

Aplicación de la Estandarización del Trabajo para Evaluar la Productividad y Calidad en un Proceso de Manufactura de Cintos de Piel

Application of Work Standardization to Evaluate Productivity and Quality in a Leather Belt Manufacturing Process

Mares-Castro, A.^{1*} , Gómez-Armenta, J.R.¹ , Arellano-Márquez, Y.Y.¹ 
(*armando.mc@purisima.tecnm.mx)

Recibido: 07-08-2024 Aceptado: 29-01-2025

RESUMEN

Este proyecto se llevó a cabo en la empresa X fabricante de cintos de piel, ubicada en León, Guanajuato, la cual cuenta con la certificación ISO 9001:2015 pero no dispone de forma inicial de métricas para la evaluación de calidad y productividad. A pesar de los esfuerzos iniciales por mantener altos estándares de calidad, la falta de comunicación y trabajo en equipo generó problemas como el incremento de retrabajos y la disminución de la calidad, adicionalmente, no se tienen de indicadores de desempeño adecuados. El objetivo del proyecto fue proponer una metodología basada en técnicas de Lean Manufacturing de estandarización del trabajo y 5s para solucionar estos problemas. Se comenzó con un análisis exhaustivo de la situación actual de la empresa para comprender el proceso productivo. La metodología aplicada incluyó la selección de herramientas Lean Manufacturing para el trabajo estándar y la identificación de defectos de calidad. Se diseñaron estándares del trabajo en las áreas de mayor impacto para mantener la productividad controlada y reducir los defectos. Los resultados indicaron

que la implementación de la metodología permitió la definición de indicadores de base para la gestión de la productividad y la calidad en la producción de cintos. Se logró establecer una línea de base para los controles y estándares para la estandarización y el control de procesos. La auditoría de calidad indicó un incremento del 56 al 68 %, y los indicadores de base para el proceso se estimaron en un 95 % en cuanto a cumplimiento, el porcentaje de rechazos por área al 0.15 % y el porcentaje de rechazos por clientes al 1.50 %. La propuesta fue presentada a la administración para asegurar la continuidad de las acciones y garantizar el seguimiento para una mejora continua. La contribución principal de este estudio se basa en una propuesta para la definición de estándares e indicadores base para procesos de manufactura que inician en ciclos de mejora continua.

Palabras clave: Estandarización del trabajo, Mejora continua, Reducción de MUDAS, Cinto de piel, Lean manufacturing.

¹División de Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México campus ITS de Purísima del Rincón, Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas, Purísima del Rincón, Guanajuato, México, C.P. 36413.



ABSTRACT

This project was carried out in company X, a leather belt manufacturer located in León, Guanajuato, which has ISO 9001:2015 certification but does not have metrics for evaluating quality and productivity. Despite initial efforts to maintain high quality standards, the lack of communication and teamwork generated problems such as increased rework and decreased quality. Additionally, there are no adequate performance indicators. The objective of the project was to propose a methodology based on Lean Manufacturing techniques for standardizing work and 5S to solve these problems. It began with an exhaustive analysis of the current situation of the company to understand the production process. The methodology applied included the selection of Lean Manufacturing tools for standard work and the identification of quality defects. Work standards were designed in the areas of greatest impact to keep productivity under control and reduce defects. The results indicated that the implementation

of the methodology allowed the definition of base indicators for managing productivity and quality in the production of belts. A baseline for controls and standards for process standardization and control was established. The quality audit indicated an increase from 56 % to 68 %, and the baseline indicators for the process were estimated at 95 % in terms of compliance, the percentage of rejections by area at 0.15 %, and the percentage of rejections by customers at 1.50 %. The proposal was presented to management to ensure the continuity of actions and guarantee follow-up for continuous improvement. The main contribution of this study is based on a proposal for the definition of standards and baseline indicators for manufacturing processes that begin in continuous improvement cycles.

Keywords: Work standardization, Continuous improvement, MUDA reduction, Leather belt, Lean manufacturing.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se desarrolló en la empresa X, Planta de Cintos de piel durante el año 2023. La empresa cuenta con la certificación ISO 9001:2015, pero a lo largo del tiempo ha enfrentado problemas debido a la falta de implementación consistente de sus procedimientos de calidad. Estos problemas incluyen un aumento de retrabajos, disminución de la calidad, trabajo sin tiempos establecidos e indicadores de calidad inexistentes. Ante esta situación, el objetivo de este proyecto es implementar técnicas de la metodología Lean Manufacturing (LM), específicamente las herramientas de estandarización del trabajo que incluyen: Toma de tiempos, balanceo de líneas, hoja de trabajo estándar, Takt Time, Capacidad del Proceso, Instrucciones de Trabajo y Hoja combinada estándar [1].

LM se basa en la eliminación de desperdicios o MUDAS (término japonés que refiere a todas aquellas actividades que no generan valor al proceso y al producto, como: sobreproducción, esperas, transporte, procesos inapropiados o sobre procesos, exceso de inventario, movimientos innecesarios, defectos). y la mejora continua de los procesos a través de herramientas específicas y la promoción de una cultura organizacional de excelencia [2]. Se utilizaron estas herramientas LM para abordar las MUDAS y defectos de calidad identificados. Finalmente, se diseñaron y estandarizaron procesos en las áreas de mayor impacto para mantener la calidad y reducir los defectos.

Este artículo presenta una metodología basada en LM mediante la estandarización del trabajo, las 5s.

En el contexto de mejora de procesos, las herramientas LM son metodologías enfocadas en la elimi-

nación de MUDAS y la mejora de la eficiencia en la producción. Estas herramientas son especialmente recomendables en empresas que buscan reducir costos, mejorar la calidad, y aumentar la satisfacción del cliente al optimizar el flujo de trabajo. Entre las más comunes y aplicadas se encuentran la estandarización del trabajo y las 5s, que ayudan a estandarizar actividades y mejorar la organización, reduciendo errores y tiempos improductivos. Si bien existen otras herramientas Lean como Kaizen o Kanban, estas no se emplearon en esta fase inicial porque el enfoque primario era establecer una base sólida de control en el proceso. Una vez lograda esta base, herramientas adicionales podrían aplicarse para avanzar en el ciclo de mejora continua y optimización del flujo de producción.

