 9, desmontaje de la carda Platt nº 8 y reemplazo por la carda Platt nº 9 la cual está en mejor estado y da mayor producción. Las cardas Platt Nº 4 y 8 se darán de baja.
- Traslado de las cartas Trutzschler nº 3 y 8 al lugar dejado por las cardas Platt nº 4 t 9.
- Montaje de las cardas Trutzschler nº 3 y 8.

Toda la maniobra queda explicada en los gráficos 6.1 al 6.7.

GRAFICO 6.1 FASE INICIAL. Se Muestra la posición al inicio del proyecto de las cardas Platt 600. Las cardas en rojo identificadas con los números 1, 2, 3, 4, 9, 10, 11 y 12 son las que serán desmontadas para dar paso a las cardas Trutzschler DK-740



GRAFICO 6.2: Desmontaje de cardas Platt 1, 10, 11 y 12. En esta etapa se procedió con el desmontaje de la carda 1 (llevada a otro ambiente de la fábrica), la carda 10, 11 y 12. Se deja espacio para que se pueda proceder con el montaje de las 2 primeras cardas Trutzschler.



GRAFICO 6.3: Montaje de carda Platt N° 1, carda Trutzschler 9 y 10. En esta etapa se procedió con el traslado de las 2 primeras cardas Trutzschler (identificadas con el número 9 y 10) y colocar en su lugar nuevamente a la carda Platt N° 1, se decide regresarla para no perder producción en la línea de cardado ya que en el proyecto la hilandería estaba en funcionamiento.

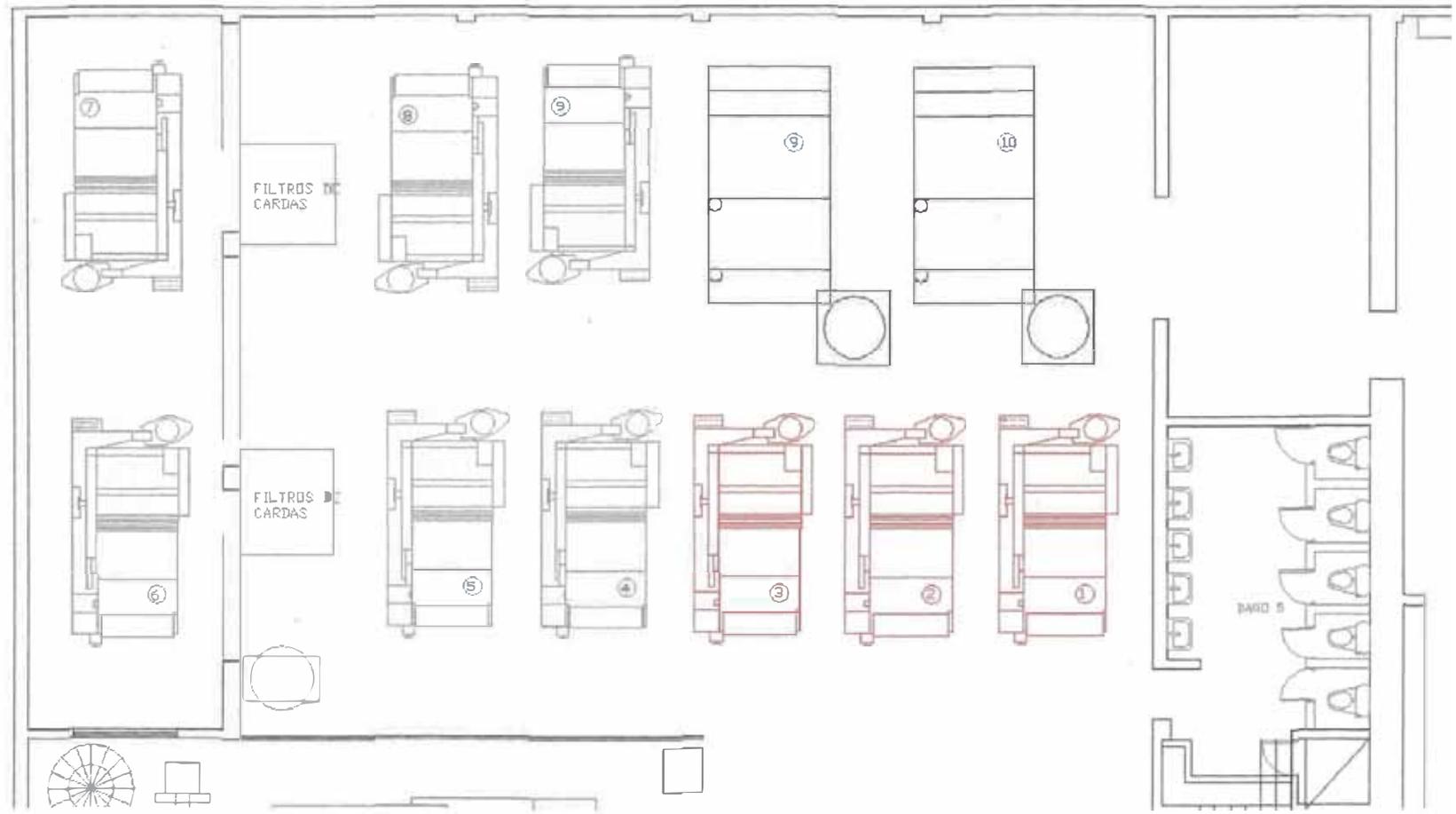


GRAFICO 6.4: Desmontaje de cardas Platt N° 1, 2 y 3. Culminado el montaje de las 2 primeras cardas Trutzschler, se procedió con el desmontaje de las cardas Platt N° 1, 2 y 3.

