

Lean manufacturing production management model to increase the efficiency of the production process of a MSME company in the chemical sector

Milagros Mau¹, Roger Ramos¹, José Llontop¹, Carlos Raymundo²

¹Ingeniería Industrial. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima-Perú. U201410012@upc.edu.pe, U201410361@upc.edu.pe, pcapjlo@upc.edu.pe

²Dirección de Investigación, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima-Perú carlos.raymundo@upc.pe

Abstract— In recent decades, the demand for a wide variety of products, lead to the requirement of having a reduced cost of manufacturing, shorter cycle times and perfect quality; forcing companies to implement different engineering techniques to have the best manufacturing system. With which it seeks to efficiently control the process, provide an optimal area of work, establish performance standards with respect to the operations that the company performs, thus generating better results in the organization to achieve higher levels of user satisfaction. In the case of the study, the main line of production in the company was analyzed, detecting that representative costs originated from reprocessing and downtime. The result of greater impact obtained was the reduction of the problems in one (60%) and (15%) respectively. In this way, it is expected that companies in the paint industry or products related to the sector can use the results obtained as a reference in their process of continuous improvement, improving the management and performance of the organization and customer satisfaction.

Keywords— Efficiency, Chemical sector, 5s Methodology, Work Study, Process management.

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.101>
ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

Modelo de gestión de producción lean manufacturing para incrementar la eficiencia del proceso productivo de una empresa MYPE del sector químico

Milagros Mau¹, Roger Ramos¹, José Llontop¹, Carlos Raymundo²

¹Ingeniería Industrial. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima-Perú.
U201410012@upc.edu.pe, U201410361@upc.edu.pe, pcapjllo@upc.edu.pe

²Dirección de Investigación, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima-Perú
carlos.raymundo@upc.pe

Abstract– *En las últimas décadas, la demanda por una gran variedad de productos, conducen al requisito de contar con un costo reducido de manufactura, menores tiempos de ciclo y perfecta calidad; obligando a las empresas a la implementación de diferentes técnicas de ingeniería para poseer el mejor sistema de manufactura. Con lo cual se busca controlar de manera eficiente el proceso, proporcionar un área de trabajo óptima, establecer estándares de rendimiento respecto a las operaciones que la empresa realiza, generando así mejores resultados en la organización al conseguir niveles superiores de satisfacción de los usuarios. Para el caso de estudio se analizó la línea principal de producción en la empresa, detectando que se producían costos representativos originados por reprocesos y tiempos muertos. El resultado de mayor impacto obtenido fue la reducción de los problemas en un (60%) y (15%) respectivamente. De esta forma, se espera que empresas de la industria de pinturas o productos afines al sector puedan utilizar los resultados obtenidos como referencia en su proceso de mejora continua, mejorando la gestión y desempeño de la organización y la satisfacción de los clientes.*

Keywords– *Eficiencia, Sector químico, Metodología 5s, Estudio de Trabajo, Gestión por Procesos*

Abstract– *In recent decades, the demand for a wide variety of products, lead to the requirement of having a reduced cost of manufacturing, shorter cycle times and perfect quality; Forcing companies to implement different engineering techniques to have the best manufacturing system. With which it seeks to efficiently control the process, provide an optimal area of work, establish performance standards with respect to the operations that the company performs, thus generating better results in the organization to achieve higher levels of user satisfaction. In the case of the study, the main line of production in the company was analyzed, detecting that representative costs originated from reprocessing and downtime. The result of the greatest impact obtained was the reduction of the problems in one (60%) and (15%) respectively. In this way, it is expected that companies in the paint industry or products related to the sector can use the results obtained as a reference in their process of continuous improvement, improving the management and performance of the organization and customer satisfaction.*

Keywords– *Efficiency, Chemical Sector, 5s Methodology, Work Study, Process Management*

I. INTRODUCCIÓN

La industria de pinturas en Sudamérica posee la participación más baja en todo el mundo, lo que representa el

8% de la producción total. Sin embargo, los países emergentes como el Perú, están experimentando un crecimiento en la demanda de estos productos, como lo demuestra el informe del Ministerio de Producción del Perú, en donde se aprecia que el sector fabril no primario de bienes intermedios presenta una variación porcentual de 16.12% con tendencia creciente. Por este motivo, los fabricantes deben enfrentar el problema más crítico de hoy en día, que es el de entregar sus productos o materiales de forma rápida a bajo costo y de alta calidad. En nuestro país, la productividad de los últimos 45 años ha sufrido una variación negativa, la cual ha disminuido en una relación de 0.3% anual; a pesar de tener la posibilidad de presentar un crecimiento de hasta 0.9% por año.