En las siguientes secciones se presenta la metodología propuesta para el análisis del proceso de fabricación de cintos de piel con el uso de las herramientas de estandarización del trabajo, el establecimiento de indicadores de calidad y la matriz de riesgos. En los resultados se presentan los formatos obtenidos y el resumen de indicadores del proceso y de la calidad, finalmente, se presentan una discusión y las conclusiones obtenidas.

ESTADO DEL ARTE

Un aspecto clave de esta implementación fue la estrecha relación entre el estudio de métodos y la estandarización del trabajo (ET). El estudio de métodos permite identificar las mejores prácticas y los pasos más eficientes en cada operación, eliminando actividades innecesarias y optimizando el flujo de trabajo [3]. Estos procedimientos mejorados se documentan y se convierten en estándares de trabajo, asegurando que todos los empleados sigan procedimientos uniformes y eficientes. La ET no solo mantiene la consistencia en el nivel de la producción y la reducción de la variación, sino que también facilita el entrenamiento de nuevos empleados y la evaluación del desempeño, reduciendo la variabilidad y mejorando la calidad y productividad [4].

Pereira et al [5] señalan que las hojas de Trabajo Estándar (HTE) y las Instrucciones de Control y Fabricación (ICF) son herramientas esenciales en la ingeniería de procesos. Las HTE e ICF son guías detalladas que describen cómo realizar una tarea específica de manera eficiente y efectiva, proporcionan instrucciones paso a paso, incluyendo medidas, configuraciones de equipos y tiempos estimados para cada paso, ayudan a reducir la variabilidad y garantizan la calidad constante al eliminar ambigüedades y desviaciones en la ejecución de tareas, son especialmente útiles en entornos de fabricación, donde la precisión es crucial [6].

La implementación del enfoque Lean y su sostenibilidad están fuertemente vinculadas con la cultura organizacional, y, en consecuencia, la cultura define el éxito. La cultura organizacional está estrechamente relacionada con la dinámica de la organización. Con la participación de la gerencia se pueden lograr mejoras en la productividad impactando así en la percepción y aceptación de estas herramientas por parte de los operadores, reduciendo la resistencia al cambio [7].

Mor et al [8] publicaron los hallazgos de un caso de estudio de ET con la formulación del problema para obtener ganancias de productividad mediante los procedimientos de Trabajo en una empresa de fabricación de núcleos de acero. Mediante la aplicación del ET se creó transparencia en el flujo de trabajo, mejoró la seguridad y eliminó los 3Ms (Movimientos innecesarios, Movimientos ineficientes y Movimientos peligrosos).

Con relación a la manufactura de cintos de piel, Tette & Navarro [9] introducen los conceptos de

organizativa robusta, mediante la implementación de procesos de producción eficientes, y el desarrollo de un plan financiero sólido para la producción de cinturones de cuero. Un caso similar se presentó en Tabasco, un estado del sureste de México que cuenta con diversas artesanías, entre las cuales destaca la “tira bordada”, que representa una parte esencial de su cultura, identidad y sentido de pertenencia [10].

Tapia et al [11] propusieron una aplicación del control estadístico de procesos en una empresa ubicada en Guanajuato, utilizando estadística descriptiva, cartas de control y análisis de capacidad en uno de los procesos críticos en la fabricación de cinturones de piel. Mendez [12] utilizó la técnica MOST (Técnica de Operaciones Secuenciales de Maynard) para tiempos predeterminados en una maquiladora de cinturones de piel, con el fin de determinar el tiempo estándar de dicha actividad y obtener el valor óptimo del desempeño de un operario durante una jornada laboral.

Gómez et al [13] presentaron un caso de estudio basado en el análisis y simulación del proceso de elaboración de cintos de piel utilizando el software PROMODEL, con el fin de mejorar los tiempos y redistribuir las áreas mediante la metodología de planeación sistemática de la distribución en planta (SLP). El estudio se llevó a cabo en una empresa dedicada a la elaboración de artículos de piel, ubicada en el norte del estado de Veracruz, México, logrando un aumento del 44 % en la producción.

Esta propuesta se alinea con la literatura existente y la enriquece al proporcionar un caso específico y detallado dentro de la estandarización del trabajo en la manufactura de cintos de piel, contribuyendo a una mejor comprensión de como estas metodologías pueden ser implementadas y sostenidas en diferentes contextos industriales, en la mejora de la calidad, productividad y seguridad en los procesos de fabricación.

METODOLOGÍA

La metodología de este proyecto se diseñó para abordar de manera integral los problemas de producción y calidad identificados en la planta de cintos de la empresa X. Siguiendo los principios de LM, se implementaron técnicas de estandarización del trabajo, las 5s y análisis y el número de prioridad de riesgo (RPN por sus siglas en inglés) con el objetivo de optimizar los procesos, reducir MUDAS y establecer una cultura de mejora continua. El procedimiento general se dividió en varias fases clave, cada una con pasos específicos para asegurar una implementación efectiva y sostenible, como se muestra en la Figura 1.

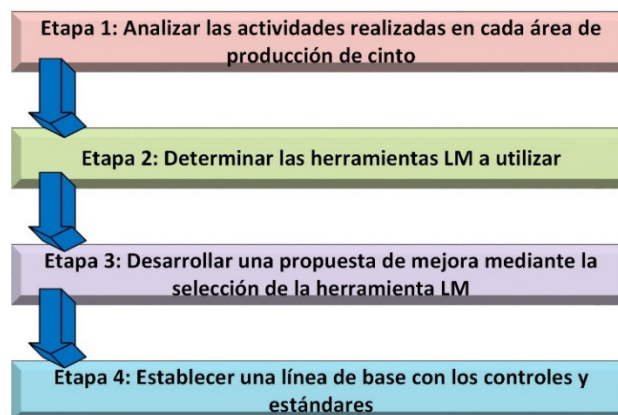


Figura 1: Metodología Propuesta. Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se explican cada una de las actividades ligadas a las cuatro etapas de la metodología general:

Observación e identificación de las áreas de trabajo (Etapa 1)

En esta actividad se recolectó información sobre el proceso productivo de la empresa, incluyendo el área de inspección, con el objetivo de comprender cómo trabaja el personal y retroalimentar la información obtenida de las entrevistas. Se analizó el sistema productivo de cintos, desde la entrega de material hasta la inspección de calidad, para conocer cada una de las áreas de trabajo. Se elaboró el diseño de distribución (layout) de la empresa para visualizar la ubicación de las áreas y obtener un análisis más detallado de las mejoras a implementar. Para ello, fue necesario realizar mediciones precisas de la planta, así como de las mesas y máquinas en cada área. En este paso, se procedió a observar las áreas de producción, incluyendo la inspección de calidad. Para lograr esto, fue necesario utilizar el croquis existente en la empresa y elaborar el layout, midiendo las mesas y máquinas necesarias para el procedimiento.