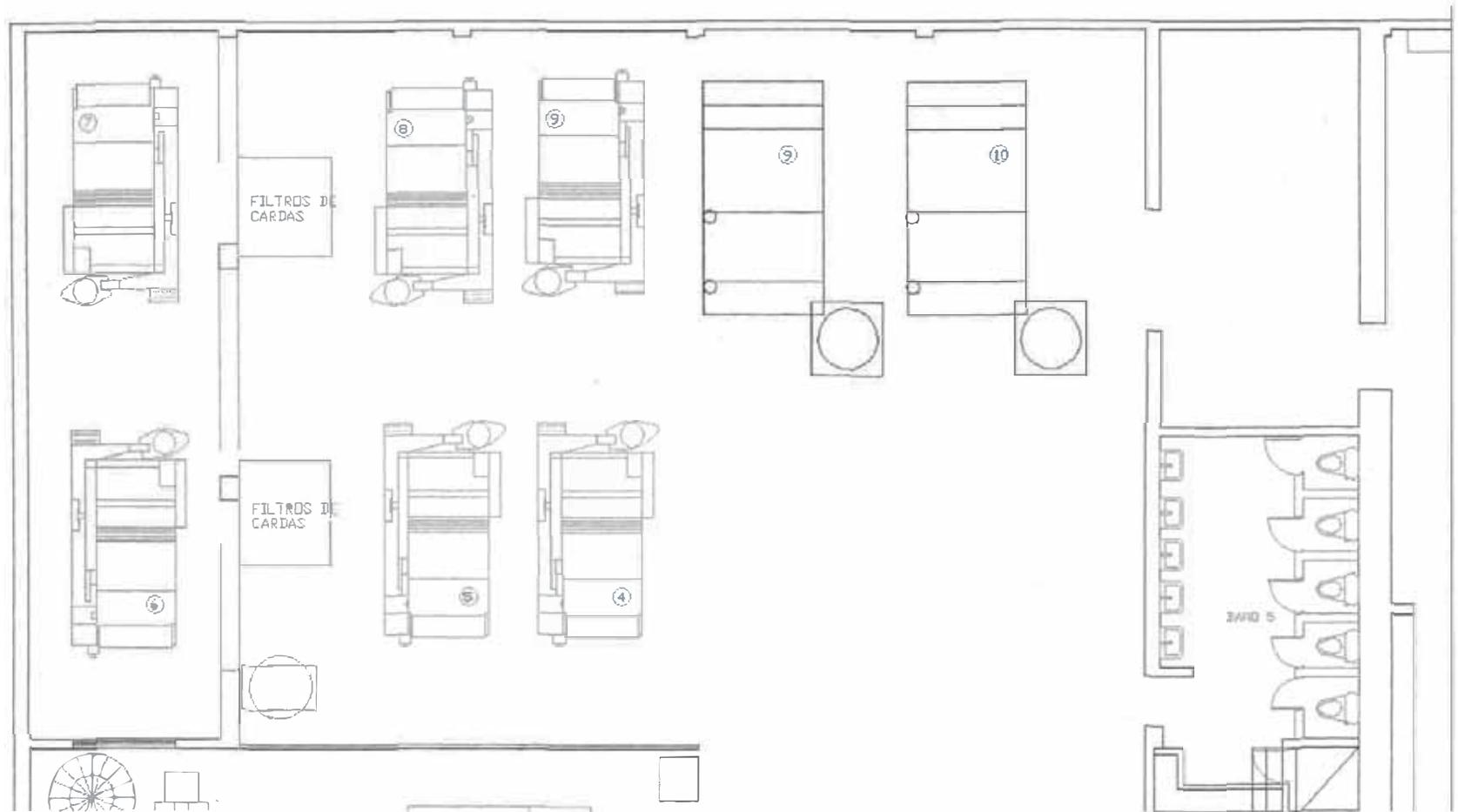


GRAFICO 6.5: Montaje de las cardas Trutzschler N° 1 y 2.

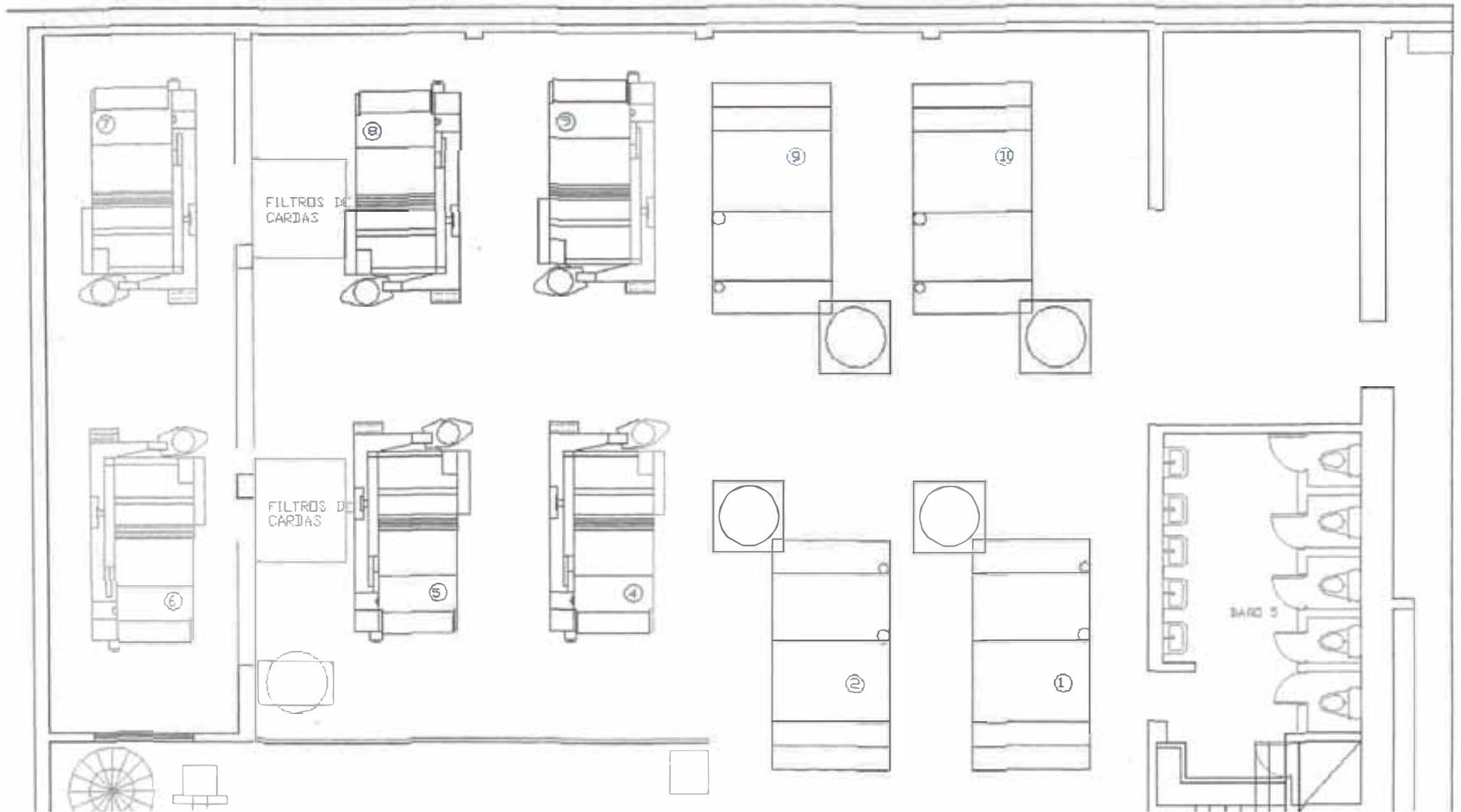


GRAFICO 6.6: Desmontaje de cardas Platt N° 4, 8 y 9, reemplazo de la carda 8 por la carda 9. Se procede con el desmontaje de las cardas Platt 4, 8 y 9, la carda 9 (en verde) pasa a reemplazar a la carda 8 porque esta última carda presentaba problemas en sus guarniciones y tenían que ser cambiadas. Se deja espacio para 2 cardas Trutzschler DK-740.

