

Ismael Escaida Villalobos

Ingeniero Comercial
ismael.escaida.villalobos@hotmail.com

Paloma Jara Valdés

Ingeniero Comercial
palomajara.valdes@gmail.com

Manuel Letzkus Palavecino

Departamento de Gestión Organizacional
mletzkus@utem.cl

MEJORA DE PROCESOS PRODUCTIVOS MEDIANTE LEAN MANUFACTURING

RESUMEN

La presente investigación realizada a Compañías CDC, tuvo como objetivo identificar y entregar una propuesta de mejora a las ineficiencias en la producción de colchones. La filosofía Lean Manufacturing fue la base técnica de este estudio, siendo el Diagrama de Flujo de Valor (VSM) y los Diagramas de Ishikawa, las herramientas determinantes para la identificación y descripción de mudas en el proceso productivo, mediante los cuales se pudo poner en evidencia los principales desperdicios del proceso, pudiendo ofrecer una mejora que dé cuenta de un nuevo proceso más limpio y eficiente.

Palabras claves: proceso, layout, Lean Manufacturing, mudas del proceso, calidad, diagramas de flujo de valor, diagramas de Ishikawa.

ABSTRACT

This research conducted Companies CDC, aimed to identify and submit a proposal to improve the inefficiencies in the production of mattresses. Lean Manufacturing philosophy was the technical basis of this study, being the Value Flow Diagram (VSM) and Ishikawa Diagrams, the decisive tools for the identification and description of seedlings in the production process, by which they could put in evidence the main process waste, may offer an improvement that realizes a clean and efficient new process.

Keywords: process, layout, Lean Manufacturing, process waste, quality, value stream mapping, Ishikawa Diagrams, fish bone diagrams.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación propone una mejora para el proceso de producción en una empresa manufacturera usando como base la filosofía Lean Manufacturing. El modelo Lean, de origen japonés, se enfoca en el ajuste de los procesos para entregar el máximo valor según los requerimientos del cliente.

La investigación toma como unidad de estudio una empresa manufacturera denominada CDC, nombre de fantasía para mantener la confidencialidad y resguardar la identidad competitiva de la organización. Empresa ubicada en Chile e interesada en identificar sus ineficiencias en las operaciones y producción de su principal producto.

La empresa de la industria colchonera presenta importantes ventas, manteniendo como pilares fundamentales los conceptos de calidad e innovación, los cuales marcan el quehacer desde la manufactura, pasando por la gestión, hasta la planificación logística.

La empresa CDC reconoce su lugar de privilegio en ventas en el mercado de colchones. Por ello ha llegado a un momento obligado de transición, pues, si bien en la planta de fabricación de camas y colchones existen procesos de manufactura únicos en Chile (por sus características tecnológicas), estos avances técnicos no se condicen con sus operaciones y producción, que comienza a evidenciar problemas en el manejo de materiales, tiempo de entregas y stock de productos semi-elaborados (WIP).

A estas problemáticas se suma el hecho de que CDC debe responder a demandas cada vez más altas. Esto significa que la planta deberá maximizar la producción con el fin de lograr los requerimientos del mercado.

La empresa CDC ha determinado como procesos de interés principal los relacionados con la producción de colchones. Puntualmente, los llevados a cabo en los talleres de Terminación Corchete y Terminación Pegad, en los cuales se ha evidenciado una mayor problemática en sus operaciones.

Se considera esencial para la investigación disminuir los desechos que se producen durante el proceso, requerimiento deseado por la empresa y que ha impulsado una evaluación formal que constate cuáles son las propuestas y oportunidades de mejora.

La propuesta de la investigación tiene como principal interrogante:

¿Cómo es posible mejorar el proceso de producción de colchones en la planta de CDC?

En forma desagregada, debe responder:

- ¿Cuál es el principal cliente del área de producción de colchones y cuáles son sus requerimientos?
- ¿Cuáles son los procesos que inciden en la producción de un colchón de CDC?
- ¿Se ajustan estos procesos a los requerimientos del cliente?
- ¿Cuáles son los principales problemas que afectan la producción de colchones en la planta de CDC?
- ¿Cómo podemos eliminar o mitigar las causas de estos problemas en la producción de colchones?

El objetivo general de la investigación fue identificar y entregar una propuesta de mejora a las ineficiencias en la producción de colchones en la empresa CDC, el cual se acompaña de cinco objetivos específicos:

- Determinar y aplicar un instrumento metodológico que permita identificar al cliente y reconocer sus necesidades.
- Realizar un levantamiento de datos para el proceso de producción de colchones.
- Aplicar instrumentos que permitan visualizar el proceso de producción y evaluar qué acciones realizadas no están generando valor para el cliente.
- Diagnosticar los problemas que afectan al proceso de producción de colchones, poniendo en evidencia sus causas.
- Formular una propuesta de mejora para la mitigación o eliminación de las causas de los problemas en el proceso de producción de colchones.

Uno de los resultados de la investigación fue la necesidad de centralizar los talleres de producción, automatizar algunas operaciones y proponer un nuevo lay-out de planta, optimizando con ello las operaciones, los tiempos de traslados de las materias primas y WIP, agilidad de procesos y contratiempos logísticos.

2. MARCO CONCEPTUAL

Lean Manufacturing

El concepto de Lean puede ser resumido como la aplicación sistemática y habitual de un conjunto de técnicas de fabricación que buscan mejorar los procesos productivos a través de la reducción de todo tipo de “desperdicios”, enfocándose en la creación de flujo para poder entregar el máximo valor para los clientes. Para ello se utilizan mínimos recursos, es decir, ajustados. Los “desperdicios” o “mudas” de la producción son definidos como los procesos

o actividades que usan más recursos de lo necesario.

Se identifican varios tipos de “desperdicios” que se observan habitualmente en la producción: tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento, defectos y sobreproducción.

Lean apunta a que se observe aquello que no se debería estar haciendo porque no agrega valor al cliente, eliminando o mitigando las causas de los defectos. Para alcanzar este objetivo, es necesario aplicar sistemática y habitualmente un conjunto de técnicas que cubran la totalidad de las áreas operativas de fabricación: organización de puestos de trabajo, gestión de la calidad, flujo interno de producción, mantenimiento y gestión de la cadena de suministro.

La filosofía Lean no da nada por sentado y busca continuamente nuevas formas de hacer las cosas de manera más ágil, flexible y económica.

Lean Manufacturing no es un concepto estático, que se pueda definir de forma directa, ni tampoco una filosofía radical que rompa con todo lo conocido. Su novedad consiste en la combinación de distintos elementos, técnicas y aplicaciones surgidas del estudio del trabajo de máquinas y procesos, apoyadas por la dirección con el pleno convencimiento de su necesidad. El pensamiento Lean evoluciona permanentemente como consecuencia del aprendizaje que se va adquiriendo sobre su implementación y adaptación de las diferentes técnicas a los distintos entornos industriales.

El sistema de producción Toyota o el Pensamiento Esbelto (o Lean Thinking) se caracteriza por la participación de los empleados en la solución de los problemas o desperdicios (Muda) que surgen en el trabajo cotidiano; y una forma de identificarlos es en base a la crítica y observaciones de los trabajadores

directos, teniendo como herramientas, entre otras, el diagrama de flujo de valor, equipos de mejora, estandarización, 5'S y kaizen (Womack et al. 1990; Dahlgaard y Dahlgaard-Park 2006). Hernández y Vizán (2013) proponen definiciones para las mudas o desperdicios en producción y operaciones, las cuales son expuestas a continuación:

- **Tiempo.** El desperdicio por tiempo de espera es el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o un proceso ineficiente. Los procesos mal diseñados pueden provocar que unos operarios permanezcan parados mientras otros están saturados de trabajo.

- **Inventario.** Los desperdicios ocasionados por inventario son el resultado de tener una mayor cantidad de existencias de las necesarias para satisfacer las necesidades más inmediatas. El hecho de que se acumule material, antes y después del proceso, indica que el flujo de producción no es continuo.

- **Transporte.** El desperdicio por transporte es el resultado de un movimiento o manipulación de material innecesario. Las máquinas y las líneas de producción deberían estar lo más cerca posible y los materiales deberían fluir directamente desde una estación de trabajo a la siguiente sin esperar en colas de inventario.

- **Movimiento.** Se define como cualquier movimiento que no es necesario para completar de manera adecuada una operación o actividad. Este tipo de movimiento se refiere a los realizados por una persona, como por ejemplo: estirarse, inclinarse o tener que desplazarse para ir a buscar una herramienta de uso cotidiano en el proceso.

- **Defectos.** Los desperdicios derivados de los errores son los más comunes en la industria manufacturera. Significan una gran pérdida de productividad, porque incluye el trabajo

extra que debe realizarse como consecuencia de no haber ejecutado correctamente el proceso productivo la primera vez. Los procesos productivos deberían estar diseñados a prueba de errores para conseguir productos acabados con la calidad exigida, eliminando así cualquier necesidad de retrabajo o de inspecciones adicionales.

- **Procesos.** Existe muda de procesos cuando a un producto o servicio se le hace más trabajo del necesario, es decir que no es parte normal del proceso y no agrega valor, ya que el cliente no está dispuesto a pagar.

- **Sobreproducción.** Consiste en hacer más de lo necesario. Esta muda se relaciona con las de inventario, procesos y defectos, ya que si se producen más componentes de los necesarios, aumentará el inventario. Por otra parte, hacer más de lo necesario muchas veces sugiere el reprocesar componentes. Por último, se reconoce que una gran cantidad de unidades defectuosas, tarde o temprano, llevará a la sobreproducción.

Diagrama de Flujo de Valor (Value Stream Mapping, VSM).

Es una herramienta visual de Lean Manufacturing que se basa en ver y entender un proceso e identificar sus desperdicios para desarrollar una ventaja competitiva y evitar fallos en el proceso. Además, permite crear un lenguaje estandarizado dentro de la empresa para una mejor efectividad de los procesos y del personal (Hernández y Vizán, 2013).

Mediante la elaboración de un flujo de valor se establece la secuencia de los procesos que más impacto van a crear sobre el cliente, es decir los de mayor valoración.

La técnica consiste en dibujar un “mapa” o diagrama de flujo, mostrando como los recursos y la información disponible influyen en el proceso. Se evidencia desde que se reciben las materias primas por el proveedor, hasta que se entrega el producto terminado al cliente, buscando en todo momento reducir y eliminar desperdicios.

Para la aplicación de esta técnica hay que aclarar algunos conceptos tales como:

Production Lead Time: Es el tiempo desde que se solicita el pedido hasta que está listo para su embalaje o envío al cliente.

Processing Time: Es el tiempo requerido por un trabajador para finalizar su tarea.

Tiempo de ciclo o Cycle Time: Es el tiempo promedio para un total de producto en cada proceso, se puede realizar el tiempo medio para cada unidad.

Takt Time: Es la frecuencia con la que las unidades han de ser procesadas, guarda una estrecha relación con la “tasa de demanda del cliente”.