Toma de tiempos de las actividades (Etapa 1)

En este paso, se procedió a determinar el tiempo invertido en cada uno de los procesos de producción de cintos. Se utilizó el método de estudio de tiempos con cronómetro para lo cual se utilizó un formato especializado para la toma de tiempos. El cálculo del tiempo estándar se realizó mediante el método *Maytag*.

Realización de diagrama de proceso (Etapa 1)

Después de obtener los tiempos estándar de cada una de las actividades, se procedió a realizar el diagrama de operaciones del proceso productivo de cintos. Esto será de gran ayuda para visualizar cada una de las áreas de manera general, ya que dentro de la empresa no se cuenta con un formato específico que detalle cada actividad y sus tiempos. Para realizar esto, fue necesario recolectar información mediante la observación y entrevistas al personal, ya que cada operador conoce exactamente lo que realiza en su área.

Determinar puntos críticos (Etapa 2)

Se realizó un análisis de causa-raíz para determinar las posibles causas de las MUDAS en el proceso. Con la información proporcionada por los datos históricos de las causas de rechazo, se procedió a evaluar el RPN, el cual ayuda a estimar la prioridad de los problemas a tratar. Este se calcula multiplicando la gravedad, la ocurrencia y la detección, de acuerdo con el Manual del Análisis de modo y efecto de fallos (AMEF) del Grupo de acción de la industria automotriz (AIAG). La implementación del AMEF y el cálculo del RPN en el sector manufacturero permiten identificar, evaluar y priorizar riesgos en materiales, diseño y ensamblaje, mejorando así la durabilidad y seguridad del producto.

Realizar listado de MUDAS (Etapa 2)

Después de la observación de tiempos y la reunión con el personal administrativo, se procedió a elaborar un listado de las MUDAS detectadas en el proceso productivo. Para observar y analizar de manera más detallada las MUDAS, se utilizó un formato especial. Para llenar este formato, se necesitó información de los puntos críticos obtenidos de la matriz de RPN, de acuerdo con los resultados de cada

área. En el formato se incluyó el área, una descripción de esta, las posibles causas que determinan las MUDAS y sus siete tipos.

Diseñar propuesta de mejora (Etapa 3)

Una vez definidas las herramientas de LM a aplicar, se elaboró la propuesta de mejora. Se implementaron cada una de las herramientas definidas, aplicando las metodologías de manera individual, esto se realizó de acuerdo con el nivel de afectación.

Diseñar indicadores en el proceso (Etapa 4)

Después de haber implementado la alternativa de mejora, se procedió a establecer estándares, con la finalidad de controlar el funcionamiento y ejecución de las propuestas. Para el diseño de los estándares se utilizaron los datos de las etapas anteriores, el tiempo estándar y las ayudas visuales, además, se establecieron los Indicadores Claves de Rendimiento (KPI), su meta y los responsables de medirlos.

Dentro del Sistema de Gestión de Calidad, se elaboraron formatos sobre las alertas de calidad en cada una de las áreas, con el objetivo de ayudar a los operadores a identificar los posibles defectos en el producto. Para determinar los puntos críticos, fue necesario analizar los defectos de calidad según las inspecciones realizadas. Se analizaron los meses de junio, julio, agosto y septiembre para obtener más datos. Las inspecciones se realizan de acuerdo con los pedidos.

Alertas de calidad

Dentro del Sistema de Gestión de Calidad, se elaboraron formatos sobre las alertas de calidad en cada una de las áreas, con el objetivo de ayudar a los operadores a identificar los posibles defectos en el producto. Algunos de estos formatos aún están en buenas condiciones; sin embargo, otros necesitan ser actualizados debido a las variaciones en las condiciones de cada piel con la que se trabaja.

RESULTADOS

Indicadores de calidad en el cinto

Se diseñó un formato de indicadores de calidad que se encuentra en la nube. Los datos se capturan de acuerdo con los registros de las inspecciones diarias, esto se hace solo con el total de los defectos encontrados en todos los modelos, como se muestra en la Figura 2, la cual solo especifica datos del mes de junio. En el área de adorno se ha observado que algunas pieles exóticas son más difíciles de resanar debido a que la selección de productos no era la adecuada para cubrir los defectos.

Layout del área de trabajo

El proceso productivo de la empresa está compuesto por el área 1 y el área 2. Dentro del área 1 se encuentran los procesos de exótico, corte, embarrado, refileado, rodillo, punta, rayado, perforado 1, desorillado, rebajado de piel, despirme, remachado, empirme y perforado 2. En el área 2 se encuentran pulido, pintado de filos, banco de pulido de limpieza, chaqueta, pintado de perforación y muesca, limpieza de vista, limpieza de forro, pespunte, deshebrado, foliado, troquelado, adorno-vista, adorno forro y armado final. En la Figura 3 se puede observar el cambio realizado en el área de calidad, donde se encuentran todos los inspectores necesarios para asegurar que el producto cumpla con las características del cliente.

