

# PDCA and TPM to increase productivity in a SME company in the pharmaceutical sector

Cuadros-Luyo Stefany, B.Eng.<sup>1</sup>, Rodríguez-Román Rocío, B.Eng.<sup>2</sup>, and León-Chavarri Claudia, M.Eng.<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup> Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Prolongación Primavera 2390, Lima, Perú,  
<sup>1</sup>U201623683@upc.edu.pe, <sup>2</sup>U20162321968@upc.edu.pe, <sup>3</sup>pcincleo@upc.edu.pe  
<sup>1</sup>0000-0003-3033-0636, <sup>2</sup>0000-0002-7377-167X, <sup>3</sup>0000-0002-2919-8351

*Abstract— Nowadays, manufacturing companies face various problems in their field, one of the most frequent is low productivity. This work will focus on solving this problem, which is very common in an SME company with masterful formulas, since this sector tries to balance the speed of the market with the need to cure diseases and improve the quality of life of people. On the other hand, problems related to quality standards, reprocesses and failure in the final presentation of the product were detected, which have been playing a crucial role in this company. Therefore, this study proposes the improvement of the production process through a model that implements techniques such as PDCA and TPM, which have been previously applied in the pharmaceutical sector and the expected results have been obtained. Because of the applied tools, productivity increased by 52.94%.*

*Keywords— productivity; pharmaceutical; efficiency; 5S, DMAIC, PDCA.*

**Digital Object Identifier (DOI):**  
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.735>  
**ISBN:** 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

# PDCA y TPM para aumentar la productividad en una pyme del sector farmacéutico

Cuadros-Luyo Stefany, B.Eng.<sup>1</sup>, Rodríguez-Román Rocío, B.Eng.<sup>2</sup>, and León-Chavarri Claudia, M.Eng.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Prolongación Primavera 2390, Lima, Perú,

<sup>1</sup>U201623683@upc.edu.pe, <sup>2</sup>U20162321968@upc.edu.pe, <sup>3</sup>pcincleo@upc.edu.pe

<sup>1</sup>0000-0003-3033-0636, <sup>2</sup>0000-0002-7377-167X, <sup>3</sup>0000-0002-2919-8351

*Abstract— Nowadays, manufacturing companies face various problems in their field, one of the most frequent is low productivity. This work will focus on solving this problem, which is very common in an SME company with masterful formulas, since this sector tries to balance the speed of the market with the need to cure diseases and improve the quality of life of people. On the other hand, problems related to quality standards, reprocesses and failure in the final presentation of the product were detected, which have been playing a crucial role in this company. Therefore, this study proposes the improvement of the production process through a model that implements techniques such as PDCA and TPM, which have been previously applied in the pharmaceutical sector and the expected results have been obtained. Because of the applied tools, productivity increased by 52.94%.*

**Keywords—** productivity; pharmaceutical; efficiency; 5S, DMAIC, PDCA.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la productividad de las empresas es un factor decisivo para el crecimiento económico en un mundo globalizado, ya que es el actor principal en el desarrollo de los países y genera el bienestar de la sociedad [1]. Las empresas manufactureras enfrentan un alto nivel de competencia, por ello se han incentivado a una mejora en los sistemas de producción y en el aumento de su productividad [2]. No obstante, Medrano señala que la industria farmacéutica enfrenta constantemente varios problemas, debido a que trata de equilibrar la rapidez del mercado con la necesidad de curar enfermedades y mejorar la calidad de vida de las personas [3]. Según la información provista por la Enterprise Surveys, elaborada por el Banco Mundial se obtuvo como resultado que la Productividad Total de Factores (PTF) de la industria farmacéutica peruana se encuentra por debajo de la PTF de diversos países, tales como, Argentina, Colombia, México, Brasil, Chile y Uruguay [4].