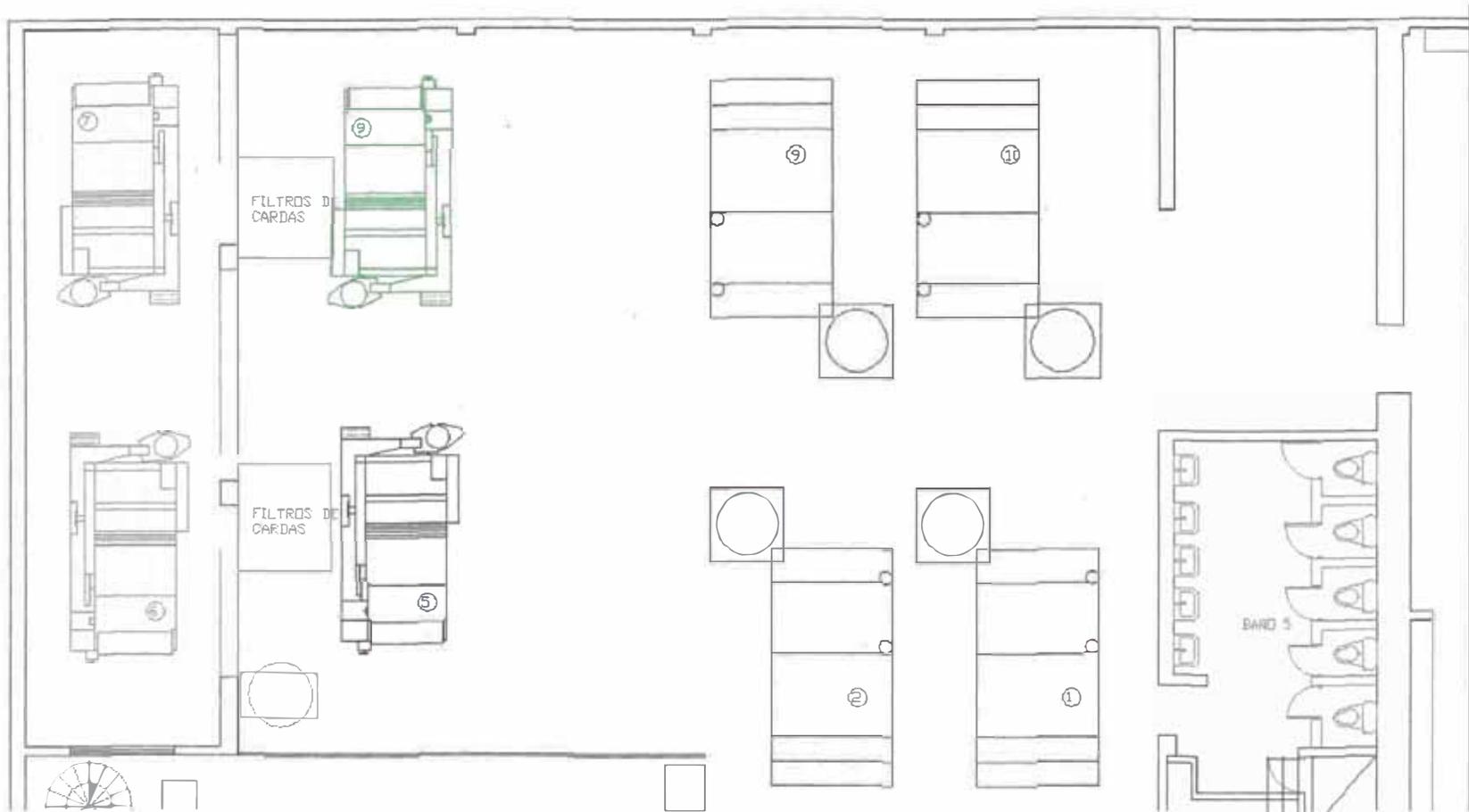
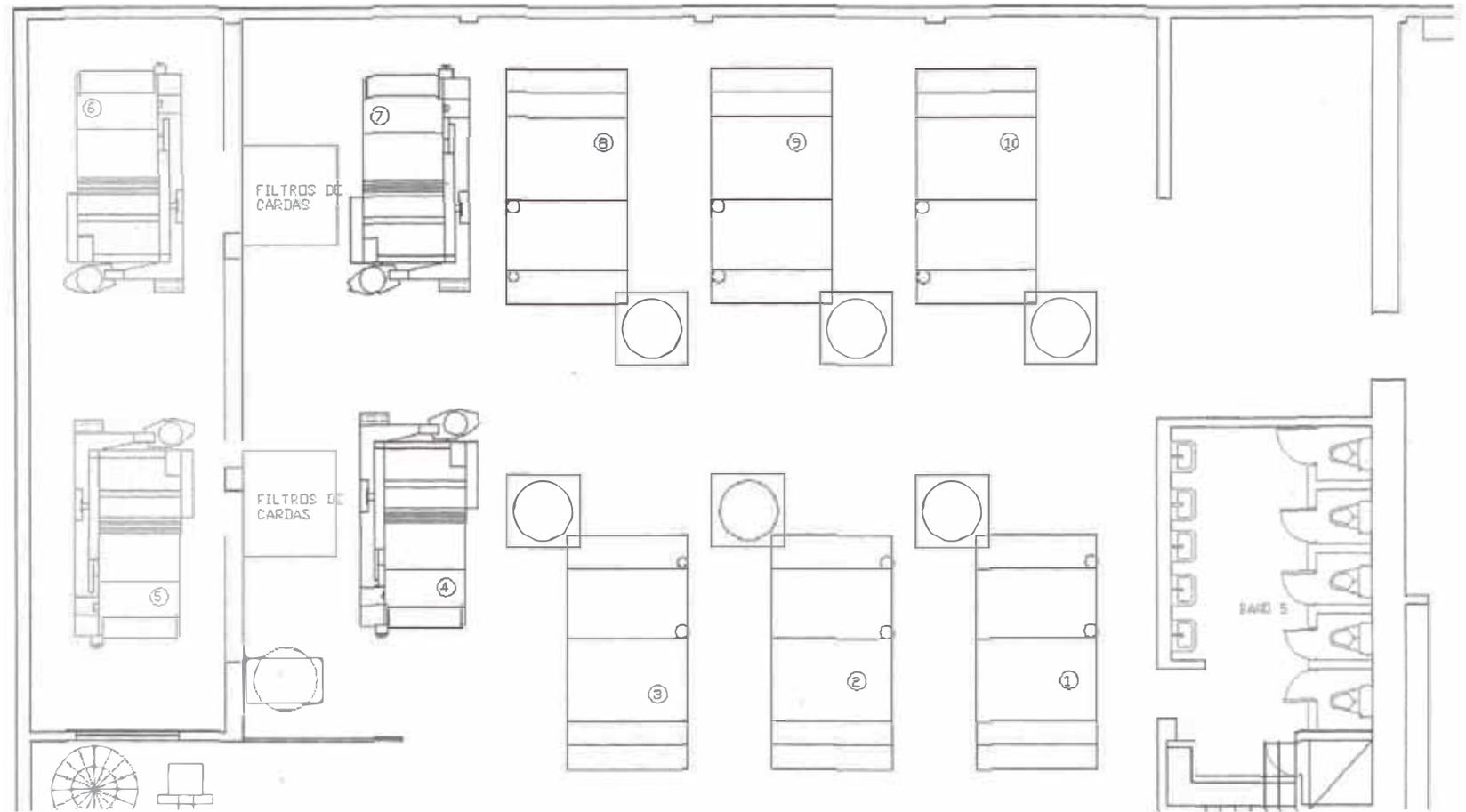