Toma de tiempos

Con la finalidad de identificar las MUDAS y los puntos críticos, se elaboró la toma de tiempos de

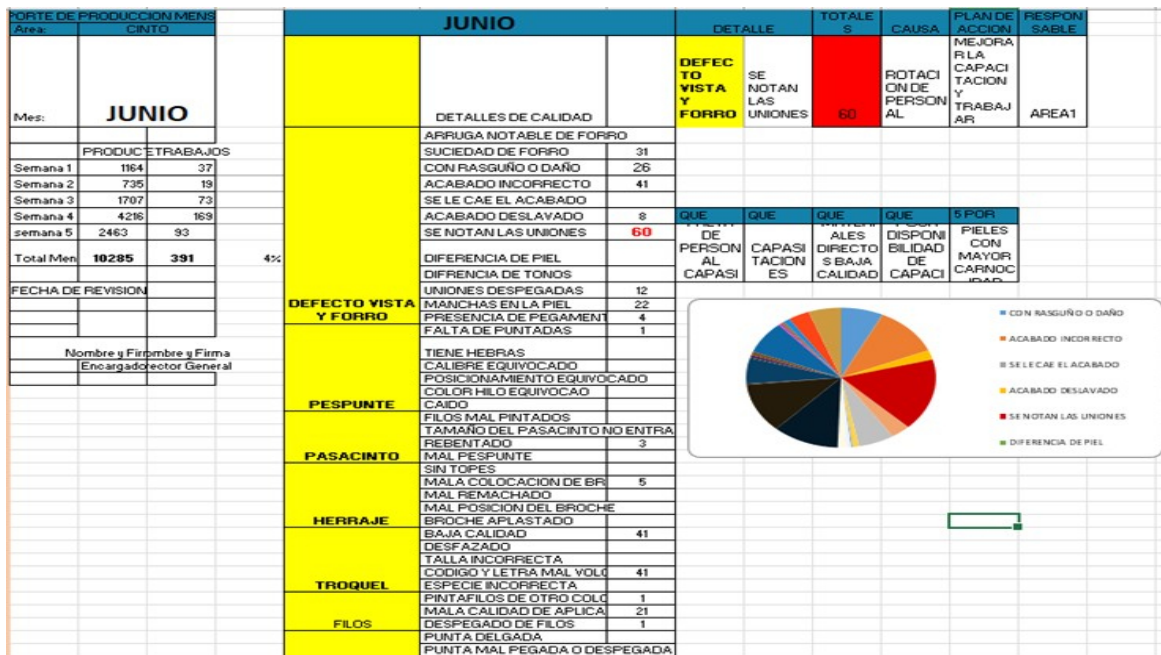


Figura 2: Indicadores de calidad en el cinto del mes de junio. Fuente: Elaboración Propia.

cada una de las áreas. Durante 3 semanas, se tomaron tiempos a las personas de producción, a la par de la observación de sus actividades.

Mediante los tiempos cronometrados, se determinó el tiempo estándar de cada una de las áreas, tomando en cuenta el modelo de cinturón de Tecovas Res, debido a que cada producto tiene un proceso diferente. En la Figura 4 se muestra uno de los formatos de captura de tiempos generado para el estilo “Tecovas”.

Diagrama de flujo del proceso

Para conocer el proceso productivo del cinto de res, fue necesario elaborar un diagrama de flujo que abarcara todas las actividades de producción, ya que cada área involucra numerosas tareas. Este diagrama se muestra en la Figura 5, cabe señalar que se muestra solamente una sección del proceso, ya que se tienen 107 actividades totales. En el diagrama se indica si la etapa es una actividad, inspección, transporte, demora o almacenamiento.

Se registraron los tiempos de transporte por cada área y se presentó al encargado que, por cada lote de 10 cintos, se invierten 376 segundos en transporte, multiplicado por 800 cintos producidos semanalmente, esto equivale a 8.3 horas semanales, es decir, casi 1 hora y media de transporte por jornada laboral. Por tal motivo, se decidió contratar a una persona que se encargue de los transportes, así como de los materiales y herramientas, para evitar que el personal tenga que trasladarse cuando necesite algo.

Matriz de prioridad de riesgo

La matriz de prioridad de riesgo se utilizó para comprobar si los defectos de calidad afectan significativamente el producto final, tomando como parámetros de evaluación la severidad, ocurrencia y detección, según los estándares de las Tablas para el AMEF del grupo de acción de la industria automotriz AIAG, con la finalidad de obtener el resultado final, el cálculo para determinar el RPN. Este análisis se basó en