La importancia de este problema radica en que este sector presenta grandes desafíos, ya que los gobiernos de todo el mundo se han vuelto mucho más exigentes, lo cual origina que las empresas farmacéuticas no solo deben adherirse a mejorar la gestión y prácticas de producción sino también deben cumplir con los estrictos requisitos de las agencias reguladoras y cumplir con la eficiencia. Por lo cual, muchas de estas empresas necesitan adaptarse con mayor rapidez y buscar la mejora de sus procesos para obtener un mejor índice de

calidad, tiempo de abastecimiento y productividad [5]. La empresa privada Image & Health dedicada a la elaboración de fórmulas magistrales presenta una baja productividad debido a que son productos personalizados. Entre las causas más comunes se encuentra el mal estado del producto presentando

un olor fuerte, coloración incorrecta o incluso mal etiqueta del frasco [6]. Ante los esfuerzos por mitigar estas causas raíz surgen metodologías como el PDCA, la cual ha aportado con éxito ante este tipo de problemas en el sector farmacéutico. Además, las herramientas 5S y TPM tienen suficiente experiencia en las causas raíz que originan el problema de la baja productividad. En primer lugar, para la herramienta PDCA, donde según una investigación realizada en el proceso de soldadura de una empresa manufacturera, la cual tenía una gran cantidad de defectos, se evidenció que existe una clara diferencia antes y después de su implementación. Entre uno de los resultados más importantes se tiene que los defectos disminuyeron 65%, 79% y 77% en los tres modelos de placas electrónicas analizados [7]. Del mismo modo, según la Universidad de Valencia, se implementó la técnica 5S en un centro médico, el cual tenía como objetivo aumentar la cantidad de pacientes atendidos, donde se obtuvo como resultado la confirmación que el método 5S facilitaba la identificación de elementos y, por lo tanto, reducía las pérdidas de tiempo. Con esta mejora se logró aumentar la eficiencia en el entorno de trabajo y una mejora en la capacidad del personal para moverse rápidamente por el centro médico [8]. Finalmente, para el caso del TPM, en todos estos años el mantenimiento óptimo de los equipos de la industria farmacéutica y su disponibilidad de las máquinas para una mejor utilización de los recursos han afectado negativamente su ventaja competitiva [9]. En otras palabras, esta técnica consiste en optimizar los procesos industriales, maximizando el rendimiento de los equipos para generar mayores productividades [10].

La principal motivación que se obtiene al realizar esta investigación es garantizar la calidad, la cual es el principio básico de toda empresa, en especial de medicamentos que son del consumo humano [11]. Debido a ello, y con respecto a algunos casos de éxitos que se han mencionado anteriormente, se puede observar que todas las herramientas que se implementarán en el presente caso de estudio tienen experiencia y buenos resultados no solo en industrias manufactureras sino también en el sector farmacéutico.

**Digital Object Identifier (DOI):**

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.735>

**ISBN:** 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

La estructura del presente proyecto tiene la siguiente secuencia, en la segunda sección, se detallará la revisión de literatura; en la tercera sección, se explica el aporte del caso de estudio de esta investigación; en la cuarta sección, se desarrollará la validación de la propuesta; en la quinta sección, se detallará la discusión; y finalmente, en la sexta sección, se realizará las conclusiones.

## II. ESTADO DE ARTE

### A. Casos de éxito implementando 5S ante la presente problemática

Con respecto a esta metodología, uno de los casos de éxitos investigados mostró que las actividades de las 5S presentan diversos beneficios dentro de una empresa. En primer lugar, se puede eliminar los desechos y reducir el tiempo de ciclo de las tareas [12]. Asimismo, proporciona una base para crear una cultura organizacional y permite un aumento en la motivación del personal involucrado. Por otro lado, la implementación de esta técnica permite reducir los costos de mantenimiento, las anomalías de tiempo de identificación y siniestralidad [13]. Como refuerzo de lo anteriormente mencionado, en otro estudio realizado por Singh, se demuestra que esta técnica también crea un efecto positivo con respecto a la seguridad en el lugar de trabajo, ya que el estrés y la fatiga de los trabajadores se reducirán al existir una mejor limpieza y establecer un orden visual ayuda a los empleados [14]. Con la implementación de 5S como práctica de Lean Manufacturing se generan los indicadores y metas a cumplir. Estos deben centrarse en la disminución de desperdicios, con la participación del recurso humano, por lo cual debe tener en consideración el talento y las habilidades de los empleados [15]. En conclusión, se demuestra que existe una relación positiva entre la metodología 5S y la productividad, además, se menciona que este método es un punto de partida para cualquier empresa que quiera alcanzar altos objetivos y posiciones [16].