GRAFICO 6.7: Montaje de la carda Trutzschler 3 y 8, fase final. Se muestra como quedó la distribución final de las cardas culminado el proyecto de reemplazar 8 cardas Platt 600 por 6 cardas Trutzschler DK-740.



6.3.2.4. Definir recursos humanos.

De las actividades ya mencionadas, los trabajos a realizarse se distribuyen en 5 grupos de trabajo los cuales son:

Equipo de mecánicos:

El equipo de mecánicos estará constituido por 4 personas: 1 mecánico montador, 2 mecánicos auxiliares y un mecánico ayudante o aprendiz, los cuales estarán encargados de las siguientes actividades:

- Toda la maniobra para el movimiento de las cardas platt 600 y las cardas Trutzschler DK-740, incluye desmontaje, traslado y montaje mecánico de acuerdo al cronograma de actividades.
- Mantenimiento integral de las cardas a montarse, el cual incluye las siguientes actividades:
 - Limpieza general de la máquina, incluye limpieza externa e interna con líquido desengrasante, limpieza profunda al sistema de los chapones, sistema del doffer, tambor y lickerin, así como limpieza del coiler o centinela.
 - Lubricación general, incluye lubricación y limpieza de la cadena de los chapones, lubricación del sistema de tensión de

cinta y velo, cambio de aceite a la caja reductora de transmisión de los chapones y cambio de aceite a la caja de transmisión del motor de corriente continua que da el movimiento al doffer, tensión de velo, cinta y centinela o coiler. Así como la lubricación de los rodamientos del tambor y los puntos de engrase del centinela de acuerdo al programa de mantenimiento (ver anexo).

- Ajustes de los puntos cardantes de acuerdo a las especificaciones del manual de operaciones. El ajuste se realiza con galgas especiales suministradas por fabricantes de las guarniciones.
- Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo anual, será presentada en el apéndice.
- Puesta en marcha revisando sonidos extraños y el buen funcionamiento de la máquina.

Equipo de electricistas:

Encargados de las siguientes actividades:

- Desmontaje del cableado eléctrico de las cardas Platt 600. Incluye la desconexión de las cardas, retiro de cableado

- Instalación de tablero general para las nuevas cardas Trutzschler DK-740. Siendo un tablero diseñado para 10 cardas, con una llave principal de 3x400 amperios regulable y 10 interruptores termo magnéticos de 3x32 amp.
- Instalación eléctrica de las 6 cardas Trutzschler (cableado del tablero a la máquina, cableado general de la máquina). Cada carda tiene una acometida con una terna de cable N° 10 THW y un cable a tierra.
- Mantenimiento eléctrico general a los motores eléctricos de las cardas. Los motores que se revisaran son los del motor principal, motor de aspiración, a estos motores se les realizará un mantenimiento general que incluye cambio de rodamientos y balanceo. Se realizará una revisión al motor de limpieza de chapones y limpieza del cilindro desprendedor, así como una limpieza al motor de corriente continua de la alimentación delantera y la alimentación de material y la verificación del estado de los carbones y el colector.
- Pruebas eléctricas y puesta en marcha. Incluye medida de amperaje y que la máquina trabaje correctamente con todos sus sistemas de seguridad.

Equipo de obras civiles:

Encargado de las siguientes actividades:

- Preparar los suelos para el desmontaje de las cardas Platt 600. Encargado del picado del suelo en donde estaban sentado los centinelas de las cardas Platt 600.
- Rellenar los agujeros dejados por los centinelas de las cardas Platt 600 que salieron. Los agujeros anteriores serán rellenos con una mezcla de concreto convencional.
- Preparar el suelo para la instalación de los coiler para las cardas Trutzschler DK-740. Cuando la máquina está presentada y mientras se realiza la limpieza general y el mantenimiento básico se procederá con el picado del suelo para el nuevo centinela.
- Montado el coiler, se prepara los bordes dejados por el agujero para cerrarlos correctamente.
- Picado del suelo y tendido de tuberías para la instalación eléctrica de las cardas Trutzschler. La tubería eléctrica vendrá con un tubo de ½" SAP PVC desde el tablero principal hacia la máquina.
- Instalación neumática de la carda Trutzschler. La tubería de aire comprimido será de ½" galvanizado.

Equipo de servicios varios:

Aquí se definen 2 trabajos puntuales los cuales se encargarán a terceros.

- **Instalación de ductos en fierro galvanizado:**

Instaladas ya las cardas Trutzschler se tienen que instalar sistemas de filtraje para el desperdicio de las cardas, los filtros ya están instalados y trabajan con las cardas platt 600, el trabajo que se realizará es la adecuación de las salidas de los ductos hacia la matriz principal del sistema de filtraje que actualmente está trabajando.