Es por ello que la motivación para la realización de esta investigación radica principalmente en solucionar problemas de calidad del producto que contribuya en una mejora de la eficiencia del proceso productivo en empresas MYPE del sector químico – peruano. Asimismo, resalta la situación de la presencia una gran variedad de empresas manufactureras MYPE que han solucionado este tipo de problemas mediante la aplicación de diferentes técnicas; sin embargo, empresas de este tamaño en el sector químico peruano, no han desarrollado estrategias de mejora con herramientas de este tipo, motivando de esta forma a la aplicación de las metodologías expuestas en el proyecto de investigación. Cabe resaltar, que la aplicación de la propuesta es válida tanto para el sector químico como para la industria de manufactura en general. En cuanto a las restricciones, las de mayor relevancia corresponden al tiempo y control de implementación. La primera, debido a que para poder obtener los resultados esperados, las técnicas se tienen que implementar en su totalidad y de manera secuencial; asimismo, variables como la productividad del operario, resiliencia al cambio y apoyo de gerencia afectarán el tiempo proyectado de implementación del proyecto. Por último, el control se verá influenciado esencialmente por la curva de aprendizaje de los colaboradores, el sistema de información y compromiso de toda la empresa.

Bajo este escenario, para dar solución al problema mencionado se propone la incorporación de las herramientas

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.101>

ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

17th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Industry, Innovation, And Infrastructure for Sustainable Cities and Communities”, 24-26 July 2019, Jamaica.

5s, Estudio de Trabajo y Gestión por Procesos. Persiguiendo principalmente los objetivos de optimizar la utilización eficaz de los recursos y de establecer estándares de rendimiento respecto a las actividades que se realizan; además de lograr una mejor utilización de espacio y un adecuado control y seguimiento del proceso productivo [1].

Este artículo presenta detalles del diseño y desarrollo de un modelo para incrementar la eficiencia del proceso productivo de una empresa MYPE de pinturas industriales; mediante la integración de tres técnicas descritas. El proceso incluye un análisis detallado de la compañía en estudio para poder determinar los posibles resultados de la propuesta realizada. Por último se debatirán las conclusiones y recomendaciones.

II. ESTADO DEL ARTE

A. Estudio de trabajo aplicado a la mejora de calidad

El éxito en la implementación del Estudio de Trabajo no solo involucra conocimientos en métodos estadísticos sino el compromiso y la disposición de los dueños o gerentes encargados de liderar este cambio de cultura dentro de toda la organización, así como los recursos humanos o materiales destinados a este programa, además de la motivación de este cambio en cada uno de los empleados en todos los niveles, para adoptar una nueva metodología de mejora de calidad y se pueda generar competitividad en la empresa [2]. Asimismo, la metodología de Estudio de Trabajo ofrece una oportunidad a las MYPES para ser más competitivas, permitiendo mejorar la capacidad de reacción de las mismas frente a los cambios constantes de su entorno y así satisfacer las necesidades de los clientes [2] [3]. La mayoría de empresas que emplean la técnica estudio de trabajo lo hacen con el fin de solucionar problemas de productividad, eficiencia en el proceso o trabajador y calidad en el producto final, haciendo más competitiva a la empresa al reducir tiempos muertos. Se mostraron diferentes casos de empresas que al aplicar un detallado estudio de métodos y movimientos lograron identificar puntos clave de mejora, tales como detección de cuellos de botella y actividades que no agregaban valor. Tal es el caso de la empresa de forjado mencionada por Prajapati la cual al realizar lo mencionado logró aumentar su productividad en un 107%. De la misma manera, la empresa dedicada a la fabricación de componentes de plástico de automóviles por Mishra logró incrementar su flujo de salida de productos terminados de 28800 a 30240 incrementando sus utilidades de 12960000 a 1360800. [4]

Por otro lado, se identificaron empresas que al detectar oportunidades de mejora mediante el estudio de tiempos y movimientos, cambiaron sus métodos de trabajo y distribución de planta. Como se muestra en la empresa dedicada a la

producción de accesorios de triciclos citada por Perera la cual logró reducir en un 44.14% el tiempo de ciclo total. Para la implementación de gestión por procesos, describe un trabajo en el que buscó mejoras de calidad. Describe un caso de estudio llevado a cabo en una empresa local de fabricación de ventiladores. Este estudio de caso se divide en dos temas principales: uno es el caso de la mejora de la productividad y el otro es la mejora de la calidad. La implementación de los marcos propuestos de productividad y calidad resultó en mejoras como 65.7% de disminución en la distancia recorrida, 30% de disminución en el número de trabajadores, 80% de disminución en el WIP y 68% de mejora en asuntos relacionados con la calidad. [5] [6]

B. 5S para la mejora de la disposición del trabajo

De la misma forma, para la técnica 5S se analizaron los principales problemas existentes en la literatura, los cuales eran baja productividad, baja eficiencia, desperdicios de tiempo y productos de mala calidad; los cuales han sido solucionados implementando esta herramienta. Se pueden rescatar ideas importantes como la implementación de un tablero donde se distribuyen las herramientas por tamaño.