### B. Casos de éxito implementando PDCA ante la presente problemática

Un estudio realizado en industrias manufactureras explica que los defectos son considerados como uno de los desperdicios en los sistemas de manufactura, por ello cuando se decide implementar esta herramienta se obtuvo como resultado una reducción de más del 50% de defectos [17]. Para el caso de los procesos de atención médica farmacéutica, según una perspectiva de aseguramiento de calidad, las mejoras del desempeño puede ser un punto crítico a tener en cuenta. Desarrollar una estrategia mediante el ciclo PDCA tiene un papel importante en el establecimiento de objetivos, monitorear y evaluar el desempeño, y guiar acciones futuras. [18] Además se puede incrementar aproximadamente el 20% de la capacidad de las líneas productivas al cumplir con los estándares necesarios. Se garantiza una mejor calidad, confiabilidad y consistencia. Actualmente, el ciclo PDCA se

enfoca en su mejora continua y es conocido como un programa lógico que permite mejorar las actividades [19].

Por otro lado, en una empresa manufacturera del sector textil, el cual tiene como objetivo la identificación y eliminación de residuos en todo el proceso de producción. Se combinaron metodologías como ciclo PDCA, 5S y 5W2H, las cuales produjeron excelentes resultados resolviendo un solo problema, y demostrando que la metodología se puede extender a otros problemas identificados, mejorando significativamente el funcionamiento y la productividad de la empresa. Como resultado, se permitieron ahorrar cuatro horas semanales por operador, lo que corresponde a una ganancia del 10% del tiempo disponible por semana y operador. [20]

Finalmente, según Franklin, quien analiza la gestión del sistema en una empresa de carrocerías. El modelo de mejora continua propuesto tiene como objetivo adaptar la empresa a las necesidades actuales del mercado y satisfacer las necesidades de los clientes, permitiendo a la empresa incrementar su productividad y rentabilidad gracias a la optimización y desarrollo sistemático de sus procesos. Luego de implementar la técnica PDCA, se obtuvo una mejora en el porcentaje de productos defectuosos, el cual disminuyó de 72.0% a 36.0%. [21]

### C. Casos de éxito implementando Poka Yoke ante la presente problemática

Con respecto a esta metodología, uno de los casos de éxito de esta técnica mostro que la prevención de los errores y la detección temprana se logran con medios relativamente fáciles y que más de 100 empresas japonesas en 10 industrias diferentes ya las implementaron [22]. Por ejemplo, la metodología Poka Yoke ha sido aplicada en la industria del subensamblaje de estampado de chapa metálica para eliminar el desperdicio y las actividades sin valor agregado que ocurren en muchas empresas [23]. Así mismo, en la industria de la reparación electrónica se implementó esta técnica para mejorar su eficiencia y lograr mejoras continuas, por otro lado, se lograron varias mejoras en algunos procesos reduciendo el tiempo de ciclo de algunas de estas que consumían mucho tiempo [24]. También, dentro de una empresa metalmeccánica al implementar esta técnica las piezas rechazadas se redujeron en un 3%, mientras que la producción del juego de cerraduras aumento en 9.6% [25].



Fig. 1 Modelo Propuesto para el caso de estudio

#### D. Casos de éxito implementando TPM ante la presente problemática

Para la técnica TPM, se presentan diversos estudios realizados en empresas pymes manufactureras, donde luego de aplicar esta herramienta se obtiene mejoras en las disponibilidades de las máquinas. Uno de estos casos lo demuestra Suryaprakash quien demuestra una reducción con respecto a los tiempos de inactividad no planificados de las máquinas. Esto se debe a la política de mantenimiento autónomo y a una correcta implementación de las 5S antes de implementar el TPM. Finalmente, se obtuvo como resultado una mejora en la tasa de rendimiento del equipo al 82,2%, la tasa de calidad se ha mejorado en un 1% y se destaca como 94,07%. [26] Otro de los casos de éxito fue en una empresa del sector automovilístico donde se obtuvo mejoras como disminución del porcentaje de pérdida de producción en un 6%, lo cual significó un aumento de la productividad de la máquina. Además, se obtuvo una disminución en el número de paradas [27]. Finalmente, según demuestra que la implementación de TPM requiere principalmente el desarrollo de un nuevo sistema y la adopción de una nueva estrategia por parte de la organización, es decir, su éxito depende de la cultura del trabajo [28].