Reprocesados: Es el número de unidades que necesitan ser reprocesadas, por lo que su tiempo de procesado será mayor.

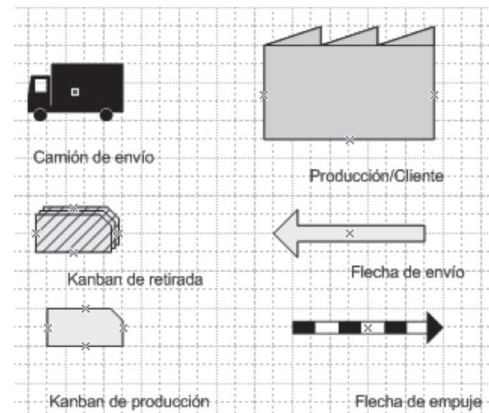
Tamaño de lotes o Batch Size: Es el número de unidades de producto que se realizan en un tiempo determinado.

Tiempo Disponible de Equipo, Working time Available o Uptime: Es el tiempo que se dedica a cada de actividad, en un plazo determinado (h/día, h/semana, h/mes), aquí se desprecian reuniones, descansos y todo aquello que pueda perturbar el tiempo de trabajo. Este dato se puede dar en porcentaje.

Demanda: Es el número de productos que necesarios para cubrir las necesidades del mercado.

Para la confección del VSM se utiliza una simbología la cual ayuda a leer de manera más rápida el mapa.

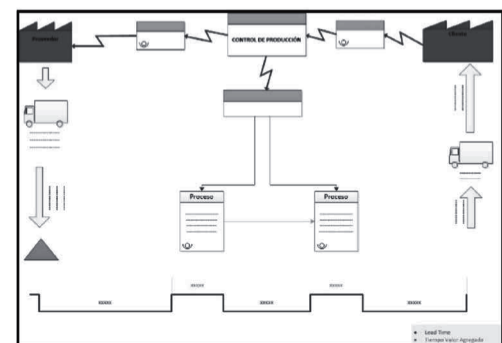
FIGURA N°1: EJEMPLO DE SIMBOLOGÍA DEL VALUE STEAM MAPPING



Fuente: elaboración propia de acuerdo al software Microsoft Visio.

Una vez detectado el proceso que se quiere analizar, se identifica las actividades que se realizan en el flujo de valor. Es decir, aquellas que añaden un valor agregado y que el cliente está dispuesto a pagar por ellas, puesto que cubren sus necesidades y satisfacen sus requerimientos. Dentro de estas actividades se pueden encontrar otras que no agregan valor al cliente, pero si a la empresa desde un punto de vista económico y funcional.

FIGURA N°2: ESTRUCTURA DEL VALUE STEAM MAPPING



Fuente: elaboración propia de acuerdo al software Microsoft Visio.

Diagrama de Causa Efecto (Método de Ishikawa)

Se utilizan una vez que se ha identificado un problema y es necesario buscar las causas que producen la situación anormal. Cualquier problema, por complejo que sea, es producido por factores que pueden contribuir en una mayor o menor proporción. Estos factores pueden estar relacionados entre sí y con el efecto que se estudia.

El Diagrama de Causa y Efecto es un instrumento eficaz para el análisis de las diferentes causas que ocasionan un problema. Su ventaja principal radica en que permite visualizar las diferentes cadenas de causa y efecto, facilitando estudios posteriores de evaluación del grado de aporte de cada una de estas causas.

Un diagrama de causa y efecto facilita la tarea de recoger las numerosas opiniones expresadas por el equipo sobre las posibles causas que generan el problema. Se trata de una técnica que estimula la participación e incrementa el conocimiento de los participantes sobre el proceso que se estudia.

El Diagrama de Causa y Efecto es un gráfico con la siguiente información:

- El problema que se pretende diagnosticar.
- Las causas que posiblemente producen la situación que se estudia.
- Un eje horizontal conocido como espina central o línea principal.
- El tema central que se estudia se ubica en uno de los extremos del eje horizontal. Este tema se sugiere encerrarse con un rectángulo. Es frecuente que este rectángulo se dibuje en el extremo derecho de la espina central.

- Líneas o flechas inclinadas que llegan al eje principal. Estas representan los grupos de causas primarias en que se clasifican las posibles causas del problema en estudio.

- A las flechas inclinadas o de causas primarias llegan otras de menor tamaño que representan las causas que afectan a cada una de las causas primarias. Estas se conocen como causas secundarias.

- El Diagrama de Causa y Efecto debe llevar información complementaria que lo identifique. La información que se registra con mayor frecuencia es la siguiente: título, fecha de realización, área de la empresa, integrantes del equipo de estudio, etc.

Buena parte del éxito en la solución de un problema radica en la correcta elaboración del diagrama de causa y efecto cuando un equipo trabaja en el diagnóstico de un problema y se encuentra en la fase de búsqueda de las causas.

3. METODOLOGÍA

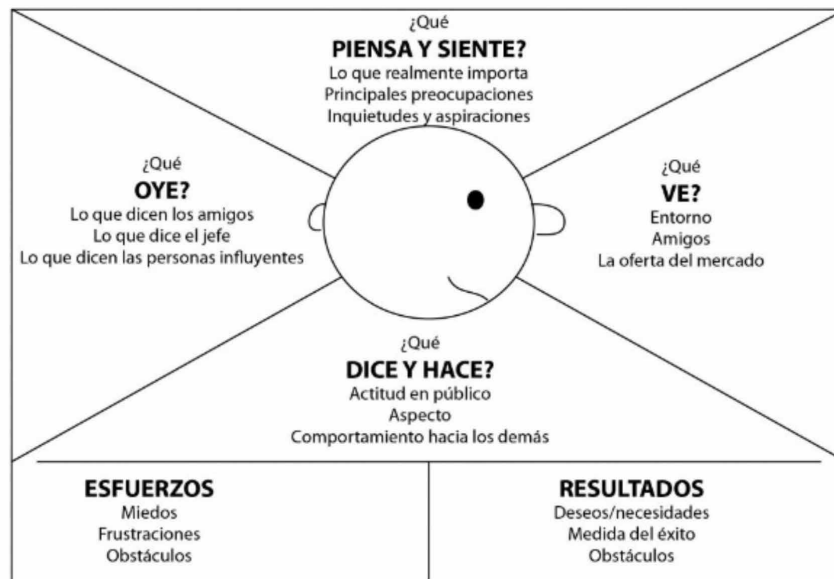
Se trata de una investigación cualitativa, de campo y descriptiva, que detalla los sucesos y componentes principales de los procesos de una empresa de manufactura con denominación de fantasía CDC para mantener la confidencialidad de la organización.

La investigación constó de cinco etapas: constitución del panel de expertos, conocer las necesidades del cliente, identificar el flujo de valor, identificación de las mudas de producción y generación de una propuesta de mejora.

En la primera etapa se constituyó un panel de expertos integrado por: el Gerente de Logística, el Sub-Gerente de Producción, un Asistente de Prevención de Riesgos y un Consultor Interno Kaizen (Kaizen Promotion Office, KPO).

La segunda etapa consistió en conocer al cliente, con el fin de esclarecer el valor que asigna a los procesos. Se utilizó la **Lluvia de Ideas** para identificar al cliente y el **Mapa de Empatía** para la comprensión del cliente, dando respuesta a las interrogantes que propone este método: qué es lo que quiere el cliente, cómo lo quiere y cuándo lo quiere.

FIGURA N°3:
MAPA DE EMPATÍA



Fuente: Consultora XPLANE

La tercera etapa contempla identificar el flujo de valor, para lo que se utilizó el Análisis de la Cadena de Valor, buscando establecer qué operaciones de valor agregado son parte del proceso de producción. Para ello se utilizaron los siguientes instrumentos:

a) La observación de campo, levantamiento de datos del proceso y layout. Se llevaron a cabo mediante:

- Bitácoras de observación
- Fichas de proceso
- Fichas de maquinaria
- Registros de layout de talleres

b) Construcción de diagrama de flujo de valor.

c) Construcción de diagrama de Spaguetti.

El diagrama de Flujo de Valor estableció los flujos de información y producción de la cadena de valor. Además, se identifican indicadores básicos, como los tiempos de ciclo, porcentaje de ocupación de maquinaria y mano de obra utilizada, lo que a la vez permite visualizar oportunidades de mejora.

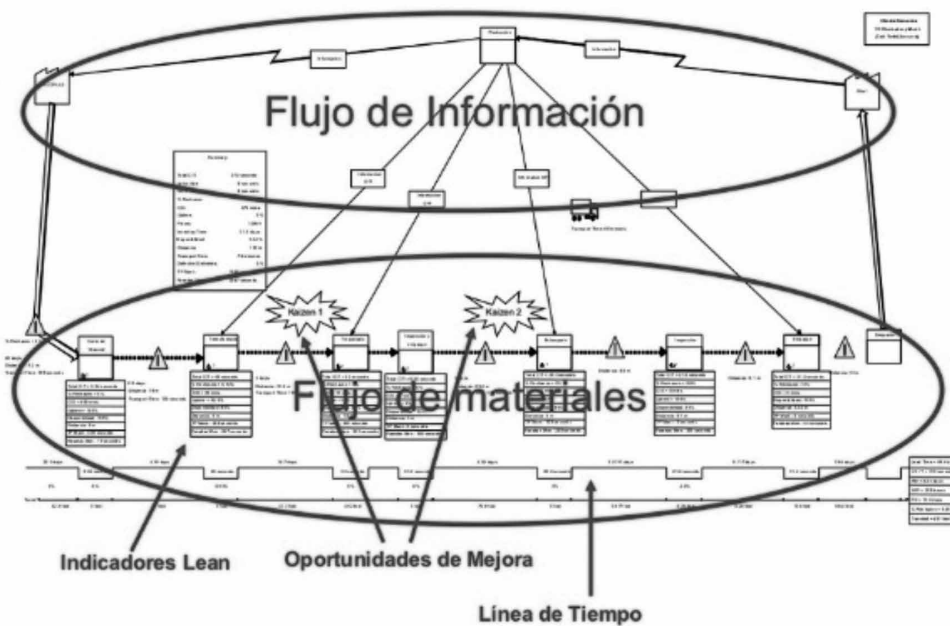


FIGURA N°4:
DIAGRAMA DE FLUJO DE VALOR (VSM)

Fuente: Bomconsulting

Con el fin de poner en evidencia los traslados de materia prima y productos semielaborados, se confeccionó un Diagrama Spaguetti, que ayuda a comprender los desplazamientos que tienen lugar en la planta.

En este tipo de diagramas se trazan líneas sobre el layout de la planta, que muestran las rutas que se siguen para confeccionar el producto.