Asimismo, se menciona la relevancia de concientizar y comunicar a los colaboradores de la empresa en todos los niveles, las consideraciones que se deberían tener para la óptima implementación de la mejora. [7] [8]

Al hablar de métodos visuales a bajo costo y efectivos mencionaron técnicas como la implementación de cubiertas transparentes, controles visuales a través de colores, y procesos a prueba de fallas mediante colores. Asimismo, complementan las ideas de visualización a través de la aplicación de buenas prácticas de almacenaje (productos del mismo tamaño, función, características se agrupan), diseño y creación de tableros para colocar herramientas a través de la gravedad, así como para planificar la producción diaria. [7] [8]

C. Gestión por procesos para mejora de productividad

En cuanto a Gestión por procesos (BPM), Van Der Aalst et al 2016 afirma que esta metodología es el futuro de la modelación de procesos de negocio [9]. Las iniciativas de mejora de procesos de negocio son los medios para desarrollar procesos de la organización para cumplir con mayor eficacia los objetivos de negocio de la empresa. Es así que BPM se presenta como la mejor opción tecnológica para el desarrollo de las empresas con agilidad y control nunca antes disponibles. No se trata de decidir si implantar o no una solución de BPM, sino cuándo. Como en todos los ciclos tecnológicos, son las organizaciones innovadoras las primeras que marcarán la tendencia del mercado. En conclusión, BPM no es un proceso de establecimiento de objetivos ni tiene que mejorar un solo paso para mejorar su objetivo, sino que es un término amplio

de un proceso de mejora del flujo de trabajo de una empresa central en muchas dimensiones. El BPM es muy importante ya que mejora la compañía en muchos aspectos, lo que finalmente le da una ventaja estratégica para que pueda alcanzar su objetivo potencial y maximizar sus ganancias. [10] [11] [12]

III. APORTE

A. Vista general

Se propuso el siguiente esquema para el modelo propuesto:

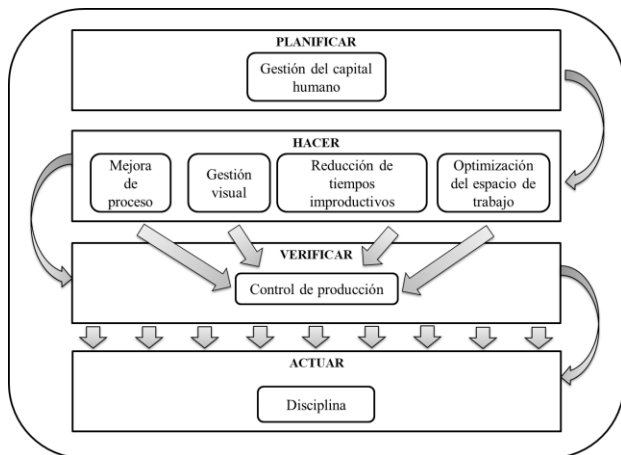


Fig. 1 Vista general del Modelo de gestión de producción

En la figura anterior, se observan las dimensiones que componen la propuesta, así como las fases para la implementación de la misma.

B. Vista específica

De acuerdo a las dimensiones establecidas en el punto anterior, se procederá a realizar el análisis de cada una de ellas.

- **Gestión de capital humano:** Esta dimensión es una de las más relevantes para el éxito del modelo ya que, la participación de los operarios para la mejora continua del proceso es fundamental. El área correspondiente a recursos humanos deberá, promover las capacitaciones necesarias para que el trabajador pueda ser más competente, por lo que deberá gestionar también el desempeño de este respecto a la información aprendida, esto se realizará bajo la curva de aprendizaje, que presenta la siguiente ecuación:

$$Y_n = K * (n^x), \quad x = \log(\text{grado aprendizaje}) / \log(2)$$

Donde: Y_n = tiempo de producir la unidad n ésima, K =tiempo de producir la unidad 1. n = número de unidad requerida.

- **Mejora de proceso:** En esta dimensión se debe cuestionar el ¿Qué?, ¿Cómo?, ¿Cuándo? Se realiza la inspección de calidad, ya que, en el sector químico cualquier variación de tiempo, cantidad, temperatura afectará directamente a las características finales del producto. En cuanto a la pregunta de: ¿Qué inspecciones de calidad realizar? Esto estará en relación al producto final que el cliente desea. Actualmente, en el mercado de pinturas los criterios más relevantes para el consumidor industrial son los siguientes: inflamabilidad, brillo, dureza, adhesión, secado, viscosidad. Respecto al ¿Cómo realizar la inspección de calidad? La empresa deberá realizar manuales y procedimientos claros donde la manera de realizar este control sea estandarizado. Finalmente, el ¿Cuándo realizar la inspección de calidad? Estará en relación a características de producción y a la importancia que la empresa destine a cada una de estas características.
- **Gestión visual:** La gestión visual es fundamental para el éxito del presente modelo ya que, facilitará el trabajo a los operarios, disminuyendo el error en sus actividades e incrementando su productividad. El uso de cilindros de 55 galones en el sector químico es común, por lo que se debe implementar límites mediante cintas que faciliten la distribución de materia prima al operario, así como también técnicas de sombreado para la ubicación de sus herramientas principales y estantes o recipientes transparentes.
- **Reducción de tiempos improductivos:** La reducción de NVA (tiempos que no agregan valor al proceso) es determinante para la reducción de costos. Es común encontrar empresas MYPE que tienen altos índices de reprocesos, y merma. Por este motivo, se deberá implementar tableros de producción en los cuales se pueda apreciar claramente la cantidad de materia prima a utilizar en cada etapa del proceso, así como también, la cantidad de productos a fabricar por cada etapa del proceso.
- **Optimización del espacio de trabajo:** Con respecto a esta dimensión, lo que se pretende obtener es maximizar el aprovechamiento del espacio, optimizando los metros cuadrados ocupados para mejorar el rendimiento y reducir los costos. Para evaluar el espacio requerido en la distribución de planta se deberá conocer el diagrama de flujo del material y la relación de actividades. Se debe determinar para cada actividad el área requerida, las características físicas y las restricciones en la configuración de la propuesta a desarrollar. El método a