- **Servicios varios para que la carda asegure su calidad del producto.**

Dentro de estos servicios varios están los siguientes:

- Rectificado o cambio de guarnición del gran tambor.
- Rectificado o cambio de guarnición del doffer.
- Cambio de guarnición del Lickerin.
- Afilado o cambio de guarnición a los chapones.

- Reparación de parrillas de lickerin o gran tambor en caso sean necesarias.

Estos trabajos se realizan con terceros pues se tiene que tener cierto equipamiento para poder realizarlo además de personal calificado. Los trabajos a realizarse en las cardas son:

CARDA 1, 2, 9 y 10:

- Rectificado de gran tambor.
- Rectificado de doffer.
- Cambio de guarnición de lickerin.
- Afilado de chapones.

CARDA 3 y 8:

- Cambio de guarnición de gran tambor.
- Cambio de guarnición de doffer.
- Cambio de guarnición de lickerin.
- Cambio de guarnición de chapones.

6.3.2.5. Cálculo de los equipos eléctricos a utilizar.

Las cardas Platt 600 a reemplazar tienen un voltaje de 220V y una potencia instalada de 8.5 kW, las cardas Trutzschler DK-740 son de un voltaje de 380V. y una potencia instalada de

9.0 kW por lo que es necesario la instalación de un nuevo circuito de fuerza para poder alimentar la nueva línea de cardado.

Para el cálculo del cableado se considera que el sistema tiene ya instalado un transformador de 200 kVA. de las siguientes características:

- Marca: CEA.
- Potencia: 200 kVA.
- Tipo: Distribución.
- Fases: 3.
- Frecuencia: 60 Hz.
- Tensión nominal primario: 0.23 kV.
- Tensión nominal secundaria: 0.398 kV. (sin carga).
- Grupo de conexión: Dyn5.
- Altura de trabajo: 1000 m.s.n.m.

La distancia entre el tablero principal y el transformador de distribución es de 7 metros, luego procedemos con la selección del cable del tablero principal al transformador de distribución:

a) Cálculo por corriente de carga para alimentación del transformador:

Factores a considerar:

- Tendido del cable por aire a través de bandejas ventiladas.
- Factor de corrección de tendido al aire libre a 25°C: 1.06.

- Factor de corrección por proximidad: 0.96.
- Factor de corrección = $0.96 \times 1.06 = 1.02$

En la fórmula:

$$I_{\text{diseño}} = \frac{P(VA)}{\sqrt{3} \times V \times Fc}$$

En donde:

- P = Potencia del transformador en VA.
- V = Voltaje nominal en el primario del transformador.
- Fc = Factor de corrección del sistema.

Reemplazando datos tenemos:

$$I_{\text{diseño}} = \frac{200}{\sqrt{3} \times 0.23 \times 1.02} = 492.2 \text{ amp.}$$

Para esta corriente seleccionamos el cable 3-1x240 mm² NYY con capacidad nominal de 562 amp.

b) Calculo del cable de alimentación del transformador al tablero eléctrico de nuevas cardas por corriente de carga.

Factores a considerar:

- A la compra de cardas se envió con ellas un tablero eléctrico para 10 cardas, por lo que se diseñará el sistema para proyectarse con 4 cardas más a instalarse a futuro.
- Potencia instalada por carda de 9 kW y factor de potencia de 0.87.

- Tensión de servicio de 380 V.
- El tendido de cables se realiza por ducto y el tablero general se encuentra a 38 metros del transformador de distribución.
- Factor de corrección por temperatura a 25°C: 1.02.
- Factor de corrección por tendido de cables en ducto o cuneta: 0.81.
- Factor de corrección = 1.02 x 0.81 = 0.83

De la siguiente formula:

$$I_{diseño} = \frac{P(kW) \times Fd}{\sqrt{3} \times V \times FDP \times Fc}$$

Dónde:

- P = Potencia instalada del sistema en kW.
- Fd = Factor de diseño.
- V = Voltaje nominal del sistema.
- FDP = Factor de potencia.
- Fc = Factor de corrección.

Para 10 cardas, la potencia nominal seria de 90 kW más un factor de diseño de 1.1 por lo que tendríamos:

$$I_{diseño} = \frac{90 \times 1.1}{\sqrt{3} \times 0.38 \times 0.87 \times 0.83} = 208.3 \text{ amp.}$$

Para esta corriente seleccionamos un cable de 3-1x70 mm² NYY con capacidad de corriente nominal de 222 amp.

c) Cálculo del cable de alimentación del transformador al tablero eléctrico por caída de tensión.

De la siguiente fórmula para el cálculo de la caída de tensión por resistividad del conductor:

$$\Delta V = \sqrt{3} \times \frac{(R \times \cos\alpha + Xl \times \text{sen}\alpha) \times L \times Idiseño}{1000}$$

En donde:

R = Resistencia del conductor (ohm/km.).

XI = Reactancia inductiva del conductor (ohm/km.).

L = Longitud del circuito (metros).

Idiseño = Corriente del circuito (amp.)

Cosa y Senα = Factor de potencia del sistema.

Considerando los siguientes datos del conductor NYY:

- R = 0.328 ohm/km.
- XI = 0.141 ohm/km.
- Cosa = 0.85, Senα=0.53.
- Longitud= 38 metros.

Reemplazando datos obtenemos:

$$\Delta V = \sqrt{3} \times \frac{(0.328 \times 0.85 + 0.141 \times 0.53) \times 38 \times 208.3}{1000}$$

$$= 4.8 V.$$

$$\% \Delta V = \frac{4.8}{380} \times 100 = 1.26\% < 3\%$$

Con lo que el cable seleccionado es correcto para el diseño.

d) Cálculo del cable de alimentación del tablero general a cada carda.

De la formula anterior:

$$I_{\text{diseño}} = \frac{P(kW) \times Fd}{\sqrt{3} \times V \times FDP \times Fc}$$

Factores a considerar:

- Factor de servicio: 1.5
- FDP = 0.85

$$I_{\text{diseño}} = \frac{9 \times 1.5}{\sqrt{3} \times 0.38 \times 0.85} = 24.1 \text{ amp.}$$

Seleccionamos para cada carda el cable THW N° 10 de 5.3 mm² que tiene una capacidad de 40 amp.

e) Verificación de las especificaciones técnicas del tablero que fue suministrado.