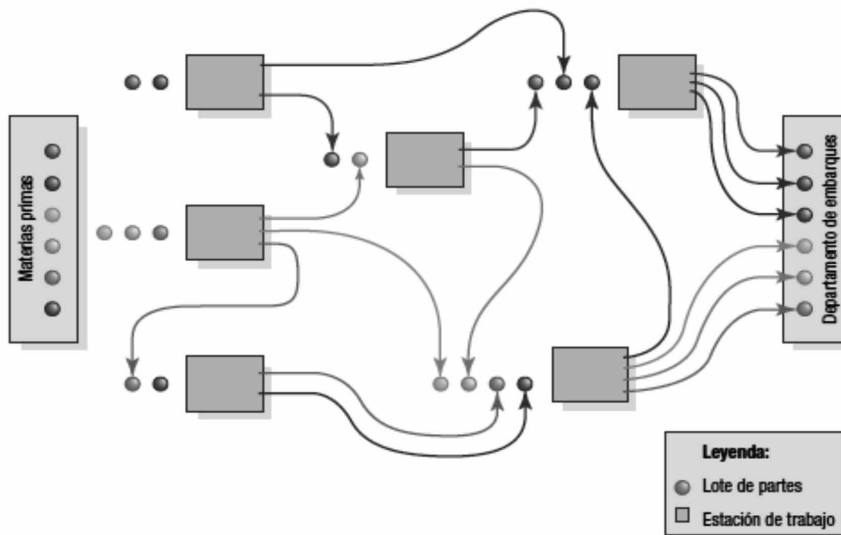


FIGURA N°5:
IMAGEN TIPO DIAGRAMA SPAGUETTI

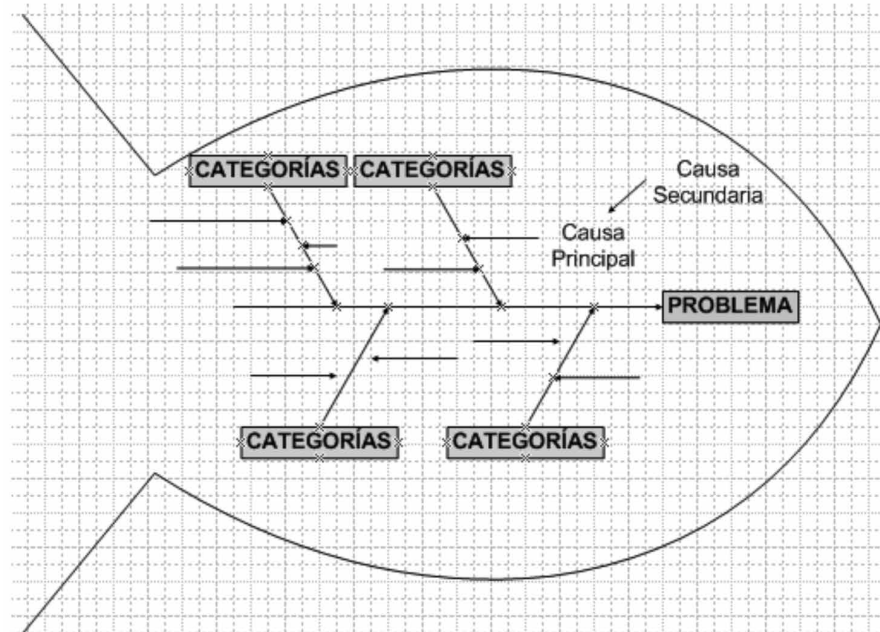
Fuente: Krajewski, L.; Ritzman, L. y Malhotra, M., 2008

En la cuarta etapa, identificación de las mudas de producción, se diagnosticaron las siete mudas de desperdicio que se suscitan en la planta de bases y colchones CDC.

Para diagnosticar por qué o de qué manera se producen los problemas o mudas, se utilizaron **Diagramas de Ishikawa**. Mediante estos diagramas de causa y efecto, también llamados de Espina de Pez, se establecieron las principales causas que afectan a los procesos de la empresa.

Se evaluó cada una de las mudas, determinando cuáles son las causas primarias y secundarias que más se relacionan con cada una de ellas.

FIGURA N°6:
DIAGRAMA DE ISHIKAWA



Fuente: elaboración propia.

En la quinta etapa, una vez concluida la cuarta etapa, en la cual se establecieron y detectaron las principales causas que afectan al proceso productivo, se generó una **propuesta de mejora** que permite mitigar o bien eliminar las mudas o desperdicios de producción.

4. PROPUESTA Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

El primer paso para la ejecución de la investigación fue determinar los miembros del panel de expertos, el cual fue conformado por el Sub-Gerente de Producción, el Gerente de Logística, KPO Kaizen y un Asistente de Prevención de Riesgos.

Los investigadores, en conjunto con el panel de expertos, buscaron dar respuesta a las siguientes interrogantes:

- ¿Qué es lo que quiere el cliente?
- ¿Cómo lo quiere?
- ¿Cuándo lo quiere?

El primer paso para dar respuesta a estas preguntas fue identificar al cliente, lo que se realizó a través de una lluvia de ideas gracias a la que se pudo determinar que para el área de producción de la planta, el cliente es el Departamento de *Supply Chain*.

Se evaluó entonces este departamento utilizando las preguntas propuestas en el mapa de empatía:

¿Qué piensa y siente el cliente?

Por ser el Departamento de *Supply Chain* un cliente interno para CDC, su “pensamiento” se orienta principalmente al correcto funcionamiento de la planta. Por lo tanto, espera que se cumpla con el servicio; que los departamentos estén alineados con los planes de la compañía; que se cumpla con los plazos de entrega y los planes de producción; que exista un flujo constante de información dentro de la compañía; que la cadena de valor esté equilibrada; y que se manejen de manera correcta los pedidos entrantes para que así los cliente externos estén conformes con los plazos de entrega.

¿Qué ve el cliente?

El cliente, según el panel de expertos, ve que las políticas dentro de la planta se ajusten a los planes de la empresa, al entorno total de la compañía, las reacciones ante cambios en la demanda y la forma en que se complementan los talleres.

¿Qué oye el cliente?

El cliente oye información proveniente desde distintas fuentes, entre las que destacan: la competencia, los clientes finales y el mercado. Además, escucha a todos los miembros de la cadena de valor y se mantiene atento a la información sobre mejoras tecnológicas que deban ser incluidas en los procesos.

¿Qué dice y hace el cliente?

El cliente, como parte de la compañía, tiene una participación activa en el proceso de producción, por lo tanto supervisa que se cumplan los requerimientos, insta a trabajar para entregar el mejor servicio a los clientes externos, revisa que los indicadores de producción y que los márgenes de producción establecidos sean cumplidos.

¿Qué frustra al cliente?

El cliente se frustra ante caídas en el nivel de servicio, desviaciones en la producción, desengranados en la cadena de valor e incumplimientos de los objetivos.

¿Qué motiva al cliente?

El cliente se siente motivado cuando el nivel de servicio alcanza el 100%, la compañía funciona integrada y se está cumpliendo con los planes de producción y los objetivos de la empresa. Con las respuestas a las preguntas del mapa

de empatía, se contestaron las interrogantes basales de esta etapa:

- **¿Qué es lo que quiere el Cliente?**

Entregar el mejor servicio posible a los clientes externos, vale decir: entregar productos de calidad, con stock adecuados y en los tiempos determinados.

- **¿Cómo lo quiere?**

Cumpliendo con los planes de producción y los objetivos fijados por CDC.

- **¿Cuándo lo quiere?**

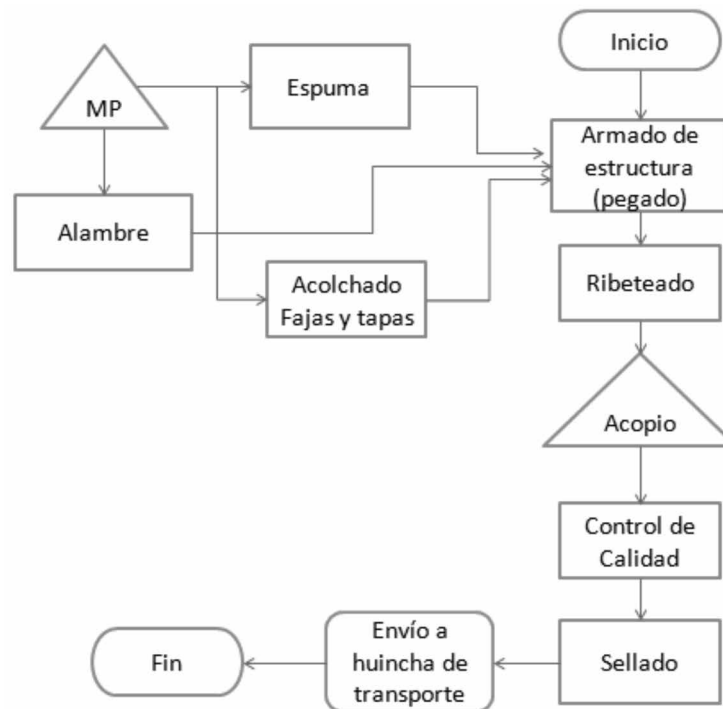
En el menor tiempo posible, manteniendo el nivel de servicio, disponibilidad, tiempo de entrega y fiabilidad de la entrega.

Para dar inicio a la tercera etapa de la investigación y tener claridad sobre las operaciones de la cadena de valor dentro de la compañía, conociendo e identificando las actividades primordiales, el flujo de información y de materiales que circulan desde los proveedores que abastecen de materias primas, pasando por los procesos de elaboración hasta que se entregan los productos terminados a los clientes, se realizó un levantamiento de procesos en el cual destacaron los procesos que tienen lugar en los talleres de terminación de colchones, tanto el de pegado como el de corchete.

Taller Terminación Corchete

En el taller de terminación corchete se unen muchos de los subproductos que provienen desde los otros talleres de la planta para dar forma definitiva a los colchones de menor precio.

FIGURA N° 7: FLUJOGRAMA PROCESO TERMINACIÓN CORCHETE



Fuente: elaboración propia.

Este proceso parte con el “llenado” del colchón, procedimiento que se realiza de forma manual: un trabajador coloca espuma sobre el fisal de la estructura de alambre, luego sobrepone la tapa (que posee fuelles) para proceder a la unión de los elementos con una pistola de corchetes. Antes de pasar a la siguiente actividad se monta la faja y se pasa el colchón a ribeteado.

En ribeteado se cose, con máquinas especializadas (ribeteadora), la faja a la tapa, se cosen también la etiqueta y la garantía, quedando en mesones de acopio transitorio. Seguidamente, un trabajador toma el colchón, recorta los hilos que haya dejado la ribeteadora o bien la tela que sobresalga, hace una inspección visual del colchón que luego pasa directamente a la “embolsadora”. Esta máquina empaqueta el colchón, sellándolo al vacío. Como se producen colchones de más de una línea a la vez, a continuación del embolsado hay un trabajador que separa los productos.