utilizar será el de Guerchet, por lo cual se debe tener en cuenta las dimensiones de las máquinas y puestos de trabajo.

TABLE I
MÉTODO GUERCHET - ANÁLISIS DE ÁREA REQUERIDA

Descripción	Cantidad (n)	Largo (L)	Ancho (A)	Altura (H)	Lados (N)	Ss	Sg	Se	St	S total

Donde: SS (Superficie estática) = L*A, SG (Superficie gravitacional) = SS * N, SE (Superficie evolutiva) = 0.5 (hm/hf) * (SS + SG). hm= altura de elementos móviles y hf= altura de elementos fijos. ST (Superficie total) = SS+SG+SE, S total = ST * n

En segundo lugar, se deberán delimitar las áreas de trabajo con franjas amarillas en el suelo de la planta. Finalmente, para que el sitio de trabajo se encuentre ordenado y sin elementos innecesarios, se empleará el sistema de tarjetas rojas.

- Control de producción: Para poder controlar la producción se deberán tener registros que garanticen el rendimiento de los operarios y del proceso. En base a ello se establecerán indicadores a través de las fichas técnicas de indicadores, las cuales poseen nombre, objetivo, fórmula, nivel de referencia (semáforo), responsable, fuente de información, frecuencia de medición y reporte, usuarios y observaciones. En cuanto a la disciplina, se pretende establecer la mejora continua en la empresa, por lo que se deberán realizar cuestionarios a los trabajadores. Las preguntas abarcan temas como el trabajo, jefe y empresa. Luego de realizada la encuesta se procederá a evaluar los resultados obtenidos para aplicar las medidas correctivas necesarias.

C. Vista del proceso

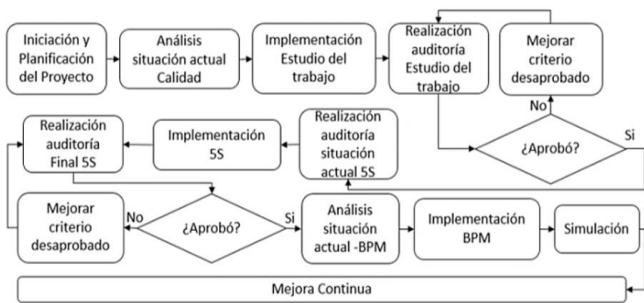


Fig. 2 Vista del proceso

Una vez definido el problema y determinadas las herramientas necesarias para la solución del mismo, se procederá con la etapa de iniciación y planificación del proyecto, donde principalmente se determinará el alcance y requerimientos del proyecto así como también se realizará el Project Charter, que es el acta de constitución o el documento que oficializará el inicio del proyecto, definiendo principales restricciones y objetivos a cumplir. Posteriormente, se realizará la ejecución de las técnicas Estudio del trabajo, 5s y Gestión por Procesos, sin embargo, antes de la aplicación de las herramientas, se realizarán análisis de la situación actual de la empresa respecto a la técnica en estudio. Luego de la ejecución, se pasará a simular los resultados obtenidos durante el tiempo de implementación, de modo que esta información pueda ser evaluada tomando acciones correctivas en caso sea necesario.

D. Indicadores del modelo

- Unidades no conformes al mes:

$$\frac{\text{Productos no conformes al mes}}{\text{Productos producidos al mes}} \times 100$$

- Índice de incremento de eficiencia:

$$\frac{\text{Eficiencia día 1} - \text{Eficiencia día 0}}{\text{Eficiencia día 0}} \times 100$$

- Índice de reducción de costos :

$$\frac{\text{Costos mes 1} - \text{Costos mes 0}}{\text{Costos mes 0}} \times 100$$

IV. VALIDACIÓN

A. Caso de estudio

La empresa objeto del presente estudio es la empresa “Pinturas Tricolor PINTRI SAC” se dedica a la fabricación y comercialización de pinturas industriales y productos afines hace más de 10 años y se encuentra en el distrito de San Juan de Lurigancho de Lima, Perú. Los productos se elaboran de acuerdo al pedido del cliente, por lo que el diseño de la fábrica se basa en el sistema de taller de trabajo. Se encuentra en un mercado competitivo, en donde se le da mucha importancia a la calidad, precio y tiempos de producción de los artículos que se ofrecen. En este contexto, la compañía ha tenido algunos problemas en cuanto a la reducción de la eficiencia de su proceso productivo. Actualmente la empresa posee una eficiencia de 65.74% en un sector donde la eficiencia es de 71.7%. Esto se puede evidenciar en el incremento de los costos operativos, que en el año 2017 alcanzó un valor de 91,572.50 soles y que representan aproximadamente el 5% de las ventas totales. Es así que surge la necesidad de desarrollar un modelo de gestión que permita mejorar la eficiencia del proceso productivo, mantenimiento los precios de sus productos competitivos en el mercado. Por lo tanto, se

concluyó que los principales motivos se resumían en reprocesos (82%) y tiempos muertos (18%).