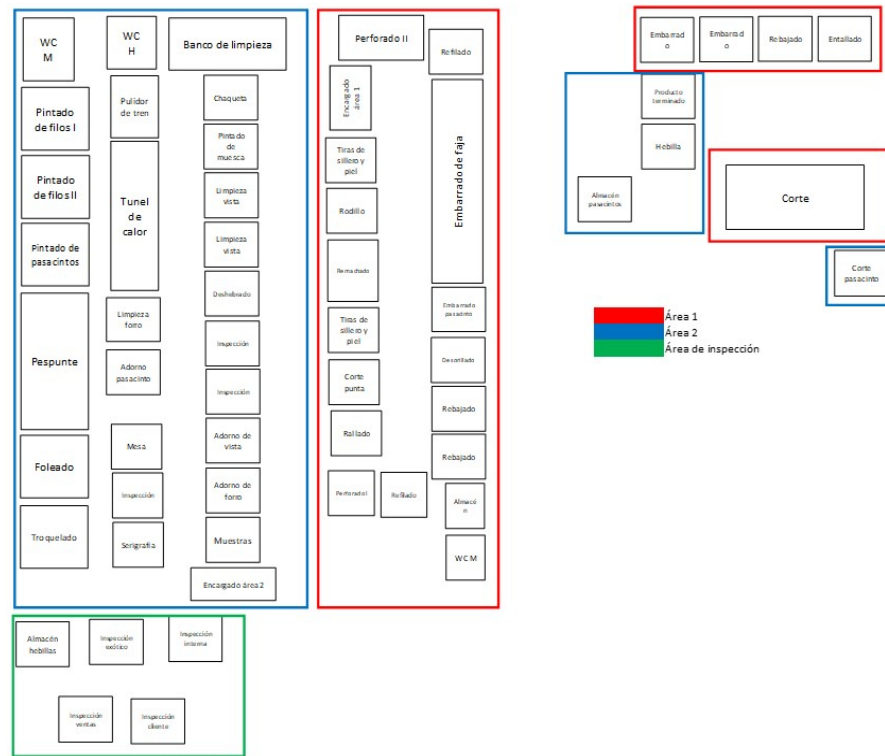


Figura 3: *Layout mejorado del área de proceso. Fuente: Elaboración Propia.*

Fecha:		07/12/2023		Toma de tiempos												Producto: Cint de Res	
Estudio No.:		1												Área: Producción			
Hoja No.:		1												Parte No.: Completo			
de		2 hojas												Estilo: Tecovas			
		Antonio	Domingo	Israel	Isarel	Isarel	Diego	Diego	Fernando	Luis	Fernando	Diego	Carlos	Carlos	Luis	Adrian	
		Corte	Embarrado de fajas	Refinado de tiras	Rodillo	Corte punta	Rayado	Perforado I	Desorillado	Rebajado piel	Despalme	Remachado	Empalme	Rodillo	Refinado	Perforación tranche	
Número de observaciones	1	35	54	15	3	17	7	8	18	13	6	20	335	14	6	18	
	2	16	50	14	3	14	8	8	23	10	5	22	358	13	7	16	
	3	24	68	16	4	12	7	9	21	17	6	24	330	14	7	16	
	4	20	51	19	3	14	10	9	23	10	6	23	345	16	9	16	
	5	35	45	19	3	15	10	9	26	13	4	25	340	12	6	24	
	6	36	42	16	4	15	9	9	26	12	6	19		17	6	27	
	7	24	54	20	4	12	9	14	27	13	5	25		12	7	21	
	8	29	45	21	4	15	8	7	25	14	5	25		13	6	23	
	9	32	36	18	4	13	9	9	25	10	7	20		14	8	23	
	10	36	38	19	5	14	11	10	24	12	6	23		12	6	18	
Totales		287	483	177	37	141	88	92	238	124	56	226	1708	137	68	202	
Promedio		28.7	48.3	17.7	3.7	14.1	8.8	9.2	23.8	12.4	5.6	22.6	341.6	13.7	6.8	20.2	
Intervalo R		20	32	7	2	5	4	7	9	7	3	6	28	5	3	11	
X		26	52	17.5	4	14.5	9	10.5	22.5	13.5	5.5	22	344	14.5	7.5	21.5	
R/X		0.77	0.62	0.40	0.50	0.34	0.44	0.67	0.40	0.52	0.55	0.27	0.08	0.34	0.40	0.51	
Lecturas		91	65	27	42	20	33	74	27	46	49	11	2	20	27	42	

Figura 4: *Formato de captura de tiempos: Fuente: Elaboración Propia.*

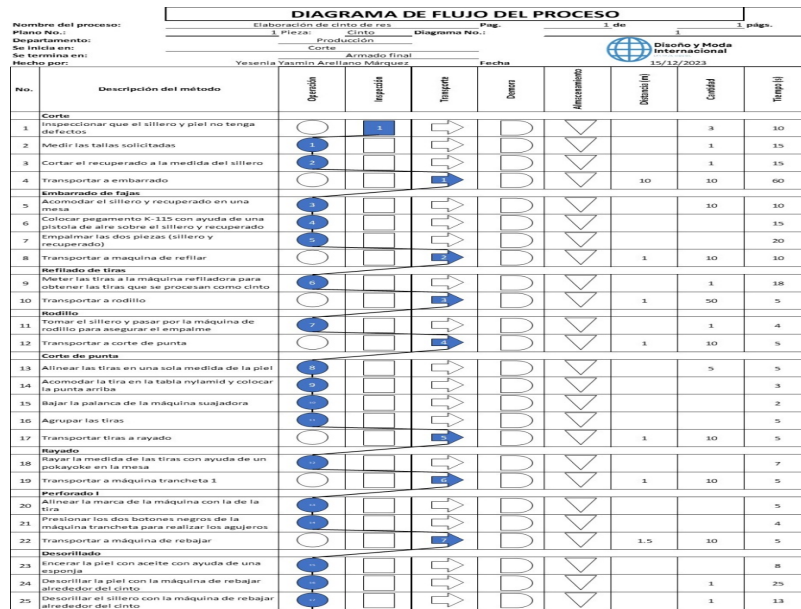


Figura 5: Diagrama de flujo del proceso. Fuente: Elaboración Propia.

los diagramas de Pareto para los cuatro meses seleccionados (junio, julio, agosto y septiembre).

En la Tabla 1 se observa que los defectos con mayor severidad son: suciedad de forro, uniones visibles, mala calidad en la aplicación de pinta filos, desprendimiento del acabado, tramas, uniones despegadas y broches de mala calidad. Al compararlos con los diagramas de Pareto de los defectos de cada mes (junio, julio, agosto y septiembre), se nota que estos defectos ocurren con mayor frecuencia, es decir, tienen porcentajes más altos en el total de la producción. La intervención en estos puntos críticos, de acuerdo con los defectos de calidad, mediante inspecciones y la aplicación de herramientas de LM, ayudará a hacer más eficiente el uso de recursos y a gestionar la mejora continua en el proceso productivo.

Auditorías 5s

Los resultados de la implementación y auditorías de las 5S en la planta de cintos de la empresa X fueron significativos. Inicialmente, la evaluación del estado de las 5S arrojó un nivel de cumplimiento del 56 %, lo que evidenció diversas áreas de oportunidad en la organización y limpieza del espacio de trabajo. Tras la aplicación rigurosa de las 5S —clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina— se realizaron auditorías periódicas para monitorear el progreso y asegurar la adherencia a las nuevas prácticas. Como resultado de estas acciones, el nivel de cumplimiento mejoró notablemente, alcanzando un 68 %. En la Figura 6 se muestra un comparativo del antes y después de la aplicación de 5s.

Las acciones 5s incluyeron: Seiso (limpiar), donde se limpió la estantería, se cambió el papel aluminio y se instaló un plástico protector para facilitar la limpieza de pigmentos. En Seiketsu (estandarizar), se usaron ayudas visuales del SGC y se colocaron referencias para identificar especificaciones correctas de la producción. Para Shitsuke (seguimiento), se creó una evaluación gráfica para mostrar mejoras y se etiquetaron pigmentos, además de agregar tapaderas a envases para prolongar su vida útil. Finalmente, en Seiri (seleccionar), se identificaron y eliminaron objetos no útiles en el área de pintura, mejorando la organización de la estantería.