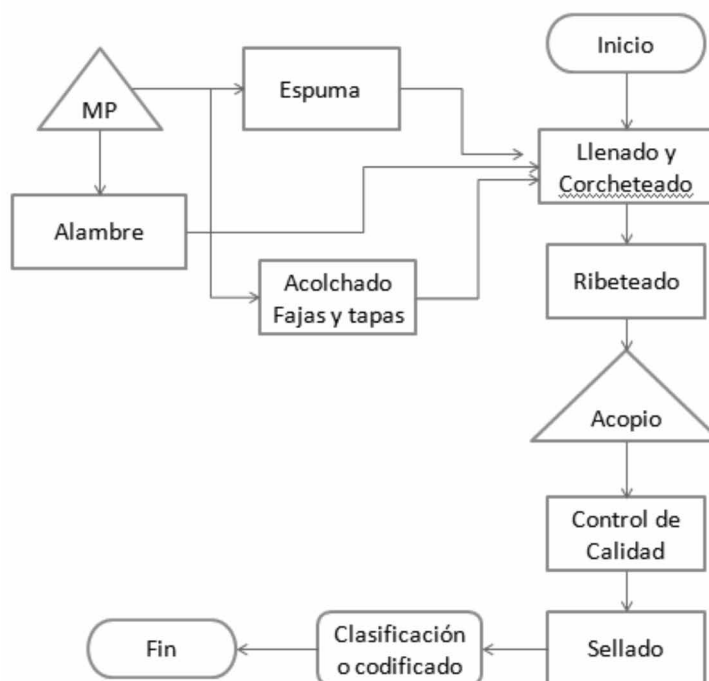
La producción de colchones de menor valor, también llamados de línea básica o marca, es decir, todos aquellos que son terminados en este taller, alcanza un promedio de 800 colchones diarios. Estos pasan al centro de distribución desde donde salen para su comercialización.

El layout del taller terminación corchete de colchones no es un taller de gran espacio, no se ocupan en él maquinarias de gran tamaño y su distribución interna está basada en la optimización del proceso. Cuenta con grandes zonas de acopio de materias primas y su ubicación actual se reconoce como ventajosa, pues se emplaza junto al centro de distribución.

Taller Terminación Pegado

En este proceso convergen los sub-productos provenientes desde los talleres de: estructura alambres, espuma, acolchado fajas y acolchado tapas, para dar forma definitiva al colchón.

FIGURA N° 8: FLUJOGRAMA PROCESO TERMINACIÓN PEGADO



Fuente: elaboración propia.

El armado de estos colchones se realiza en forma manual (existen dos trabajadores por puesto de trabajo). Primero, se pone la lámina de espuma y se le echa pegamento con una pistola, se agregan los marcos de espuma y, en esa suerte de nicho que se conforma, se ubica la estructura de alambre. Luego, se agrega otra lámina de espuma y se ponen las tapas y faja. Finalmente pasan a ribeteado donde se cosen.

Existe un acopio transitorio antes de que el colchón pase al mesón donde se cortan las hilachas, se revisan posibles fallas y finalmente se embolsa manualmente.

Una vez ya en la bolsa, los colchones se ubican en una cinta transportadora que los lleva hasta el centro de distribución.

El layout del taller terminación pegado de colchones posee una amplia zona para acopio de semielaborados, que sirven como insumo para la formación de los nichos. El taller tiene una fila de 8 ribeteadoras, separadas por 1,5 metros entre sí; 3 selladoras o empaquetadoras manuales de colchones, y un sistema de transporte automatizado por huincha transportadora, que se comunica con el centro de distribución.

Mapa de Flujo de Valor (VSM)

El panel de expertos validó los resultados del levantamiento de procesos, vale decir: procesos registrados (flujogramas), fichas confeccionadas y layout diagramados.

Contando con la validación de los procesos, se inicia la elaboración del VSM estableciendo claramente el flujo de operaciones y el uso de maquinaria que comprende el proceso de fabricación de colchones.

Además, el panel aportó datos para el cálculo de indicadores de producción.

Información General:

-Tiempo total del turno A: 10 horas o 36.000 segundos.

-Tiempo total del turno B: 9 Horas o 32.400 segundos.

-Total de colchones diarios: 2.300 unidades.

-Capacidad del almacén de centro de distribución: 28.000 unidades.

-Inventario mínimo de productos terminados en bodega: 2.000 unidades. Por políticas internas de CDC, ante cualquier imprevisto en la planta se debe tener capacidad de respuesta de aproximadamente 1 día a los clientes.

-Tiempo requerido para la entrega de materias primas a bodega general, de distintos proveedores, nacionales e internacionales: 30 días.

TABLA N° 1: CÁLCULO RATIOS VSM

Taller Espuma	Espuma total: 1 turno	30.000 kilos
	Consumo promedio espuma por colchón	7 kilos
	Total colchones con espuma disponible	$30.000 / 7 = 4285,7$ unidades
	Tiempo requerido para elaborar un colchón	$36.000 / 4285,7142 = 8,4$ segundos
	Tiempo entrega	$4285,7142 / 2.300 = 1,86$ días
Taller Alambre	Estructuras de alambre en 2 turnos	2.300 unidades
	Tiempo requerido para elaborar 1 estructura	$68.400 / 2.300 = 29,7$ segundos
	Tiempo entrega	$2.300 / 2.300 = 1$ días

Taller Fajas	Fajas 1 turno	3.000 unidades
	Tiempo requerido para elaborar faja	$36.000 / 3.000 = 12$ segundos
	Tiempo entrega	$3.000 / 2.300 = 1,3$ días
Taller Tapas	Tapas 1 turno	5.220 unidades
	Tiempo requerido para elaborar 2 tapas (necesario para 1 colchón)	$36.000 / 5.220 * 2 = 13,8$ segundos
	Tiempo entrega	$5.220 / 2.300 * 2 = 4,5$ días
Taller Terminación Pegado	Tapas 1 turno	1.500 unidades
	Tiempo requerido para elaboración	$68.000 / 1.500 = 45,6$ segundos
	Tiempo Entrega	Inmediato, en el turno
Taller Terminación Corchete	Tapas 1 turno	800 unidades
	Tiempo requerido para elaborar	$36.000 / 800 = 45$ segundos
	Tiempo entrega	Inmediato, en el turno

Fuente: elaboración propia en conjunto con Panel de Expertos CDC

El VSM, visado por el panel de expertos, presenta las siguientes consideraciones:

- El cliente demanda 44.000 unidades de colchones mensuales.
- El departamento de *Supply Chain* tiene el control de producción y está encargado de alinear el departamento comercial con los requerimientos de los clientes, de los proveedores con el departamento de abastecimiento y departamento de producción con el plan de producción semanal.
- Hay proveedores nacionales que entregan materias primas a la bodega general de forma diaria y semanal.
- Hay proveedores internacionales que entregan materias primas en forma mensual y semestral, provenientes de Asia y Estados Unidos, por embarque. De ser necesario, y en casos de suma urgencia, se puede pedir vía aérea, asumiendo los costos asociados.
- Bodega General tiene políticas de importación mensuales a 30 días.
- Hay 6 talleres primordiales para la elaboración de colchones.
- La elaboración de un colchón culmina en el taller de terminación pegado o corchete, técnicas distintas de terminación.
- Dentro del proceso de producción el taller de espuma tiene el mayor tiempo de espera, con 1,86 días. Esto se debe a lo complejo de la

Una vez realizados estos cálculos, y con el flujo de valor determinado, se confeccionó el siguiente VSM:

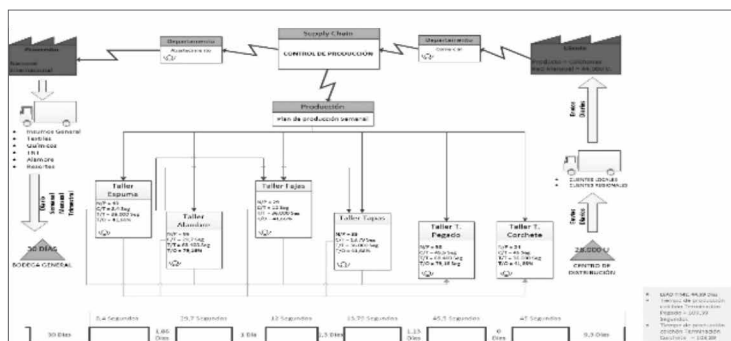


FIGURA N° 9: MAPA DE FLUJO DE LA CADENA DE VALOR (VSM) COMPAÑÍA CDC

Fuente: elaboración propia en conjunto con Panel de Expertos CDC

elaboración de la espuma, procesos químicos y tiempo requerido para su secado.

-Dentro del proceso de producción el taller de alambre es el menos productivo, pues genera estructuras necesarias solo para el día. Se debe nivelar para mantener la estabilidad del flujo del proceso con los otros talleres.

- El centro de distribución tiene una capacidad de almacenaje de 28.000 unidades, y los productos pueden quedar 9,3 días en espera.

- Hay una logística interna de envíos diarios a los distintos clientes, los que pueden ser locales y regionales.

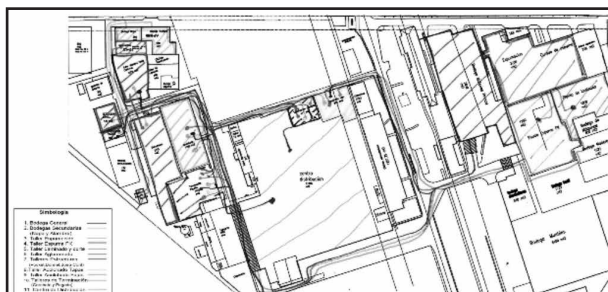
- Dentro del proceso hay un *Lead Time* de 44,59 días

- El tiempo que genera valor al cliente es cuando se está llevando a cabo el proceso de producción. En el caso de un colchón con terminación pegado, 109,39 segundos; y en terminación corchete, 108,89 segundos (elaboración de una unidad de colchón respectivamente).

Diagrama Spaguetti

Para complementar el análisis del flujo de la cadena de valor o VSM, se elabora un Diagrama de Spaguetti. Este tipo de diagrama representa el flujo de movimientos de materias primas o productos en proceso entre las bodegas y talleres existentes en la planta de CDC. Se propone esta herramienta para evidenciar una problemática patente en la planta: la existencia de catorce grúas horquillas en constante desplazamiento durante todo el día, situación que está retardando el flujo de materiales.

FIGURA N° 9:
DIAGRAMA
DE SPAGUETTI



Fuente: elaboración propia en conjunto con Panel de Expertos CDC

Las grúas horquilla recomienzan a operar media hora antes del inicio de la jornada laboral, haciendo el *picking* de materiales para la planta, es decir, ordenando las materias primas que serán utilizadas por los distintos talleres por día de trabajo. Esto no resta que, durante el día, de ser necesario se abastezca de insumos a los distintos talleres según nuevos requerimientos. Es necesario especificar que son tres las grúas que realizan el proceso de picking matutino. Luego, se mantienen operando en la bodega general de materias primas (BMP) en labores de recepción y ordenamiento.