Como se mencionó anteriormente, con la compra de las cardas vino un tablero eléctrico diseñado para 10 cargas. Las especificaciones del tablero son:

- Interruptor principal NSX 400N marca Schneider electric, con rango de amperaje regulable de 160 a 400 amperios. Con la corriente de diseño de 208.3 amperios y la capacidad nominal del cable de 222 amperios, se regula el interruptor termo magnético a 200 amperios.
- 10 Interruptores C60H-C32 marca Schneider electric con rango de amperaje de 32 amperios, el cable seleccionado soporta 40 amperios por lo que el interruptor es el correcto.
- Barras de cobre al ingreso y salida del interruptor principal con un perfil de 40x3 mm. El cual soporta una carga de 460 amperios.
- Barras de cobre para distribución de los interruptores termo magnéticos con un perfil de 12x2 mm. El cual soporta una carga de 125 amperios.

Con lo que el tablero principal cumple con las indicaciones necesarias para la instalación inicialmente de 6 cardas con un respaldo de poder instalarse 4 cardas más.

6.3.2.6. Cronograma de actividades.

El cronograma se muestra en el ANEXO nº10.

6.3.2.7. Preparación de presupuesto estimado.

El presupuesto general se estableció de la siguiente manera:

	CONCEPTO	US\$
PERSONAL	Personal técnico	10000,0
	Equipo del proyecto	3000,0
MATERIALES	materiales en general	15600,0
MAQUINAS	6 Cardas Trutzschler DK-740	60000,0
OTROS COSTOS	Transporte, traslado, maniobra, refrigerio	500,0
	TOTAL LINEA BASE	89100,0
RESERVA DE CONTINGENCIA		6500,0
RESERVA DE GESTION		6500,0
	TOTAL PRESUPUESTO	102100,0

Sobre el personal se subdivide en:

- Mecánico principal, montador de máquinas.
- Mecánico auxiliar 1.
- Mecánico auxiliar 2.
- Mecánico ayudante.
- Electricista 1.
- Ayudante Electricista.
- Auxiliar 1.
- Auxiliar 2.
- Jefe del proyecto.

Del presupuesto sobre materiales a utilizar se deriva lo siguiente:

TABLA 6.4. Presupuesto detallado al inicio del proyecto.

Presupuesto Global	Unidad	Precio (S/,)	Total (S/,)
Alquiler de montacargas 8 toneladas para el movimiento de cardas (horas).	12,0	80,0	960,0
Instalación de transformador 220/380 para cardas (250 kVA) disponible, solo instalación.	1,0	800,0	800,0
Equipo eléctrico para montaje de transfo.			
Cable 3-1x240 mm2 NYY (mt.)	7,0	240,0	1750,0
Instalación de tablero eléctrico (ya disponible)			
Cable 3-1x70 mm2 NYY (mt.)	38,0	97,0	3686,0
Tuberías 2 1/2" SAP – PVC	14,0	15,0	210,0
Curvas 2 1/2" SAP – PVC	6,0	8,0	48,0
Instalación eléctrica de las máquinas:			
Cable N° 10 THW (mt).	270,0	2,5	675,0
Tuberías 3/4" SAP – PVC	17,0	10,0	170,0
Curvas 3/4" SAP – PVC	14,0	5,0	70,0
Cable N° 10 THW (mt).	430,0	4,5	1935,0
Cable N° 12 NPT tierra (verde - amarillo)	100,0	7,0	700,0
Instalación neumática:			
Llaves de paso de 1/2"	9,0	30,0	270,0
Tubería galvanizada de 1/2"	9,0	50,0	450,0
Codos de 1/2 galvanizado	12,0	1,5	18,0
Filtros de aire de 1/2"	2,0	390,0	780,0
Mantenimiento eléctrico			
Rodamientos 6307 2Z C3	6,0	42,0	252,0
Rodamientos 6206 2Z C3	6,0	19,0	114,0
Montaje Mecánico			
Líquido desengrasante (gal)	10,0	25,0	250,0
Aceite Meropa 220 (gal)	5,0	50,0	250,0
Lubricante de fajas (botes)	3,0	40,0	120,0

Grasa EP2 general.	1,0	150,0	150,0
Electroválvulas 5/2 biestable (compuertas)	6,0	390,0	2340,0
Presupuesto para mangueras y racores varios.	1,0	500,0	500,0
Presupuesto para fajas dentadas y planas	1,0	3000,0	3000,0
Cinta desbarradora de chapones (mt)	50,0	18,0	900,0
Montaje eléctrico:			
Modulo LOGO para control de compuertas de desperdicio.	1,0	250,0	250,0
Cable N° 16 GPT	400,0	0,7	280,0
Micro relé con base bobina 220 V.	8,0	20,0	160,0
Ductos de fierro galvanizado.			
Presupuesto por instalación a todo costo según cronograma y especificaciones:	1,0	8800,0	8800,0
Guarniciones de cardas.			
Rectificado de guarniciones	4,0	1500,0	6000,0
Forrado de cardas (cambio de guarnición)	2,0	2400,0	4800,0

TOTAL

(S/.): 40688,0

TOTAL

(US\$.): 15649,2

A su vez, el precio de las 6 cardas Trutzschler DK-740 fue de US\$ 10,000.00 por cada carda (incluye transporte, seguro, desaduanaje e impuestos).

6.3.2.8. Compras y adquisiciones.

Respecto a la compra de las cardas, fue realizada meses antes del inicio del proyecto y fueron almacenadas en uno de los locales de la empresa el cual estaba debidamente techado y seguro. Respecto a la compra de los repuestos y accesorios

necesarios para la maniobra y el montaje de las cardas, el sponsor en coordinación con la jefatura de logística decidió realizar la compra de todo lo necesario para el montaje previo al inicio del proyecto y además indicó al departamento de logística celeridad en la compra de repuestos pequeños que pudiesen encontrarse dañados en las cardas y que necesiten ser cambiados (incluidos en la reserva de contingencia del presupuesto).

Respeto al pago de los servicios realizados en las cardas, el departamento de logística tenía ya los presupuestos de los trabajos y los negoció para el pago a 30 días después de realizado el trabajo con créditos directos sin intereses.

6.3.3. Fase Final:

6.3.3.1. Cierre del proyecto.

Concluidas las actividades de acuerdo al cronograma establecido, se concluyó con éxito el montaje de las 6 cardas, los resultados a nivel de producción se analizarán en el siguiente capítulo.

CAPITULO 7

ANALISIS DE RESULTADOS

7. Análisis de resultados.

Concluido el proyecto y con un periodo de análisis de 6 meses (de febrero a julio del 2014), se obtuvieron los siguientes resultados los cuales fueron mejor a los estimados:

7.1. Análisis de resultados por producción real.

Se obtuvieron los siguientes resultados luego de tener la línea de cardado operativo al culminar el proyecto:

TABLA 7.1. Producción final culminada el proyecto para un hilado cardado.