B. Modelo de la mejora de propuesta:

Para poder cumplir con las exigencias del mercado, se estableció como valor mínimo alcanzar la eficiencia promedio del sector de 71.7%

C. Propuesta de solución:

La mejora en el sistema de producción se inicia con el cambio en los métodos de trabajo actuales, para lo cual se eligió la técnica de estudio de trabajo. Posterior a ello se plantea la aplicación de la técnica 5s y finalmente la de gestión por procesos.

1. Etapa de iniciación y planificación:

En esta etapa se deberá elaborar el Project charter, determinar el alcance del proyecto y la carta de compromiso. Además incluye las reuniones con la empresa, auditorías iniciales, se deberán revisar los requerimientos, y determinarán costos involucrados.

2. Análisis situación actual de calidad:

La empresa no tiene determinado la frecuencia con la que debe realizar los controles de calidad, no posee instrumentos de medición confiables que determinen los resultados en cuanto a las características relevantes del producto para la empresa, no posee técnicas de planeamiento de muestreo, no posee registros que permitan un óptimo control de la calidad en el producto, no posee procedimientos documentados, entre otros factores relevantes que impactan directamente en cuanto a la calidad del producto. Por lo menos, la empresa debería adquirir los instrumentos de calidad correspondientes a las características de dureza, adherencia, secado e inflamabilidad.

3. Implementación de Estudio de Trabajo:

Esta metodología constará de las etapas de mejora continua PDCA (Plan – Do – Check - Act).

Planificar (P): En esta etapa se planificarán los requerimientos necesarios para la aplicación exitosa de los siguientes criterios: Reuniones en Empresa, Elaboración de procedimientos para el uso de los instrumentos de calidad y Establecimiento de la planeación de muestreo MIL-STD-105E: La empresa en estudio produce en promedio 16-25 cilindros del producto “Esmalte anticorrosivo”, sin embargo no tiene establecido cada cuántos lotes debe realizar las inspecciones para las diferentes características que el cliente requiere en cuanto al producto.

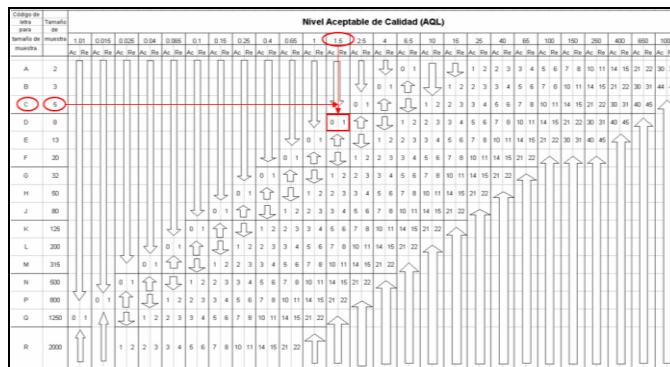


Fig. 3 Military Standard 105E

Además se deberá aplicar benchmarking creación de registros y técnica de visualización con lazos de plástico:

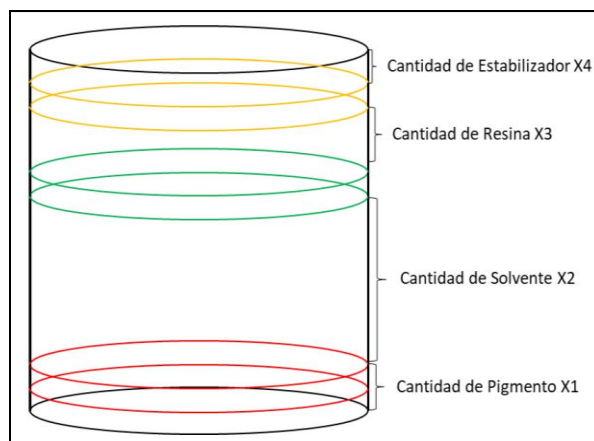


Fig. 4 Técnicas de visualización

Hacer (D): En cuanto a la ejecución de la técnica, esta consiste en el desarrollo de todo lo ya establecido en la etapa de la planificación, más la realización de capacitaciones semanales que ayuden al operario a adquirir todo este nuevo conocimiento. Los temas son: Organización y Gestión del Sistema de Calidad; Tratamiento de acciones correctivas, preventivas, trabajo no conforme, mejora; Cálculo de los factores de producción y medición de trabajo; Military Standard 105E en la empresa.