TABLA N° 2: INTERACCIÓN DE LAS GRÚAS HORQUILLAS EN DISTINTAS ÁREAS. LO RATIOS VSM

PROVEEDOR	Bodega General	Bodega Alambre	Bodega TDI	Bodega Químicos
CLIENTE				
Taller Espumación				x
Taller Aglomerados				x
Taller Estc. Spira Continua	x	x	x	
Taller Estr. Bonell		x		
Taller Estr. Pocket	x	x	x	
Taller Acolchado Tapa	x		x	
Taller Acolchado Fajas	x			
Taller T. Corchete	x			
Taller T. Pegado	x			

Fuente: elaboración propia en conjunto con Panel de Expertos CDC

El movimiento que hacen las grúas horquillas restantes (11) en las otras áreas dentro de la fábrica es fundamental, ya que se generan en grandes cantidades lotes de productos semielaborados (WIP), los cuales deben ser trasladados mecánicamente debido a su elevado peso y por recorrer grandes distancias dentro del plano de la fábrica.

Existe una gran interdependencia entre las distintas bodegas y talleres dentro de la compañía, requiriendo de horquillas para trasladar sus productos, los cuales en su totalidad convergen en los talleres de **terminación pegado y corchete**, instancia en la cual se termina la fabricación y se obtiene el producto final.

TABLA N° 3: INTERACCIÓN DE LAS GRÚAS HORQUILLAS EN DISTINTAS ÁREAS

PROVEEDOR	Taller Espumación	Taller Laminado y Corte	Taller Aglomerado	Taller Estructuras (Spira, Bonell, Pocket)	Taller Acolchado	Taller Acolcahs
Taller Espuma FK	x					
Taller Laminado y Corte	x		x			
Taller T. Pegado		x	x	x	x	x
Taller T. Corchete		x		x	x	x

Fuente: elaboración propia en conjunto con Panel de Expertos CDC

Identificación de las mudas

Según está consignado en la metodología de la investigación para la evaluación de las siete mudas de la producción, se utilizó la herramienta de diagramas de Ishikawa.

- Diagramas de Ishikawa

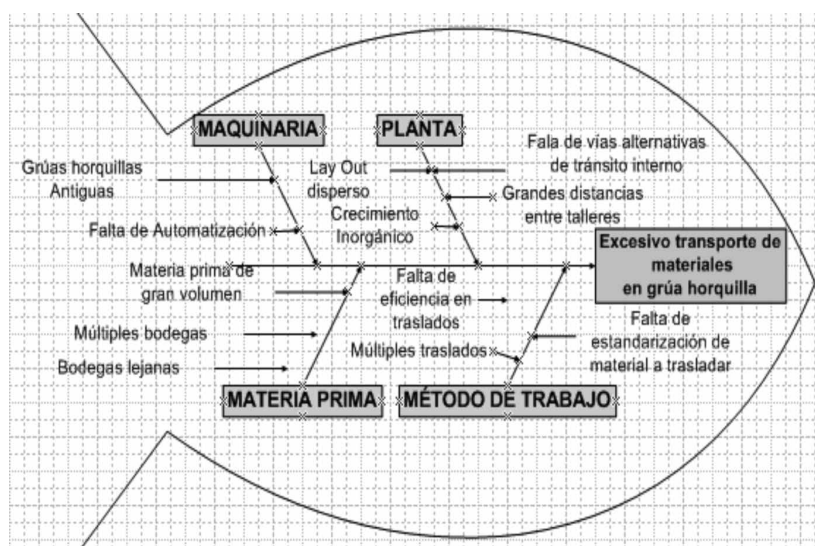
Se construyeron diagramas de Ishikawa para valuar los principales ejes que pueden causar desperdicios de producción. Se estableció que los ejes de evaluación a utilizar serán: planta, maquinaria, materias primas y método de trabajo. Además, se consideraron como los desperdicios (mudas) más relevantes que afectan la producción aquellos que tienen relación con: transporte de materias primas, tiempos de espera, unidades defectuosas y acumulación de inventarios.

No se evaluaron las mudas por sobreproducción, procesos y movimiento, dado que no se identificaron problemas que se correspondan de forma directa con ellas.

- Diagnóstico: muda de transporte

Se identifica el problema o “efecto” que se reconoce, dentro de la planta de colchones, como la muda por transporte. Específicamente: “excesivo transporte de materias primas y semielaborados por grúas horquilla”.

FIGURA N° 11: DIAGRAMA ISHIKAWA (CAUSA-EFECTO): MUDA DE TRANSPORTE



Fuente: elaboración propia en conjunto con panel de expertos

Planta

Debido a las características de la planta, la que ha tenido un crecimiento inorgánico, generado un layout disperso, se deben recorrer grandes distancias para trasladar materias primas desde las bodegas y productos semielaborados entre los talleres.

La planta no posee vías alternativas ni exclusivas para que transiten libremente las grúas horquilla y cumplan su labor óptimamente, ya que por las rutas trazadas también transitan peatones o trabajadores dentro de las zonas de desplazamiento demarcadas. Además, hay pasillos demasiado angostos en los que se debe disminuir la velocidad para no causar un accidente.

Maquinaria

En cuanto a la maquinaria, falta una automatización de los traslados para que sean más eficientes. Se usan grúas horquilla que son bastante antiguas y no llegan a rendir en su

máxima capacidad, teniendo que hacer más traslados de lo necesario, generalmente.

Materia prima

La materia prima que se usa para la elaboración de colchones es variada y de gran volumen, por lo tanto se requieren múltiples traslados diariamente para cumplir los requerimientos a los distintos talleres.

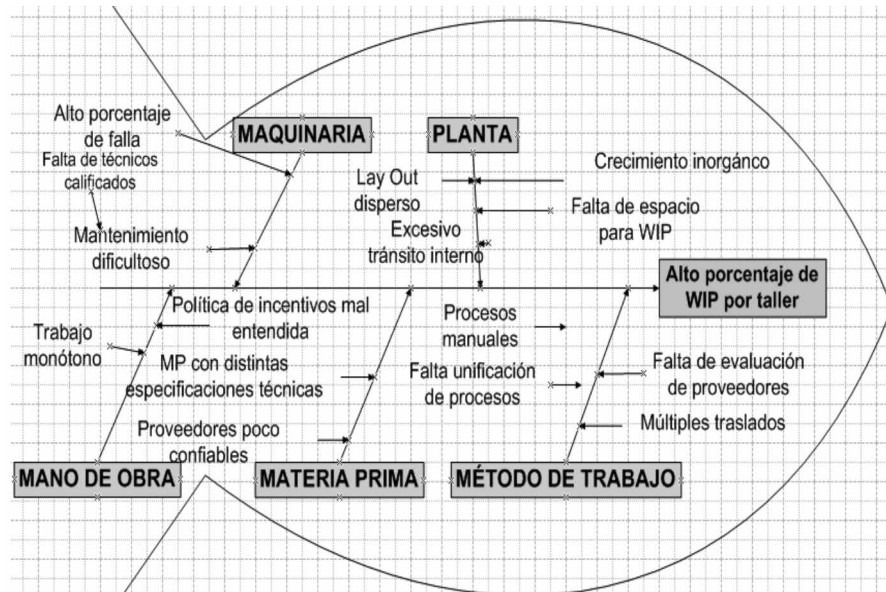
Método de trabajo

En cuanto al método de trabajo que se utiliza, hay serias causas que llevan a aumentar más el problema expuesto, existiendo una falta de estandarización de los procedimientos del material a trasladar en capacidad máxima de volumen y peso, incidiendo en el incremento de viajes.

- Diagnóstico: muda de defectos

Para la muda defectos, se identificó el problema: “alto porcentaje de productos semielaborados defectuosos por taller”.

FIGURA N° 12: DIAGRAMA ISHIKAWA (CAUSA-EFECTO): MUDA DEFECTOS



Fuente: elaboración propia

Planta

Como consecuencia del crecimiento inorgánico de la empresa, se generó un layout disperso que provoca un excesivo tránsito interno. Además, no existen dentro de la planta espacios adecuados para ser utilizados como bodegas de productos semielaborados (WIP).

El movimiento constante de materias primas y semielaborados, sea porque los talleres están distantes o porque no existen las bodegas adecuadas, es una causa relevante de defectos, ya que muchos de los semielaborados son considerados defectuosos por estar sucios debido a la manipulación excesiva en su traslado.

Maquinaria

Muchas de las máquinas que se utilizan en el proceso de fabricación son de larga data; otras han sido creadas en forma artesanal para dar respuesta a los problemas que se presentaron en la producción. Por lo mismo, muchas de estas máquinas presentan un alto porcentaje de unidades defectuosas.

Mano de obra

Al ser un trabajo repetitivo, puede volverse tedioso, lo que significa que los trabajadores pueden pasar por alto ciertos aspectos asociados con el aseguramiento de la calidad, sobre todo cuando deben autoevaluar los resultados del proceso del cual son parte.

En ocasiones, se malentienden las políticas de producción y, con el objetivo de cumplir las metas, se fabrican unidades de sobra, lo que genera acopio innecesario de WIP, corriéndose el riesgo de que éstos se estropeen y se vuelvan inutilizables.

Materia prima

Como las materias primas son suministradas, en su mayoría, por proveedores internacionales, se evidencian importaciones con distintas especificaciones técnicas, observándose pedidos de

telas que no corresponden, ya sean por grosor o diseño. Esto genera producción defectuosa si no se detecta a tiempo el rollo de tela fuera de especificaciones.

Esta anomalía también sirve para poner en evidencia a proveedores poco fiables y al proceso de evaluación de la calidad de entrada.

Método de trabajo

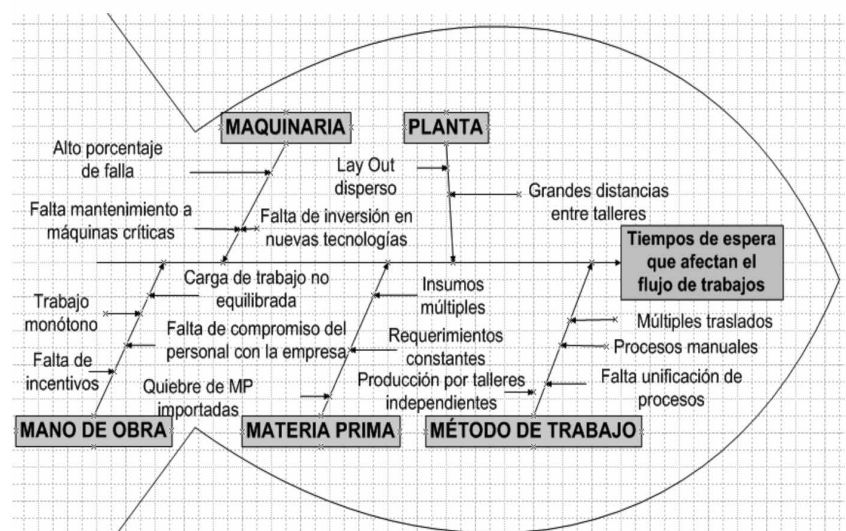
La falta de estandarización del proceso principal, la existencia de procesos que son realizados en forma manual y los múltiples traslados que son parte de la forma de trabajo establecida, se reconocen como causales de los defectos de productos WIP.