Tabla 1: Matriz RPN para los defectos. Fuente: Elaboración propia.

Defecto	Severidad	Ocurrencia	Detección	RPN
Suciedad de forro	9	6	2	108
Acabado incorrecto	7	5	5	175
Se notan las uniones de piel (exótico)	9	8	2	144
Diferencia de tonos piel	7	5	3	105
Mala calidad de aplicación de pinta filos	9	9	2	162
Se le cae el acabado	8	5	4	160
Tramas	8	6	4	192
Uniones despegadas	9	7	2	126
Manchas en la piel	6	5	5	150
Broche de mala Calidad	9	6	2	108
Falta de puntadas	7	5	2	70
Suciedad de forro	9	6	2	108
Acabado incorrecto	7	5	5	175
Se notan las uniones de piel (exótico)	9	8	2	144
Diferencia de tonos piel	7	5	3	105

Capacidad de operación

Para determinar la capacidad de operación, fue necesario obtener la capacidad de manufactura de cada uno de los procesos, como se muestra en la Figura 7. La capacidad de manufactura para cada operación es la siguiente: el proceso de entallado tiene una capacidad de 924 unidades en un turno de 10 horas, descontando el tiempo de descanso; el proceso de rebajado tiene una capacidad de 430 unidades; y el proceso de pegado, 215 unidades. A partir de estos resultados, se observó que el operador en el proceso de entallado a veces se queda sin trabajo, en comparación con los demás operadores que aún tienen tareas pendientes.

Balanceo de líneas

En el área de exótico se requieren tres operadores, uno para cada operación: entallado, rebajado y pegado. Como se observó en el paso anterior, la operación de pegado tiene una menor capacidad de manufactura. Esto se debe a que es una operación más complicada, ya que se debe asegurar que las uniones queden en perfectas condiciones de pegado. En la Figura 8 se muestra el análisis del balanceo de líneas, en la cual se puede observar en color rojo el Takt Time y en color azul el tiempo de las actividades, el proceso debe balancearse con la finalidad de asegurar que todas las actividades queden debajo del Takt Time, ya que de no realizarse esto, no se podrá lograr cubrir la demanda del cliente en el tiempo establecido.

Para el cálculo del Takt Time se tiene un tiempo disponible total por turno de 33600 segundos y una demanda diaria de 500 cintos, con lo cual se obtiene un Takt Time de 67 segundos. La capacidad = Tiempo disponible (segundos) / Tiempo más largo (segundos), con lo cual se tiene $33600 / 156 = 215$ cintos / día. Como se puede observar, la operación de pegado excede el Takt Time, por lo que es necesario agregar un cuarto operador para nivelar las cargas y poder satisfacer la demanda.

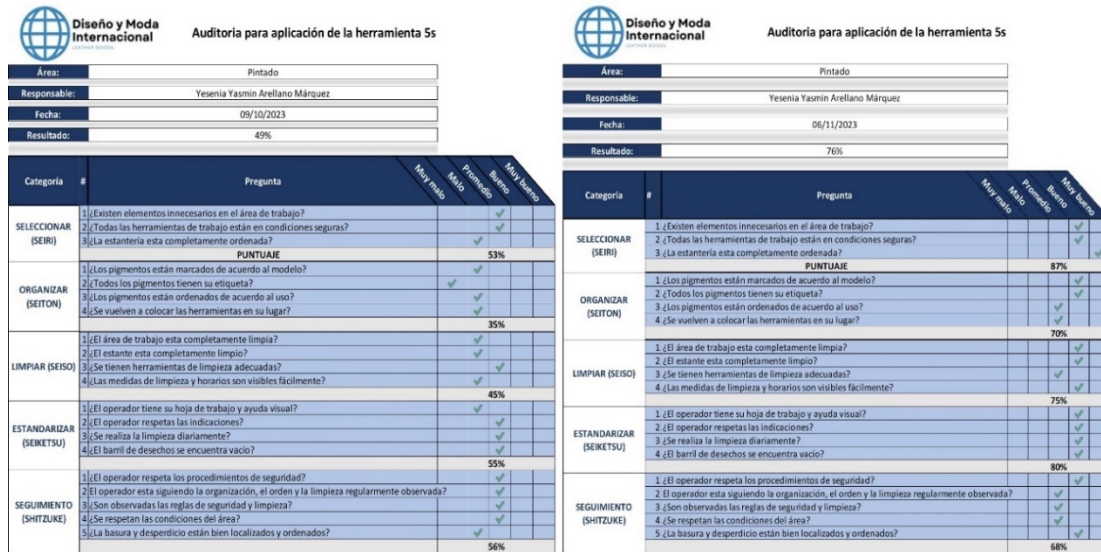


Figura 6: Comparativo de Auditorías de 5s antes y después. Fuente: Elaboración Propia.

Área	1	CAPACIDAD DE OPERACIÓN						Parte No.	1		Tipo prod.	Lineal	Sección	Exótico
Encargado	Luis							Nombre	Cinto de exótico		Partes/Producto	1	Tiempo disponible	33600
Secuencia	Nombre de proceso	Máquina No.	Tiempo estándar						Cambios de herramienta		Capacidad de Manufactura	Observaciones		
			Manual		Automático		Total		Incremento de cambios	Tiempo de cambio				
			Min.	Seg.	Min.	Seg.	Min.	Seg.						
1	Entallado		0.00	36.36	0.00	0.00	0.00	36.36	0	0	924	El operador sale de su área continuamente por falta de herramienta		
2	Rebajado		0.00	78.18	0.00	0.00	0.00	78.18	0	0	430	La postura que mantiene el operador es incorrecta por lo cual hace que tenga un ritmo de trabajo bajo		
3	Pegado		0.00	#####	0.00	0.00	0.00	156.45	0	0	215	El operador es hábil en la operación que realizar		

Figura 7: Capacidad de operación para el proceso de exótico. Fuente: Elaboración Propia.