Fuente: Gerencia de operaciones (2014).

MATERIAL PARA PROCESO DE CARDADO					
MAQUINA	Vp (m/min.)	Kg./día (teórico)	Eficiencia	Kg./día (real)	Merma (%)
Carda Trutzschler 1	90	695,5	85%	591,1	6,5%
Carda Trutzschler 2	90	695,5	85%	591,1	6,5%
Carda Trutzschler 3	90	695,5	85%	591,1	6,5%
Carda 4 (ex 5)	70	540,9	75%	405,7	7,0%
Carda 5 (ex 6)	70	540,9	75%	405,7	7,0%
Carda 6 (ex 7)	70	540,9	75%	405,7	7,0%
Carda 7 (ex 9)	70	540,9	75%	405,7	7,0%
Carda Trutzschler 8	90	695,5	85%	591,1	6,5%
Carda Trutzschler 9	90	695,5	85%	591,1	6,5%
Carda Trutzschler 10	90	695,5	85%	591,1	6,5%

**Producción
diaria: 5169,5**

TABLA 7.2. Producción final culminada el proyecto para un hilado peinado.

Fuente: Gerencia de operaciones (2014).

MATERIAL PARA PROCESO DE PEINADO					
MAQUINA	Vp (m/min.)	Kg./día (teórico)	Eficiencia	Kg./día (real)	Merma (%)
Carda Trutzschler 1	70	540,9	85%	459,8	7,5%
Carda Trutzschler 2	70	540,9	85%	459,8	7,5%
Carda Trutzschler 3	70	540,9	85%	459,8	7,5%
Carda 4 (ex 5)	60	463,6	70%	324,5	8,0%
Carda 5 (ex 6)	60	463,6	70%	324,5	8,0%
Carda 6 (ex 7)	60	463,6	70%	324,5	8,0%
Carda 7 (ex 9)	60	463,6	70%	324,5	8,0%
Carda Trutzschler 8	70	540,9	85%	459,8	7,5%
Carda Trutzschler 9	70	540,9	85%	459,8	7,5%
Carda Trutzschler 10	70	540,9	85%	459,8	7,5%
Producción diaria:				4056,8	

De los resultados obtenidos y comparándolos con las tablas 5.1 y 5.2, se garantiza un incremento de producción de 15,5% de cinta para hilatura cardada y 20,9% para hilatura peinada superando al 12% estimado en las tablas 6.1 y 6.2, esto significa que se incrementaría la oferta para hilado peinado de 35% de la capacidad de hilatura (del capítulo 5.1) a 56,5% lo que en kilogramos significa una oferta de hilado en 30/1 peinado de 1250 kg. (Antes del proyecto) a 2010 kg.

7.2. Análisis de resultados por merma del proceso.

Luego de analizados los lotes del proceso, se reestructuró el cuadro de mermas con el que inicialmente trabajaba la gerencia de producción, obteniendo los siguientes resultados:

TABLA 7.3. Tabla de mermas y material por procesar para fabricar 100 kg. de hilo con la nueva disposición de cardas.

Fuente: Gerencia de producción (año 2014).

Proceso	Merma por proceso (%)	Por procesar (en kg.)
Batán	3,00%	114,3
Cardas	6,50%	110,9
Manuales	0,10%	103,7
Pabileras	0,50%	103,6
Continuas	2,50%	103,1
Coneras	0,50%	100,5
Hilado final:		100
Merma Total:		14,30%

Proceso	Merma por proceso (%)	Por procesar (en kg.)
Batán	3,00%	130,8
Cardas	7,50%	126,9
Manuales	0,20%	117,4
Peinadoras	12,00%	117,1
Pabileras	0,50%	103,1
Continuas	2,00%	102,6
Coneras	0,50%	100,5
Hilado final:		100
Merma Total:		30,80%

En donde se observa que la merma global del proceso de hilatura cardada bajo de 15,4% a 14,3% y para el proceso de hilatura peinada la merma global bajo de un 32% a 30,8%.

Se observó también que al tener las cardas una mayor productividad, la merma en manuales (siguiente proceso) bajó sustancialmente colaborando así con el ahorro de material.

7.3. Análisis de resultados por costo de producción (UKG).

Conocidos los datos de mejora de eficiencia y merma en el proceso de cardado, se obtuvieron los siguientes datos reales del valor del UKG en el proceso de cardado:

TABLA 7.4. Cálculo del UKG para las cardas Trutzschler DK-740 y Platt 600 para material cardado al finalizar el proyecto.

Fuente: Gerencia de producción (2014).

CARDAS	Energía diaria (kW-h)	Velocidad periférica (m/min)	Título promedio	Eficiencia	Calculo de la producción por día	Calculo de lo necesitado para producir 100 kilos	UKG
Carda Trut. 1	140,226	90	0,11	85%	591,14	110,9	26,31
Carda Trut. 2	141,513	90	0,11	85%	591,14	110,9	26,55
Carda Trut. 3	138,939	90	0,11	85%	591,14	110,9	26,07
Carda Platt 4	134,334	70	0,11	75%	405,68	112	37,09
Carda Platt 5	131,354	70	0,11	75%	405,68	112	36,26
Carda Platt 6	129,119	70	0,11	75%	405,68	112	35,65
Carda Platt 7	123,905	70	0,11	75%	405,68	112	34,21
Carda Trut. 8	136,366	90	0,11	85%	591,14	110,9	25,58
Carda Trut. 9	140,226	90	0,11	85%	591,14	110,9	26,31
Carda Trut. 10	138,939	90	0,11	85%	591,14	106	24,91

TOTAL UKG **298,93**
Promedio
UKG **29,89**

TABLA 7.5. Cálculo del UKG para las cardas Trutzschler DK-740 y Platt 600 para material peinado al finalizar el proyecto.

Fuente: Gerencia de producción (2014).