A estas causas se suma la inexistencia de un sistema de evaluación de proveedores.

- Diagnóstico: muda de tiempo

Se determinó que el principal problema vinculado a la muda de tiempo es: “tiempos de espera que afectan el flujo constante de trabajo”.

FIGURA N° 13: DIAGRAMA ISHIKAWA (CAUSA-EFECTO): MUDA DE TIEMPO



Fuente: elaboración propia

Planta

El layout disperso y la gran distancia entre talleres también es causa de los problemas relacionados con la muda tiempo. El incesante desplazamiento de materias primas y WIP no es constate en sus tiempos, por lo tanto, bajo la circunstancia de que los talleres de terminación no dispongan de suficientes semielaborados, se detendrá la producción hasta que no se cuente con los insumos necesarios.

Maquinaria

Gran parte de la maquinaria utilizada para la producción es de larga data, por lo que suelen generarse averías, las cuales significan retrasos en el proceso.

Las mantenencias preventivas son ejecutadas por los operarios de máquina y su programación es dilatada, disminuyendo su frecuencia, retardando la fabricación por fallos más prolongados, produciendo la muda de tiempo.

Mano de obra

Por las características de los procesos repetitivos, el trabajo se vuelve monótono. Además, se observa que no existe una carga equilibrada de trabajo, ni las políticas de incentivo adecuadas, traduciéndose aquello en falta de compromiso del personal con la empresa.

En relación con el recurso humano, el ausentismo y el incumplimiento de las metas de producción son algunas de las causas de retraso en los tiempos de producción.

Materias primas

La empresa no dispone de un procedimiento de revisión preliminar de materias primas es-toqueadas en bodega antes de ser trasladadas a los talleres. Todo tipo de imperfecciones en éstas son detectadas cuando se aprestan a ser utilizadas.

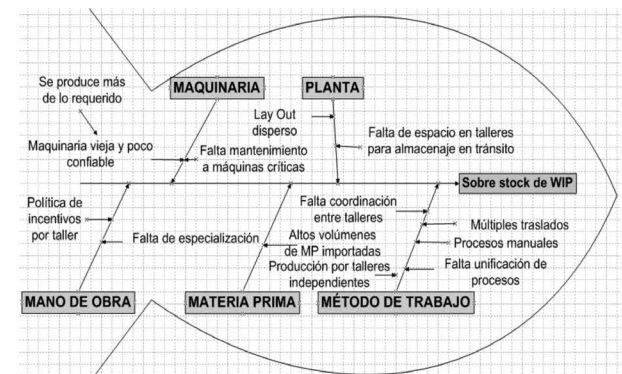
Método de trabajo

La falta de unificación de procesos, debido a que se producen en distintos talleres constantes y múltiples traslados de insumos, sumado a procesos manuales, provoca mudas de tiempo.

- Diagnóstico: muda de inventario

Como problema asociado a la muda de inventario, se ha precisado la existencia de: “sobrestock de productos semielaborados”.

FIGURA N° 13: DIAGRAMA DE ISHIKAWA (CAUSA-EFECTO): MUDA DE INVENTARIO.



Fuente: elaboración propia

Planta

La existencia de Layout disperso, y la falta de espacios adecuados en los talleres para almacenar WIP, ocasionan problemas de sobrestock, dado que habitualmente se produce más de lo requerido con el fin de prever posibles defectos ocasionados en el transporte.

La lejanía de los talleres genera falta de comunicación entre ellos. Todos reconocen cuál es el nivel esperado de producción que le corresponde, pero no existe ajuste en caso, por ejemplo, de que un taller esté detenido o con problemas. Por lo tanto, la producción de los talleres que no presenten inconvenientes se mantendrá, generando un sobrestock de

productos semielaborados, los cuales, por causa de otras mudas, pueden terminar incluso inutilizados.

Maquinaria

Como ya se ha mencionado, la maquinaria utilizada, incluso la que corresponde a procesos críticos, es antigua, lo que provoca un constante temor de que se vaya a averiar. Por lo tanto, siempre se están generando más productos semielaborados de los que son realmente requeridos.

Por lo mismo, no se detienen las máquinas, ni siquiera para realizar mantenciones preventivas, lo que a largo plazo determina desperfectos o averías de máquina de todas formas.

Mano de obra

CDC tiene una política de incentivos a través de la cual se premia a los integrantes de un taller si cumplen con sus metas de producción. El problema surge cuando, en determinados talleres, una vez cumplida la meta, no se baja la frecuencia de producción, acumulando productos semielaborados.

Materias primas

El alto volumen de materias primas importadas conlleva que exista cierta presión en la producción. En ocasiones, para completar el uso, por ejemplo, de ciertas telas, se producen más semielaborados de los requeridos.

Método de trabajo

Nuevamente el método de trabajo se ve afectado por la disposición de los talleres dentro de la planta, lo que genera: falta de coordinación entre ellos, producciones independientes de productos semielaborados, múltiples traslados y falta de unificación de procesos. Esto, sumado a la existencia de procesos manuales, es causa de mudas por sobrestock de productos semielaborados.

Todos estos antecedentes apuntan a una falta de planeación en el trabajo, lo que genera una política de producción en función de la preocupación por lo que pueda pasar, más que por reducir desperdicios, lo que se evidencia en esta muda por inventario.

Generación de la propuesta de mejora.

Luego del análisis de la información consignada en la cuarta etapa de esta investigación, se formuló una propuesta de mejora que apunta a mitigar y eliminar mudas.

Para determinar cuál sería el plan de mejora a proponer, se tomaron en cuenta tres, de las cuatro, problemáticas principales recogidas durante la investigación con la utilización de tres herramientas: Diagrama de Flujo de Valor, Diagrama de Spaguetti y Diagrama de Ishikawa.

- Diagrama de Flujo de Valor (VSM)

A través de la elaboración del VSM, se evidenció que existe un cuello de botella en el taller de estructuras alambre. En este taller sólo se producen las unidades requeridas por día, aun cuando se trabajan dos turnos.

Si bien esta situación es acorde al proceso que busca no generar desperdicios por inventario, el hecho suscita preocupación dado que, por las características de la maquinaria utilizada, si cualquiera de las tejedoras sufriera alguna avería, se retrasaría todo el proceso productivo y prácticamente se detendría la fabricación de colchones.

- Diagrama de Spaguetti

A través de este instrumento se confirmó el movimiento continuo de materias primas y productos semielaborados dentro de la planta, los cuales generan mudas por transporte.

- Diagrama de Ishikawa

Dentro de las causas más reiteradas de los problemas que producen mudas en el proceso de producción, encontramos la existencia de un layout disperso dentro de la planta. Esta causa consta en los cuatro diagramas de Ishikawa y fue evidenciada de igual forma en la observación de campo.

Considerando los antecedentes expuestos, se propone: “fusionar los talleres de terminación de colchones, creando un nuevo proceso de terminación, el cual otorgue mejor respuesta y flexibilidad a los requerimientos del cliente interno”.

Con esta mejora se espera mitigar mudas asociadas a transporte, tiempo, defectos e inventario. Transporte

Se reducirán los tramos recorridos por las grúas horquilla.

Tiempo

Al implementarse un nuevo proceso se reducen los tiempos de espera que afectan a los talleres de terminación. Se incluirá un paso en el nuevo proceso, el picking, que ayudará a la fluidez en el proceso de terminación.

Defectos

Al reducirse los traslados, y gracias al nuevo layout del taller de terminación, se espera disminuir la cantidad de semielaborados considerados defectuosos por estar sucios.

Inventario

Al unirse los talleres de terminación y crear un nuevo proceso de terminación de colchones, se espera reducir la cantidad de sobrestock de productos semielaborados, ya que bajará la cantidad de productos defectuosos y, por lo mismo, la necesidad constante de hacer más de lo requerido “por si acaso”.

Se descartó la idea de intervenir en el taller de alambre, ya que esto generaría una inversión demasiado elevada y no apuntaría a la erradicación de las mudas de la producción. De igual forma fue descartada la posibilidad de resolver el problema de los movimientos constantes de materia prima y productos semielaborados, ya que para la erradicación de esta muda haría falta rediseñar todo el proceso de producción de colchones.

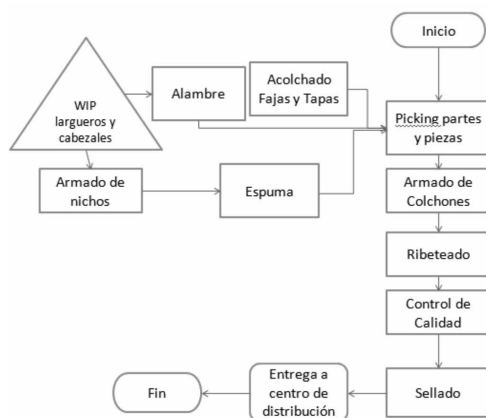
Desarrollo propuesta de mejora

- Propuesta de nuevo proceso de terminación de colchones

Se propuso unir los procesos de los talleres terminación corchete y terminación pegado de colchones en un nuevo proceso, en el que convergerán los semielaborados provenientes desde los talleres de: estructura alambre, espuma, acolchado tapas y acolchado fajas.

Además, como consecuencia de la unificación del proceso de terminación, se creará un nuevo subproceso, preliminar al proceso de terminación, que se llamará: armado de nichos pegados. El objeto de éste será armar las estructuras con marcos de espuma (largueros y cabezales), que se utilizan en los colchones de tipo pegado, en la línea de productos de mayor calidad y precios.

FIGURA N° 15: PROCESO DE TERMINACIÓN DE CORCHETEADO O PEGADO



Fuente: elaboración propia

En la figura 15 se observa el flujograma del nuevo proceso de terminación de colchones. En primera instancia, se hará un picking de partes o piezas, es decir se reunirán los elementos necesarios para la elaboración de un colchón tipo corchete (estructura de alambre, tapas, faja y láminas de espuma) o pegado (estructura alambre, nichos, tapas, faja y espuma), según los requerimientos asociados al producto.

Luego, utilizando rodillos de transporte, se enviarán los paquetes listos hacia las mesas de armado, donde se corchetean o pegan las estructuras, pasando luego a ribeteado para coser las tapas y la faja. Seguidamente, se tomará el colchón y se hará pasar por un control de calidad realizado a la vez que se recortan las hilachas o la tela que sobresalgan. Finalmente, el colchón estará listo para ser sellado y transportado al centro de distribución a través de rodillos de transporte (mecanismo similar a una cinta de transporte).

- Propuesta nuevo layout

El layout del nuevo taller de terminación se emplaza en un espacio de dos mil metros cuadrados, ubicado contiguo al centro de distribución de la planta de elaboración de bases y colchones de CDC.

La nueva distribución constará, además, de una oficina administrativa de treinta metros cuadrados y un taller de nichos pegado, también de treinta metros cuadrados. En éste último se realizará el proceso de armado de nichos, en el que trabajarán tres personas, las cuales tendrán a su disposición tres pistolas dispensadoras de pegamento para armar estructuras. Para cada puesto de trabajo se considera un mesón en el que se llevará a cabo el armado de los nichos.