Análisis de balance

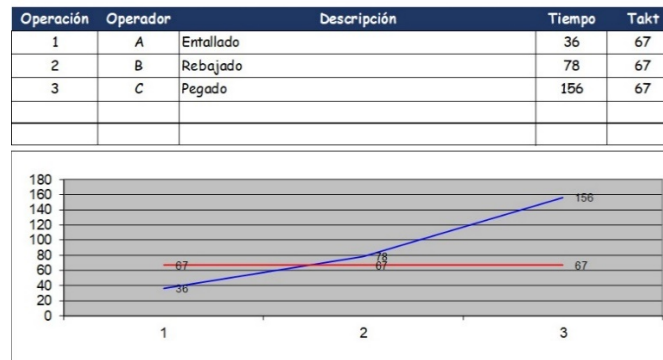


Figura 8: Balanceo de líneas área de exótico. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla combinada de operaciones estandarizadas

Dentro del trabajo estándar, la tabla combinada de operaciones es una importante herramienta gráfica que nos permite ubicar elementos de MUDAS que pueden eliminarse en el proceso y visualizarlo en una escala temporal, de esta forma es más sencillo ubicar áreas de oportunidad para la aplicación de técnicas Lean para mejorar el proceso. En la Figura 9 se muestra la Tabla combinada de operaciones para el área de exótico, en la cual se observa que el tiempo de ciclo excede notoriamente el Takt Time, por lo que es necesario incrementar la capacidad de acuerdo con lo observado en el balanceo.

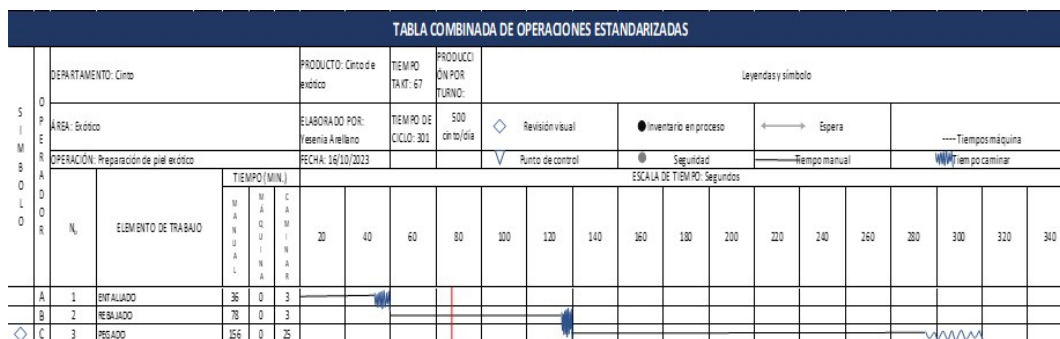


Figura 9: Tabla combinada de operaciones estandarizadas. Fuente: Elaboración Propia.

Hoja de trabajo estandarizado corregida

En el área de exótico se cuenta con tres operadores, cada uno especializado en una operación específica: entallado, rebajado y pegado. Todas las tareas se realizan manualmente, sin intervención de máquinas. Para visualizar el flujo de producción, se elaboró una hoja de trabajo estándar (Figura 10). Se puede observar el flujo de producción del área de exótico. En la sección de almacén, se encuentran tanto las pieles del cliente (materia prima) como las pieles ya procesadas (proceso de exótico). El encargado del área 1 lleva un registro de las entradas y salidas correspondientes a esta área. Por esta razón, el último proceso tarda 25 segundos en trasladar el material.

TRABAJO ESTANDAR				
 Diseño y Moda Internacional DESIGN & MODA		NOMBRE DE LA OPERACIÓN: Preparación de exótico		DESDE: Entallado
				FECHA: 23 de octubre 2023
No	ELEMENTO DE TRABAJO	TIEMPO (MIN)		
		MANUAL	ESPERA	CAMINAR
1	Entallado	36	0	3
2	Rebajo	78	0	3
3	Pegado	156	0	25
TOTAL		270	0	31

Simbolos

ELEMENTO DE CONTROL	REVISIÓN VISUAL	SEGURIDAD	INVENTARIO DEL PROCESO	TIEMPO CICLO	TIEMPO TAKT	ANÁLISIS NO.
▽	◇	●	●	301	67	1

Diagrama de Flujo:

```

graph LR
    A[ENTALLADO 1 ●] --> B[REBAJADO 2 ●]
    B --> C[PEGADO 3 ◇]
    C --> D[ALMACÉN ●]
    D --> A
          
```

Figura 10: Hoja de trabajo estándar. Fuente: Elaboración Propia.

Hoja de instrucción de trabajo

Al examinar el formato actual de la empresa, se identificó que es deficiente, ya que carece de información crucial para la realización de las operaciones. Por ello, se propuso una hoja de instrucción de trabajo (Figura 11).

Se puede observar el proceso de entallado, el cual comienza desde la recepción de la materia prima, en este caso, la piel de exótico. En este proceso, es necesario que el operador tenga conocimientos de la programación semanal, ya que esto le ayuda a realizar las tallas de acuerdo con el pedido del cliente. Además, se agregó el tiempo de cada actividad. Este formato es muy práctico, ya que sirve como ayuda visual y explica de forma detallada los procedimientos de las operaciones, así como información adicional, como el equipo de protección y las revisiones de calidad.

Indicadores de calidad propuestos

Como parte final, se diseñaron estándares para controlar las actividades, basados en los reportes de inspecciones. Estos estándares son una propuesta para reflejar una mejora en la calidad, ya que la implementación se estará monitoreando, Los KPI propuestos se muestran en la Tabla 2.

No. Área	1	 Diseño y Moda Internacional por tu vida, por tu moda	Característica especial	Habilidad requerida	Fecha emisión	30/10/2023	Elabora	Revisa	Aproba
No. Proceso	1		Exótico	Entallar	Fecha revisión		Yesenia Arellano		
					No. control	DYMI-HIT-001			
Proceso	Entallado	Símbolos	Equipo de protección personal	     	Revisión de calidad				
Responsable	Carlos								
No.	Operación	Procedimiento	Tiempo (segundos)	Símbolos	Puntos clave	Necesidad de conocimiento	Ayudas visuales		
1	Recepción	Se recibe desde el almacén la piel y una programación.				Programación semanal	 		
2	Inspección de calidad	Después de que se entrega la programación y la piel, esta se inspecciona que coincida en los tonos, que no existan garrapatas, coincida el acabado y tenga un paso límite de 39 mm. Si se detecta alguno de estos defectos se deberá regresar a almacén.	15			Defectos de calidad	  Revisión de paso 39		
3	Corte y marca de talla	Si la piel está en buenas condiciones, se realiza el corte y se marca la talla que le corresponde.	36			Defectos de calidad Programación semanal			
4	Acomodo final	Cuando ya está marcada la talla y cortada la piel, se acomoda en un cajón para pasar a la siguiente operación.	8						

Figura 11: Hoja de instrucción de trabajo. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 2: Indicadores de calidad propuestos. Fuente: Elaboración Propia.