Controlar (C): En cuanto al control, la empresa deberá preocuparse por el aseguramiento del aprendizaje, por ello se propone métodos de evaluación de manera escrita ya que, es un método económico, rápido y sencillo, practicado por todos los operarios.

Actuar (A): El actuar hace referencia a la aplicación de medidas correctivas con el fin de mantener la técnica de manera continua. Asimismo, en esta etapa se dará solución a diversos problemas u oportunidades de mejora identificadas en

la etapa de control y ejecución. En esta etapa del ciclo de mejora continua.

4. Realización de auditoría Estudio de trabajo:

Con el fin de medir la mejora obtenida, se procederá a evaluar los principales parámetros sobre el muestreo y control del proceso, además de establecer los indicadores necesarios.

5. Realización de auditoría situación actual 5s:

Se decidió empezar con una auditoría interna y elaboración de radares que permitieran conocer la situación actual de la empresa en cuanto a esta técnica. Esta auditoría se desarrolló en base a un cuestionario de 25 preguntas Este método de evaluación fue tomado del trabajo.

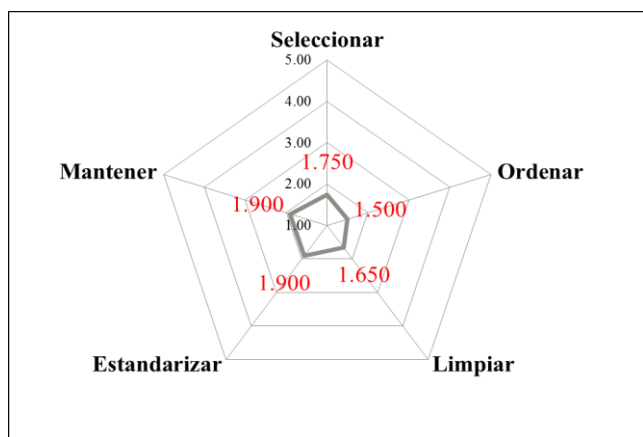


Fig. 5 Radar inicial 5s

Luego de establecer la situación actual, se deberá determinar el plan a seguir con las mejores herramientas para cada categoría, cronograma, presupuesto, objetivos, etc.

6. Ejecución de 5s: Primera “s” – Seleccionar:

Se plantea la eliminación de elementos innecesarios a través de un listado, lo que permitirá a la empresa llevar un adecuado control de las cosas que posee. Luego de ellos, se propone el uso el RED TAG SYSTEM, tal como menciona Abhijeet & Jayadeva (2015) [13].



Fig. 6 Implementación sistema Red Tag

En este caso se plantea el uso de 2 tipos de tarjetas, 1 roja (para objetos que se desean eliminar) y 1 amarilla (para objetos que se deben reparar o cambiar).

Segunda “s” – Ordenar: En esta etapa se proponen diversas herramientas como el uso de cubiertas transparentes que permitan identificar con facilidad los objetos que contengan, técnica de sombreado de superficie. Asimismo, recomiendan el uso tableros de herramientas y uso de estantería. Cada herramienta debe tener un lugar asignado, así se consiguen dos objetivos. Por un lado, los trabajadores no necesitan desperdiciar tiempo en la búsqueda de herramientas.

Para la empresa se propone emplear cinco (5) etiquetas diferentes correspondientes a las categorías de Materia prima, materiales de producción, materiales para el control de calidad, útiles de escritorio y EPPs. De la misma manera, se elaboró un análisis de área para cada máquina, obteniendo como resultado que actualmente se emplea una mayor cantidad de m2 de los que se requieren.

Tercera “s”- Limpiar: Con respecto a la tercera etapa se propone el uso de la técnica de visualización, que le permita al operario y a todos los trabajadores de la empresa, tener una mayor percepción de los resultados que se van obteniendo. Esta idea la sustenta Singh en donde emplea fotos de antes y después de la limpieza, pues indica que así los colaboradores se sienten más motivados con la implementación [14]. Además se plantea establecer un plan de limpieza y un kit de limpieza por operario. Esto involucra asignar responsables de las actividades de limpieza y definir con qué frecuencia se debe llevar a cabo.

Cuarta “s” – Estandarizar: En esta etapa se deberán establecer los procedimientos en base a las 3 etapas anteriores. Es importante definir un manual de limpieza y establecer un tablero de planificación de producción. En este tablero se recogerán los datos de la producción diaria, así los operarios podrán organizar el trabajo y evitar realizar recorridos

innecesarios correspondientes a búsqueda de material o herramientas durante la jornada laboral.

Quinta “s” - Mantener: En esta etapa se debe entrenar al personal y establecer el plan de auditorías. Con esta etapa se pretende trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas, comprobando el seguimiento del sistema 5S y elaborando acciones de mejora continua. Si esta etapa se aplica sin el rigor necesario, el sistema 5S pierde su eficacia. Establece un control riguroso de la aplicación del sistema. Tras realizar ese control, comparando los resultados obtenidos con los estándares y los objetivos establecidos, se documentan las conclusiones y, si es necesario, se modifican los procesos y los estándares para alcanzar los objetivos. Mediante esta etapa se pretende obtener una comprobación continua y fiable de la aplicación del método de las 5S y el apoyo del personal implicado.