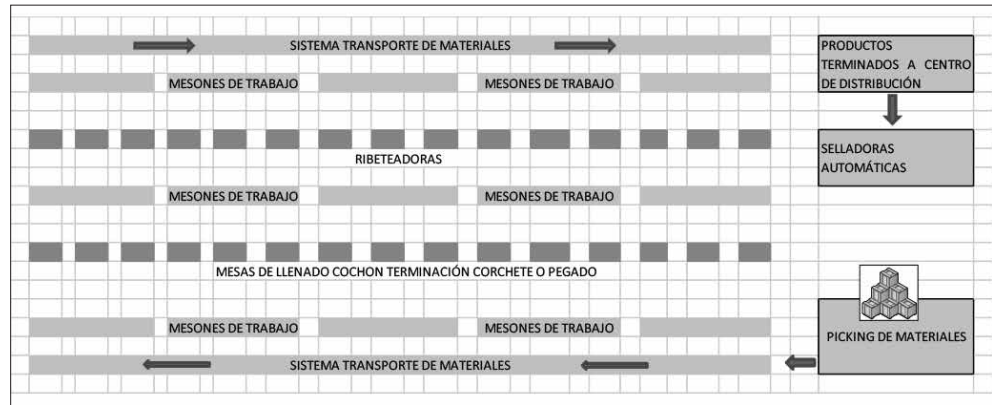
Para el nuevo proceso se contempla una amplia zona de picking en la que se acopiarán los semielaborados de los talleres proveedores.

Al inicio del taller se considera un rodillo transportador para enviar los paquetes de semielaborados a las catorce mesas de trabajo o llenado, donde indistintamente se terminarán colchones tipo corchete o pegado. Existirán también dos mesas de trabajo especiales, dedicadas a la terminación de colchones de la línea premium de CDC.

Luego de cada mesa de llenado, se ubican dieciséis ribeteadoras, y luego cinco mesones de revisión.

Por último, en la etapa final del proceso se ubica otro rodillo transportador que enviará los colchones terminados a la zona de sellado o empaquetado de productos que consta de dos máquinas automáticas.

FIGURA N° 16: LAYOUT DEL PROCESO DE TERMINACIÓN DE COLCHONES UNIFICADO.

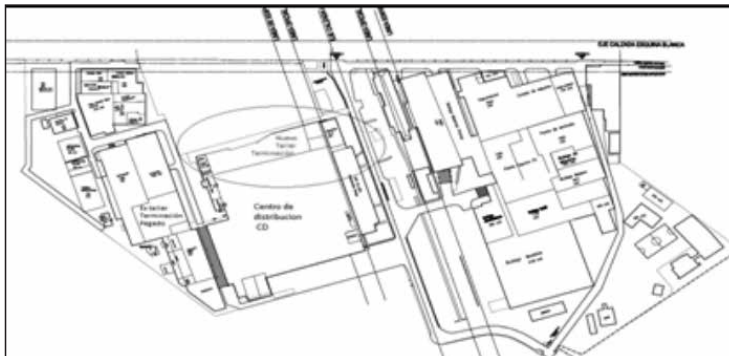


Fuente: elaboración propia

- Propuesta de ubicación del nuevo taller de terminación.

Para la creación del nuevo taller de terminación es determinante establecer una nueva ubicación dentro de la planta. Para esto se evaluaron posibilidades sobre cuál sería la opción más apropiada para la instalación del nuevo taller de terminación de colchones. El lugar debía de albergar ambas áreas de terminación (corchete y pegado) con holgura, además de poder contener la nueva propuesta de layout con todas las maquinarias correspondientes. Se ha fijado como requerimiento mínimo de espacio 1887 metros cuadrados, la suma de los metros cuadrados totales que en la actualidad ocupan los talleres de terminación corchete y pegado.

FIGURA N° 17: UBICACIÓN DEL NUEVO TALLER DE TERMINACIÓN EN PLANO GENERAL DE LA PLANTA DE CDC



Fuente: datos proporcionados por la empresa.

Además, para mitigar mudas de transporte se requiere que la nueva ubicación sea cercana al centro de distribución. En la actualidad, los talleres más cercanos al centro de distribución de la planta de colchones de CDC son los talleres de terminación corchete y acolchado de fajas. Por esta razón se piensa que la mejor opción es trasladar el taller de fajas al sector donde se encuentra el taller de terminación pegado (por defecto quedarán juntos los talleres de acolchado), manteniéndose la ubicación actual del taller de corchete.

Pensando en la unificación, y en beneficio de la propuesta, se ha decidido que este espacio servirá para la unificación de los talleres de terminación colchones. Además, para aumentar el tamaño de las instalaciones y construir el área donde se llevará a cabo el subproceso de armado de nichos, se hará ocupación de algunos metros de instalaciones obsoletas. Para ello se harán las remodelaciones pertinentes para el nuevo layout.

En la Figura 19 del plano general de la empresa, se puede apreciar marcado en rojo el área nueva que se propone para la fusión de talleres de terminación corchete y pegado.

Una imagen con más detalle podrá aclarar la ubicación física en donde se propone llevar a cabo este proyecto, como en la figura 18.



FIGURA N° 18: PLANO DE NUEVAS DEPENDENCIAS DE LOS TALLERES DE TERMINACIÓN.

Fuente: elaboración propia con datos aportados por la empresa.

Como es posible observar, se pretende que el área donde se emplaza acolchado fajas desaparezca, dejando espacio suficiente para el nuevo taller de terminación. La maquinaria y el proceso que aquí se emplaza se trasladarán a las instalaciones que ocupa el taller de terminación corchete.

Además de considerar el área para el subproceso de nichos pegado, se estipulan las oficinas administrativas ocupadas por el jefe de taller, para la planificación mensual y supervisión del proceso.

Evaluación económica financiera de la propuesta

- Análisis Nuevo VSM

Con la propuesta del nuevo taller de terminación y validación del panel de expertos, se procede a confeccionar un nuevo mapa de flujo de valor o VSM, estableciendo un flujo de operaciones que convergen solamente en un taller de terminación de colchones.

Además, el panel aportó datos para al cálculo de indicadores de producción.

Información General

-Tiempo total del turno A: 10 horas o 36.000 segundos.

-Tiempo total del turno B: 9 horas o 32.400 segundos.

-Total de colchones diarios: 2.346 unidades (aumento del 2%).

-Capacidad de almacenaje del centro de distribución: 28.000 unidades.

-Inventario mínimo de productos terminados en bodega: 2.000 Unidades.

Por políticas internas de CDC, ante cualquier imprevisto en la planta se debe tener una capacidad de respuesta de aproximadamente 1 día a los clientes.

-Tiempo requerido para la entrega de materias primas a bodega general, de distintos proveedores, nacionales e internacionales: 30 días.

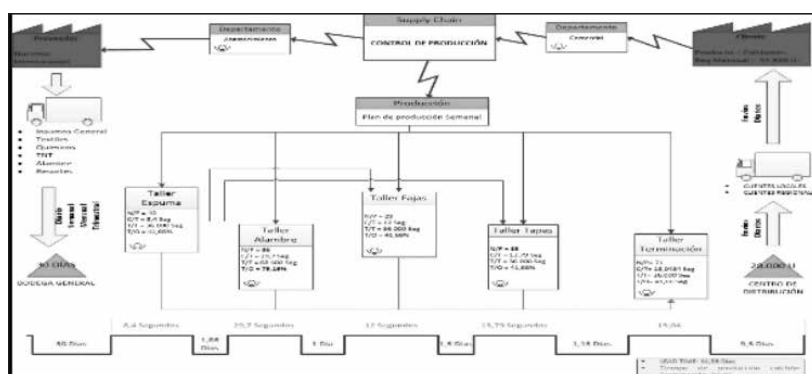
Información de talleres

TABLA N° 4: CÁLCULO RATIOS VSM

TALLER TERMINACIÓN	Tapas 1 turno	800 unidades
	Tiempo requerido para elaborar	$3.600 / 800 = 45$ segundos
	Tiempo entrega	Inmediato (en el turno)

Por ser los talleres de terminación los únicos intervenidos con la mejora, los valores de los ratios pertenecientes a los demás talleres no presentan cambios. Una vez realizados estos cálculos, y con el flujo de valor determinado, se confeccionó el siguiente VSM.

FIGURA N° 19: NUEVO MAPA DE FLUJO DE LA CADENA DE VALOR (VSM)



Fuente: elaboración propia

Elaborado el nuevo VSM en conjunto con el panel de expertos y luego de la exposición del diagrama, se obtienen las siguientes consideraciones:

- El cliente demanda 44.920 unidades de colchones mensuales.

- El departamento de *Supply Chain* tiene el control producción y está encargado de alinear el departamento comercial con los requerimientos de los clientes, de los proveedores con el departamento de abastecimiento y del departamento de producción con el plan de producción semanal.

- Hay proveedores nacionales que entregan materias primas a la bodega general de forma diaria y semanal.

- Hay proveedores internacionales que entregan materias primas en forma mensual y semestral, provenientes de Asia y Estados Unidos, por embarque. De ser necesario, y en casos de suma urgencia, se puede pedir vía área, asumiendo los costos asociados.

- Bodega general tiene políticas de importación mensuales, a 30 días.

- Habrán 5 talleres primordiales para la elaboración de colchones, ya que se unirá el taller de terminación corchete con el taller de terminación pegado a un solo taller.

- La elaboración de un colchón culmina en el taller de terminación, donde indistintamente se podrá hacer la terminación de un colchón terminación corchete o terminación pegado.

- Dentro del proceso de producción, el taller de espuma tiene el mayor tiempo de espera (1,86 días). Esto se debe al complejo proceso de elaboración de espuma, los procesos químicos y el tiempo requerido para su secado.

- Dentro del proceso de producción, el taller de alambre es el menos productivo, pues genera estructuras necesarias solo para 1 día. Se debe nivelar para mantener la estabilidad del flujo del proceso con los otros talleres.

- El centro de distribución tiene una capacidad de almacenaje de 28.000 unidades, es decir, los productos pueden quedar 9,3 días en espera.

- Hay una logística interna de envíos diarios a los distintos clientes, los que pueden ser locales y regionales.

- Dentro del proceso hay un *lead time* de 44,59 días.

- En el caso de esta propuesta, dado que aumenta la productividad en el taller de terminación, se podrá terminar un colchón en 76,93 segundos, tiempo de valor agregado en comparación con el proceso anterior, que alcanzaba los 109,39 segundos por colchón, disminuyendo un 29,67% el tiempo de producción de un colchón.

Evaluación económica del plan de mejora

En la tabla 5 es posible observar un cuadro comparativo de los talleres de terminación y las variaciones esperadas si se aplicase la propuesta de mejora.