Estándares	Fórmula	Meta
Porcentaje de cumplimiento de capacitaciones	$\frac{\text{No. de capacitaciones a op}}{\text{Número teórico de capacitación}} \times 100$	95.00 %
Porcentaje de rechazos por área	$\frac{\text{Cant. cintos rech. por área}}{\text{Cant. de cintos rech. gral}} \times 100$	0.15 %
Porcentaje de rechazos por clientes	$\frac{\text{Cant. de cintos rech. por cliente}}{\text{Cant. de cintos rech. gral}} \times 100$	1.50 %

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

La implementación de la metodología LM, especialmente las 5S, en la planta de cintos de la empresa X ha generado mejoras significativas en la calidad y eficiencia del proceso productivo. La auditoría inicial de las 5s mostró un cumplimiento del 56 %, que aumentó al 68 % tras la implementación. Este avance refleja una organización y limpieza más efectivas.

La estandarización del trabajo fue crucial en esta mejora, permitiendo definir claramente los procedimientos operativos, los tiempos de ciclo y los puntos de control de calidad. Mediante el estudio de métodos, se identificaron y eliminaron actividades innecesarias, optimizando el flujo de trabajo y estableciendo tiempos Takt que alinearon la producción con la demanda del cliente.

Este estudio contribuye al conocimiento en la implementación de LM en pequeñas y medianas empresas del sector manufacturero, específicamente aquellas que, pese a cumplir con estándares de calidad como ISO 9001:2015, carecen de indicadores clave de desempeño que soporten la productividad y calidad. Dirigido a ingenieros industriales, gerentes de calidad y producción, y consultores en mejora continua, este artículo brinda una base estructurada para iniciar ciclos de mejora continua en empresas manufactureras.

En resumen, la implementación de LM y las 5S en la planta de cintos de la empresa X ha resultado en una mejora sustancial de la calidad y eficiencia del proceso productivo. La estandarización del trabajo, la determinación del tiempo Takt y la capacidad del proceso, junto con la identificación de MUDAS, han sentado las bases para una cultura de mejora continua.

DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIÓN DE AUTORES Y COLABORADORES

Armando Mares Castro: Investigación, Supervisión, Administración del proyecto, Conceptualización, Escritura – revisión y edición. **José Ramón Gómez Armenta:** Supervisión, Validación, Metodología. **Yesenia Yasmin Arellano Márquez:** Validación, Metodología, Investigación, Escritura – borrador original.

REFERENCIAS

- [1] L. Socconini. *Manual de Certificación Lean Six Sigma Green Belt para la excelencia en los negocios*. Sakefat, SL (Madrid), 2021.
- [2] L. Socconini and E. Escobedo. *Lean Six Sigma Green Belt Paso a paso*. Marge Books, Sakefat, SL (Madrid), 2021.
- [3] B. Niebel and A. Freivalds. *Ingeniería industrial: métodos, tiempos y movimientos*. Edición 14, McGraw Hill, 2014.
- [4] M. L. Emiliani. Standardized work for executive leadership. *Leadership and Organization Development Journal*, vol. 29, no. 1, pp. 24–46, 2008. doi: <https://doi.org/10.1108/01437730810845289>.

-
- [5] A. Pereira et al. Reconfigurable Standardized Work in a Lean Company - A Case Study. *Procedia CIRP*, 2016. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.019>.
- [6] T. Whitmore. Standardized work. *Technologies SME*, vol. 140, mayo 2008.
- [7] A. Hussain, A. U. Rehman, K. Case, T. Masood, and M. S. Habib. Lean Manufacturing Culture: The Role of Human Perceptions of Standardized Work. *Advances in Transdisciplinary Engineering*, vol. 8, pp. 523–528, 2018. doi: <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-902-7-523>.
- [8] R. S. Mor, A. Bhardwaj, S. Singh, and A. Sachdeva. Productivity gains through standardization-of-work in a manufacturing company. *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 30, no. 6, pp. 899–919, oct. 2019. doi: <https://doi.org/10.1108/JMTM-07-2017-0151>.
- [9] A. A. Tette Deoro and S. R. Navarro Ferreira. Creación de una empresa manufacturera y exportadora de cinturones de cuero, en la ciudad de Santa Marta. UAN. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/9440>. [Acceso: 7-ago-2024].
- [10] C. García Muñoz Aparicio, B. Pérez Sánchez, and M. del C. Navarrete Torres. La ‘Tira Bordada’ como recurso territorial turístico del patrimonio cultural de Tabasco (México). *Revista Internacional de Turismo, Empresa y Territorio*, vol. 5(2), pp. 162–174, 2021. doi: <https://doi.org/10.21071/riturem.v5i2.13689>.
- [11] L. D. Tapia-Torres, J. M. Novelo-Acosta, Y. V. Alonso-Rangel, and M. Gutiérrez-del Real. Control estadístico de procesos aplicado en una empresa de marroquinería. *Innovación y Desarrollo Tecnológico Revista Digital*, vol. 12(4), pp. 521–531, 2020.
- [12] J. C. Méndez Estrada. Aplicación del sistema MOST para la determinación de tiempos estándares en maquiladora Chambers de México SA de CV. UNISON. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12984/1519>. [Acceso: 7-ago-2024].
- [13] D. I. C. Gómez, L. C. Rivero, and M. L. M. Hernández. Simulación para la Optimización del Proceso de Fabricación de Artículos de Piel con el Software Promodel. *Innovación Productiva*, p. 12, 2021.