7. Realización auditoría final 5s:

Se empleó la misma metodología que la auditoría inicial y los resultados fueron los siguientes:

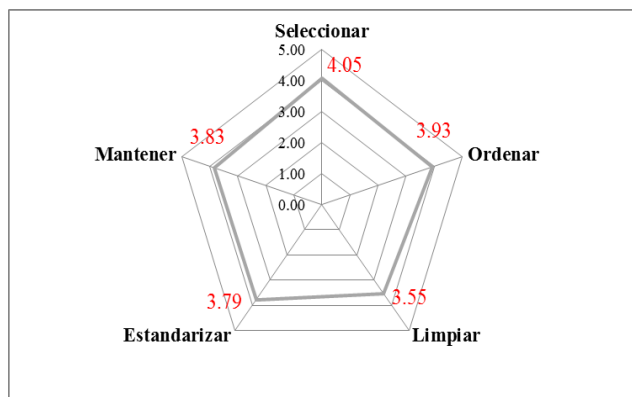


Fig. 7 Radar auditoría final 5s

8. Análisis situación actual Gestión por procesos:

Información, formación y participación

En esta etapa se desarrollarán las actividades relacionadas a la planificación. Se optó por evaluar en primer lugar el nivel de madurez de la empresa, siendo este el Nivel 0 (Inmadura), debido a que la organización no tiene una implementación efectiva de los procesos y no alcanza los objetivos de los mismos en su totalidad.

9. Ejecución de Gestión por procesos:

Identificación de los procesos: Los procesos de la empresa se pueden evidenciar en el mapa de procesos de la misma, donde se muestran tanto los procesos estratégicos, centrales y de apoyo. El estudio se centra en el proceso de

producción que es donde se encuentran los mayores problemas.

Selección de los procesos clave: Se evaluaron los procesos de la empresa en base los objetivos de la empresa (Costos bajos, flexibilidad del producto y precios competitivos) y los objetivos del cliente (buena calidad, rapidez del servicio y flexibilidad del producto). En base a ello se elaboró una matriz de criticidad de los procesos. Se puede concluir que el proceso clave para la empresa es producción (30 puntos), por lo que se deberá enfocar en este para la solución de los problemas.

Nombrar al responsable del proceso: Proceso de producción

Identificación de problemas: Elegido el proceso, hay que verificar de qué manera éste da respuesta a los objetivos estratégicos, y si no es así, habrá que abordar el diseño o rediseño del proceso. Los principales problemas que se desean solucionar son el incumplimiento de requerimiento de proveedores, falta de estandarización de los procesos y tiempos de procesos no definidos, lo que contribuye a la baja eficiencia del proceso productivo.

Corrección de problemas: Para ello se utilizará la herramienta de Balanced Scorecard, Finalmente se deberán establecer los indicadores del proceso.

D. Simulación

1. Conceptualización del modelo de simulación

En la empresa se lograron implementar las técnicas de estudio de trabajo, 5s y BPM. En cuanto a reprocesos se tienen los siguientes resultados:

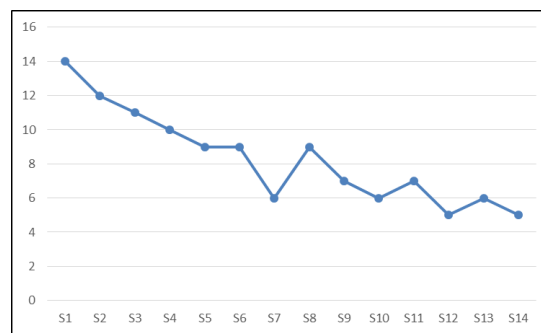


Fig. 8 Tendencia de Reprocesos Semanal

TABLE II
REDUCCIÓN DE REPROCESOS MENSUAL

	Antes	Después
Reprocesos (cil)	44	23

Reprocesos (gal)	2420	1265
Reducción (%)		47.73%

Se pretende que esta reducción de reprocesos se complemente con la adquisición de los instrumentos de calidad en un 14%, tal como afirma Montoya 2017 [15]. Con respecto a tiempos, los resultados fueron:

TABLE III
REDUCCIÓN DE TIEMPOS

	Antes	Después
Tiempo total	58.2	49.8
Reducción (%)		13.57

Se concluye que de acuerdo a la curva de aprendizaje, el operario podría llegar a un tiempo total de 49.2 minutos.

2. Construcción del modelo

Se realizó la simulación debido a que si bien se lograron implementar las técnicas, estas no se dieron en su totalidad por distintos factores de la realidad de la empresa y decisiones gerenciales. Se empleó el software Arena para realizar el análisis inicial y final. Para ello se tomaron en consideración los tiempos de cada estación de trabajo y el tiempo de llegada, la demanda atendida mensual y el % de reprocesos del sistema.