TABLA N° 5: TABLA COMPARATIVA PROPUESTA DE MEJORA

ITEMS	Taller Corchete	Taller Pegado	Fusión Talleres	Variación
Personal	24	58	71	-11
Metros Cuadrados	447 M ²	1410 M ²	2000 M ²	113 M ²
Líneas de trabajo	6	6	16	4
Maquinaria				
Pistolas Corchete	6	0	16	10
Pistolas Adhesivo	0	6	20	14
Ribeteadoras	6	8	16	2
Selladores o empaquetadoras	1 Automática	3 Manuales	2 Automáticas	1

Grúas Horquilla	1	1	2	0
Sistema Roller Conveyor	No	Output	Input y Output	Input y Output

Fuente: elaboración propia

Con la fusión de los talleres y la implementación de un nuevo proceso de terminación, se espera que la cantidad de trabajadores se reduzca, ya que no será necesario que el turno noche del taller de terminación pegado siga operativo, lo que significará liberar a 11 trabajadores de sus funciones habituales, reubicándolos en nuevas labores o desvinculándolos de la empresa.

Se aumentarán los metros cuadrados utilizados para la terminación en un 6%, alcanzando los 2.000 metros cuadrados construidos. También, y esto a propósito de la implementación del nuevo proceso, se incrementarán las líneas de trabajo de doce (seis de corchete y seis de pegado) a 16.

Ya que se trabajarán indistintamente colchones con terminación pegado o terminación corchete en las líneas, se deberá nivelar la cantidad de pistolas de corchetes y pistolas de adhesivo, de modo que cada línea posea las herramientas necesarias para la producción de ambos tipos de colchones. Por lo mismo, se aumentará la cantidad de máquinas ribeteadoras.

Se empleará sólo una forma de empaque de colchones que realizará con 2 máquinas automáticas. Se prescindirá de las manuales, ya que no agilizan el proceso de producción. Además, se incluye un sistema de *Roller Conveyor* de transporte en la entrada y salida del proceso.

Esta propuesta de fusión de talleres conlleva una elevada inversión de activos fijos (tabla 6) que la empresa estará dispuesta asumir, pensando en el beneficio futuro de la compañía.

TABLA N° 6: PRESUPUESTO DE INVERSIÓN ACTIVO FIJO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

Inversión en Activos Fijos		
ITEMS	Cantidad Requerida	Valor Total
Obras Civiles	Remodelación	\$ 80.000.000
Pistolas Corchete	10	\$ 18.000.000
Pistolas Adhesivos	14	\$ 70.000.000
Ribeteadoras	2	\$ 9.000.000
Selladoras o empaquetadoras	1	\$ 25.000.000
Sistema Roller Conveyor	Input y Output	\$ 192.000.000
Total		\$ 394.000.000

Fuente: elaboración propia

Se espera que la inversión a realizar sea de \$394.000.000. El mayor costo de implantación será la compra de un sistema Roller Conveyor, el cual acelerará el nuevo proceso de terminación y minimizará el movimiento de semielaborados dentro del taller de terminación.

Este proyecto tendrá un impacto en el ahorro de gastos generales (luz, agua, alimentos) y ahorro mensual por concepto de mano de obra del turno de noche que propone eliminar.

Se espera que aumente en un 20% la capacidad productiva, vale decir 460 unidades adicionales diarias, aun cuando solamente se trabaje un turno en pegado, pues con los cambios en tecnología y metodología de trabajo habrá una mayor eficiencia en las líneas de producción.

TABLA N° 7: MEJORAS ECONÓMICAS ESPERADAS CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

Ahorro mensual Gastos generales -4%	
Gastos mensuales Talleres de terminación	\$24.000.000

Gastos mensuales eliminando turno de Terminación Pegado	\$23.076.923
Ahorro mensual	\$923.077
Ahorro anual (\$923.077 x 12 meses)	\$11.076.924
Ahorro costo Mano de obra -13,41%	
Saldo mensual operario promedio \$450.000	
Número operarios actuales en Talleres de terminación	82 \$36.900.000
Número operarios con proyecto	71 \$31.950.000
Ahorro mensual	\$4.950.000
Ahorro anual (\$923.077 x 12 meses)	\$59.400.000
Aumento de la capacidad productiva 20%	
12 líneas de producción (6CN Día +6 CME Día +3ME Noche)	2300 Unidades
16 líneas de producción con proyecto (16 CN ó + CME Día)	2760 Unidades
Unidades adicionales de producción diaria	460 unidades diarias
Unidades adicionales de producción anuales	110.400 unidades anuales

Fuente: e laboración propia con información aportada por CDC.

El nuevo proceso conllevará una nueva forma de producción, la cual permitirá prescindir del turno de noche. Esto significará un ahorro anual de \$11.076.904, por concepto de gastos generales, tales como luz, agua y alimentación, debido a la mantención de servicios complementarios básicos.

La desvinculación o reubicación de 11 trabajadores de sus labores habituales en los talleres

de terminación se traducirá en ahorro de mano de obra en operaciones de \$59.400.000 anuales, lo que significará una disminución en los costos por este ítem de 13,41%.

Se espera un aumento en la capacidad productiva, que se materializará debido a la transformación en el método de trabajo impulsada por el nuevo layout y el rediseño del proceso, que significará un aumento en las líneas de trabajo y un mejoramiento en el flujo. Por ello, se espera un aumento de 460 unidades diarias producidas y entregadas al centro de distribución, significando un aumento de la capacidad productiva de un 20% (tabla 7).

Con base en los antecedentes históricos de demanda, que sitúan a CDC con un crecimiento de ventas de un 10,26% promedio anual en los últimos cinco años, se estima que, si las ventas sólo aumentaran en un 2% diario en el corto o mediano plazo, y con un margen de contribución del 30%, se obtendrían ganancias por \$192.096.000 (tabla 8).

Con el aumento del 2%, se podrán vender 46 colchones adicionales diarios.

TABLA N° 8: VENTA ANUAL CON PROYECTO.

Precio colchón estandar	\$58.000
Margen de contribución	30%
Venta anual	\$192.096.000
(\$58.000 precio colchón x 46 unidades x 20 días x 12 meses) 0,3 Margen de contribución	

Fuente: e laboración propia con información aportada por CDC.

En la tabla 9 es posible observar la valoración de los beneficios económicos que se espera recibir luego de la implementación del nuevo proceso.

TABLA N° 9: VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS ANUALES

Beneficio Ahorro Gastos	\$11.076.924
Beneficio Ahorro MO	\$59.400.000
Beneficio Aumento Ventas	\$192.096.000
Total	\$262.572.924

Fuente: e laboración propia con información aportada por CDC.

Considerando los antecedentes preliminares de las tablas 8 y 9, la recuperación de la inversión del proyecto será de 1,5 años.

Contemplando una puesta en marcha de seis meses, se espera que la recuperación de la inversión sea al cabo de dos años.

5. CONCLUSIONES

Si bien CDC ha logrado ser una empresa líder en el mercado del descanso, las características del crecimiento de su planta de fabricación de bases y colchones son dispersas e inorgánicas. La distribución de los talleres, donde son llevados a cabo los procesos, es distante entre sí, lo que ha generado diversos problemas que merman directamente la eficiencia y han sido evidenciados a través de esta investigación.

Como el layout actual fue configurado de acuerdo a las necesidades productivas e instalaciones ya existentes, se condicionó el proceso con estas restricciones; es decir, a medida que aumentaba la demanda, el crecimiento en infraestructura se transformó en inorgánico. Esta situación generó un flujo evidentemente ineficiente, lo que ha quedado en evidencia en esta investigación.

Basado en la metodología lean manufacturing, fue posible evidenciar cuatro problemas principales y sus causas, con el fin de eliminar las

malas prácticas que generan desperdicios en la producción de colchones en la planta de CDC, los que son: excesivo transporte de materias primas y semielaborados por grúas horquilla, alto porcentaje de productos semielaborados por taller, tiempos de espera que afectan el flujo constante de trabajo y sobrestock de productos semielaborados que tienen relación con las mudas de transporte, defectos, tiempo e inventarios.

Para mejorar el proceso productivo, se propuso no resolver problemas puntuales, sino mitigar o eliminar las causas de éstos. En el caso de la planta de CDC, se decidió mitigar dos causas que generan el ochenta por ciento de los problemas, mudas o desperdicios del proceso: un layout disperso y un método de trabajo condicionado por éste.

La propuesta de mejora elaborada responde a los requerimientos del cliente principal del área de producción, el departamento de Supply Chain, enfocándose en los talleres de terminación para así poder aplicar la metodología *pull* en la planificación en este proceso final y disminuir así el plazo de entrega. Esto se logra a través de la flexibilidad del nuevo proceso, ya que catorce de las dieciséis líneas de trabajo podrán producir indistintamente colchones de terminación pegado o corchete.

Mejorar un proceso es una tarea de largo plazo, requiere del compromiso de un equipo humano y la correcta implementación de instrumentos para que permitan conocer la cadena de valor de modo que ésta se corresponda con los requerimientos del cliente, quien condiciona las características los productos y servicios.

La filosofía lean entrega herramientas para analizar procesos y mejorar el diálogo cliente-producto-proceso, y de esta forma lograr un proceso productivo de excelencia.

El proyecto propuesto como mejora espera dar respuesta a los requerimientos de demanda esperados por la empresa. Por lo tanto, se proyecta aumentar en un 20% la capacidad, llegando a las 2.760 unidades terminadas, de forma que no sea necesaria una nueva inversión de esta envergadura en el mediano plazo.

Los plazos estipulados para la recuperación de la inversión son dos años. Se incluye un tiempo de ajuste. En la práctica, la recuperación se llevará a cabo en tres semestres.

Finalmente, se concluye que la centralización de los procesos de terminación en un solo taller ayudará no sólo a mitigar las mudas, si no también a reducir costos y aportará a la automatización en la terminación de colchones.

BIBLIOGRAFÍA

Chase, R., Aquilano, N. y Jacobs, R. (2000) Administración de Producción y Operaciones. Manufactura y Servicios. Bogotá: McGraw Hill/ Interamericana.

Dahlgard, J.J. and S.M. Dahlgard-Park (2006) "Lean Production, Six Sigma.

Hernández, J. y Vizán, A. (2013) Lean Manufacturing: Conceptos Técnicos e Implantación. Madrid: EIO.

Krajewski, Lee; Ritzman, Larry; Malhotra, Manoj (2008): Administración de operaciones. Octava edición. Pearson Educación, México, 2008.

Martínez, L Cuadernos Para el Diseño del Modelo de Negocio. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Monks, J. (1988) Teoría y Problemas de Administración de Operaciones. México: McGraw-Hill.

Noori, H y Radford, R. (1997) Administración de Operaciones y Producción: Calidad Total y Respuesta Sensible Rápida. Santafé de Bogotá: McGraw-Hill/Interamericana.

Tawfik, L. y Chauvel, A. (1987) Administración de la Producción. México: Interamericana.

Womack, J.P.; D.T. Jones and D. Toss (1990) The Machine that Changed the World. New York, N.Y.: Rawson, Associates.

Quality, TQM and Company Culture". The TQM Magazine, 18, No. 3, pp. 263-281