CARDAS	Energía diaria (kW-h)	Velocidad periférica (m/min)	Título promedio	Eficiencia	Calculo de la producción por día	Calculo de lo necesitado para producir 100 kilos	UKG
Carda Trut. 1	140,226	70	0,11	85%	459,77	110,9	33,82
Carda Trut. 2	141,513	70	0,11	85%	459,77	110,9	34,13
Carda Trut. 3	138,939	70	0,11	85%	459,77	110,9	33,51
Carda Platt 4	134,334	60	0,11	70%	324,55	112	46,36
Carda Platt 5	131,354	60	0,11	70%	324,55	112	45,33
Carda Platt 6	129,119	60	0,11	70%	324,55	112	44,56
Carda Platt 7	123,905	60	0,11	70%	324,55	112	42,76
Carda Trut. 8	136,366	70	0,11	85%	459,77	110,9	32,89
Carda Trut. 9	140,226	70	0,11	85%	459,77	110,9	33,82
Carda Trut. 10	138,939	70	0,11	85%	459,77	106	32,03

TOTAL UKG **379,22**
Promedio
UKG **37,92**

A su vez para incrementar al 56% de la capacidad de hilatura al hilado peinado, es necesario dividir la producción de cardas en 30% para material cardado y 70% para material peinado, por lo que el UKG promedio final es de 35,51, de otro lado, del capítulo 5.2, el UKG promedio antes de iniciado el proyecto es de 48.18 por lo que hay una reducción en los costos de fabricación de cinta cardada.

CAPITULO 8

ANALISIS DE COSTOS

8. Análisis de costos.

8.1. Por incremento de producción:

Del análisis del mercado, se estimó para el 2014 que el incremento de la producción de hilado peinado estaba proyectado en un 25% en pedidos anual, para el primer semestre del año 2014 y comparado con el 2013, la producción de hilado peinado es la siguiente:

Tabla 8.1: Comparativo de producción de hilado peinado entre el año 2013 y 2014 en kilogramos.

Fuente: Gerencia comercial (2014).

	Producción (kg).	
	2013	2014
Enero	24482,7	29792,2
Febrero	15654,8	15985,4
Marzo	38397,7	43824,5
Abril	30573,5	37347,6
Mayo	34759,6	39869,1
Junio	31201,1	38729,4
Julio	17426,8	
Agosto	27777,1	
Septiembre	33620,2	
Octubre	28534,5	
Noviembre	29929,0	
Diciembre	25813,9	
Total anual	340183,8	
Promedio mensual:	939,4	1141,9
Incremento de producción:		21,6%

En donde el incremento en la producción de hilado peinado es del 21,6% comparado con la del año pasado, si se mantiene la tendencia en el año, el incremento de producción sería de 73359,7 kg. en el año y con un margen de ganancia de US\$ 1,50 por kilogramo se lograría recuperar en el año US\$ 110040.00 logrando recuperar la inversión en menos de un año solo con incremento de producción.

8.2. Por reducción de merma:

Solo analizando el hilado peinado y de acuerdo a los resultados obtenidos, existe una disminución en la merma del proceso de 32% a 30,8% por lo que 1,2% de material se estaría ahorrando, con lo cual obtendríamos la siguiente tabla:

Tabla 8.2: Ahorro anual por reducción de merma.

Producción Anual 2013:	340183,8
Producción Anual 2014 (estimada):	413663,5
Merma 2014 (con 32%):	194665,2
Merma 2014 (con 30,8%):	184116,1
Material ahorrado anual (kg.)	10549,1
Precio unitario de material (US\$/kg.)	3,40
Ahorro por merma anual (US\$):	35866,78

La tabla anterior considera la diferencia entre la merma al inicio y al final del proyecto para el incremento de producción señalado en el punto 8.1, el precio unitario lo sacamos en promedio del anexo N° 1.

8.3. Por costo de fabricación:

Los datos obtenidos nos permiten establecer los siguientes resultados:

Tabla 8.3: Comparativos del UKG de cardas al inicio y al final del proyecto.

Análisis UKG (cardas)	Inicio	Final	Diferencia (%)
UKG Cardado	38,64	29,89	22,6%
UKG Peinado	59,08	37,32	36,8%

Para materiales peinados hay un ahorro en el consumo de energía por kilogramo producido, sabiendo que el costo de procesar material hasta cardas es de US\$ 0,12 por kilogramo (fuente gerencia de producción), se estaría ahorrando en consumo de energía US\$ 0,04 por kilogramo procesado con lo que obtendríamos el siguiente cuadro:

Tabla 8.4: Ahorro anual por consumo de energía por material procesado al final del año 2014 (estimado).

Producción Anual 2014 (estimada):	413663,5
Merma 2014 (con 30,8%):	184116,1
Total Procesado en el año 2014:	597779,6
Merma en el proceso de apertura (3%):	17933,4
Por procesar en cardas (anual) Kg.:	579846,2
Ahorro anual (US\$ 0,04 por kg.) US\$:	23193,8

Se estaría ahorrando US\$ 23193,8 por productividad de cardas para producción de hilados peinados.

8.4. Resumen:

En resumen, para finales del año 2014 se estima los siguientes ingresos:

Por incremento de producción (US\$):	110039,5
Por reducción de merma (US\$):	35866,7
Por productividad de máquinas (US\$):	23193,8
Total (US\$):	169100,2

CONCLUSIONES.

- Técnicamente hablando es completamente rentable el proyecto de sustitución de cardas antiguas por cardas con tecnología más modernas que la presentada en un inicio.
- En lo económico, el retorno de inversión sería de 330 días solo considerando el incremento de la producción por el cambio de la tecnología.
- Se verificó que las cardas DK-740 son más eficientes que las cardas Platt 600 por diferencias tecnológicas y por su mejor control de proceso.

Observaciones:

- Si le sumamos el ahorro por la reducción de mermas en el proceso y el ahorro por productividad de cardas, podríamos asumir un retorno de inversión de hasta en 7 meses.
- Al contar con un sistema de autorregulado, las cardas DK-740 controlan mejor el título de salida logrando una mejor calidad.
- La instalación y el montaje de las cardas se hizo en la misma área de terreno que ocupaban las antiguas cardas y con todo el proceso productivo en marcha.
- El consumo de energía eléctrica de la línea de cardado disminuyó de 1534 kW-h/día a 1354 kw-h/día, que representa no solo economía sino también un beneficio medioambiental.
- La mano de obra técnica utilizada en la ejecución del proyecto es nacional, demostrando eficiencia y capacidad de trabajo en equipo.

Bibliografía

- Sitra Norms for spinning mills. Quinta edición.
The South India Textile Research Association. Combiatore.
- La industria textil y su control de calidad, capítulo de hilandería.
Fidel Lockuán Lavado, 2012.
- Proceso de hilandería, actualización tecnológica.
Jefatura técnica textil, SENATI 2010.
- Il Filatore di cotone. Quinta edición.
Carlo Carminati, 1980.
- Manual de la carda Trutzschler EXACTACARD DK-740, año 1991.