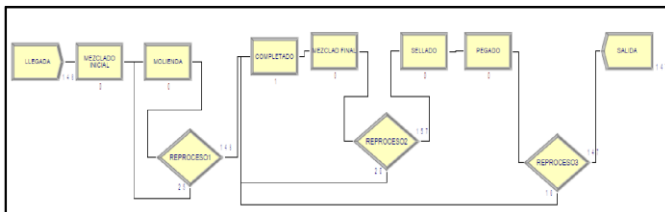


Fig. 9 Esquema inicial del proceso de producción de cilindros de pintura

V. CONCLUSIONES

El análisis de las causas que provocaron una eficiencia promedio de 66.67% durante el periodo 2017 permitió determinar que el 82% correspondía a los reprocesos y el 18% estaba representado por los tiempos muertos del proceso. Las herramientas de análisis de la situación actual tales como auditoría 5s y evaluación del nivel de madurez del proceso permitieron identificar los puntos críticos a mejorar según los problemas detectados previamente y a las causas principales de los mismos. Con la implementación de Estudio de Trabajo, 5s y Gestión por procesos, se lograron reducir los reprocesos de 29.78% a 11.31% y el tiempo total se redujo de 0.97 h/cil a 0.82 h/cil, aumentando así la eficiencia del proceso productivo de 66.62% a 81.75% y logrando superar la eficiencia del sector de 71.7%. La implementación de la propuesta genera ahorros de S/ 45,700 y reduce el impacto económico de S/ 91,572.5 a

S/ 45,872.5. La validación de la simulación en el software Arena del proceso actual y de mejora confirma la reducción de los reprocesos y tiempos totales. Se concluye que el proyecto es rentable según el análisis financiero. En primer lugar se obtuvo un Valor Actual Neto (VAN) positivo de S/ 613,894.41. La relación beneficio – costo (RBC) muestra un valor de 19.75 veces, por lo que al ser superior a 1 se concluye que es rentable. Finalmente, el periodo de recuperación (PRD) es de 1 año y 3 meses aproximadamente.

REFERENCES

- [1] Guillen K., Umami K., Quispe G., Raymundo C. (2018), "Lean model for optimizing plastic bag production in small and medium sized companies in the plastics sector", *International Journal of Engineering Research and Technology* 11(11), pp. 1713-1734.
- [2] Bandara, W., & Opsahl, H. (2017). Developing organization-wide BPM capabilities in an SME: the approaches used, challenges and outcomes. *Journal of Information Technology Teaching Cases*, 7(2), 92-113.
- [3] Mishra, R. (2015). Productivity improvement in Automobile industry by using method study. *Int. J. Sci. Eng. Appl. Sci*, 1(4), 361-363.
- [4] Prajapati, D. R. (2014). Productivity improvement of a forging industry using time study technique-a case study. *International Journal of Management, IT and Engineering*, 4(12), 72.
- [5] Perera, H. A. D. (2016). Productivity improvement through lean tools in a Sri Lankan small and medium enterprise: A case study. In *Manufacturing & Industrial Engineering Symposium (MIES)* (pp. 1-6). IEEE.
- [6] Hussain, A., Ahmad, Q. W., Haq, I. U., Nazir, A., Imran, S., & Islam, B. U. (2015). Improving Productivity and Quality in SMEs of Pakistan: A case study. *Technical Journal*, 20(2), 103-114.
- [7] Kakkar, V., Dalal, V. S., Choraria, V., Pareta, A. S., & Bhatia, A. (2015). Implementation Of 5S Quality Tool In Manufacturing Company: A Case Study. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 4(02), 208-213.
- [8] Kobarne, A. R., Gaikwad, V. K., Dhaygude, S. S., & Bhalerao, N. A. (2015). Implementation of '5s' technique in a manufacturing organization: a case study. *Scholarly Research Journal For Interdisciplinary Studies*, 3, 1851-1872.
- [9] Van Der Aalst, W. M., La Rosa, M., & Santoro, F. M. (2016). Business process management.
- [10] Sagar D Ghagare, Abhay A Desai, Rohit B Patil, Uttam & Siddha (2017) 5 s Implementation in small scale industry: a case Study. *International Journal of Current Engineering and Scientific Research*, 4 (8), 2394-0697.
- [11] Ashraf, S. R. B., Rashid, M. M., & Rashid, A. H. (2017). Implementation of 5S methodology in a food & beverage industry: A case study. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 4(3), 1791-1796
- [12] Agrahari, R., Dangle, P., & Chandratre, K. (2015). Improvement of process cycle efficiency by implementing a Lean practice: A case study. *International Journal of Research in Aeronautical and Mechanical Engineering*, 3(3), 38-51.
- [13] Abhijeet Mohanrao Mane, & C.T. Jayadeva (2015) 5S implementation in Indian SME: a case study. *International Journal of Process Management and Benchmarking*
- [14] Singh, A., & Ahuja, I. S. (2015). Evaluating the impact of 5S methodology on manufacturing performance. *International Journal of Business Continuity and Risk Management*, 5(4), 272-305.
- [15] Montoya, M. P. G. (2017). Implementación de herramientas de control de calidad en MYPEs de confecciones y aplicación de mejora continua PHRA. *Industrial Data*, 20(2), 95-100