### III. APORTE

#### A. Fundamentación del Modelo

El modelo propuesto está desarrollado en base al modelo de mejora continua, el cual tiene como objetivo adaptar la empresa a las necesidades actuales del mercado y satisfacer las necesidades de los clientes, permitiendo a la empresa incrementar su productividad y rentabilidad gracias a la optimización y desarrollo sistemático de sus procesos [29]. Así mismo, se combinaron metodologías como el TPM, 5S y 5W2H con la finalidad de producir excelentes resultados resolviendo un solo problema [30].

#### B. Aporte General

El presente modelo será implementado en la empresa Image & Health, la cual pertenece al sector farmacéutico privado. Según los estudios realizados en la empresa se pudo determinar que el problema principal que presenta es la baja productividad en sus procesos productivos. Posteriormente, se desarrolló un estudio a detalle para poder conocer cuáles eran las causas directas y raíces de esta problemática. Así mismo, es importante poder seguir el modelo propuesto, ya que con ello se podrá obtener las mejoras requeridas para el sector farmacéutico, al cual le resulta difícil ya que deben tener en consideración diversos factores como la demanda de ciertos medicamentos en casos de pandemia, las nuevas leyes reguladoras de diversas entidades, el avance que puede existir

en algunos medicamentos o materias primas y entre otros. Debido a lo mencionado anteriormente, el proyecto ha decidido desarrollar el Modelo propuesto en el ítem anterior.

En el primer componente, se realizará una organización de la zona de producción con herramientas como gestión visual y hojas de rutas. Para el segundo componente se observa que se debe implementar el PDCA, donde dentro de cada una de estas fases se desarrollarán las herramientas como el 5WH, 5S, Poka Yoke, AMEF, Hoja de ruta, Kanban, TPM y entre otros.

#### C. Aporte Detalle

Para el primer componente, se deberá implementar diversos artefactos para la gestión visual, ello con el objetivo de mantener informados de lo que se hará a los trabajadores de la empresa. Así mismo, esto se realizará para poder disponer los procedimientos del proceso en la zona de producción. Entre los artefactos se encuentran:

- Adhesivos de colores
- Tablero informativo
- Señales informativas

El segundo componente que se tiene es la mejora de los procesos productivos, el cual se apoya en la técnica del PDCA. Esta técnica se divide en cuatro etapas, las cuales son Planear (P), Ejecutar (D), Verificar (C) y Actuar (A). Para la primera fase lo que se deberá realizar es primero se realizó un diagrama SIPOC, el cual nos permitirá tener un mayor conocimiento de sus procesos y la materia prima entrante a cada uno de ellos. Así mismo, para la fase ejecutar se realizó un diagrama AMEF con el cual acompañado de la técnica de los 5 porques se pudo identificar los principales problemas que se tenían, además de implementar un Poka Yoke y las 5S. Para esta última implementación se cuenta con las etapas a seguir: [31]

- Clasificar (Seiri): Qué es necesario y qué no lo es para luego desecharlo.
- Organizar (Seiton): Los elementos necesarios deben ser ubicados e identificados de manera sencilla para su utilización.
- Limpiar (Seiso): La limpieza continua contribuye a un mejor funcionamiento de la empresa.
- Estandarizar (Seiketsu): Practicar la gestión visual que facilita la ejecución de actividades productivas.
- Disciplina (Shitsuke): Deliberar el esfuerzo para sustentar las medidas tomadas con iniciativa en las etapas anteriores.

Además, se implementará Kanban, la cual consiste en clasificar las tareas que ya fueron desarrolladas, las que faltan y las que se encuentran en proceso.

Para la tercera fase, se puede observar las constantes capacitaciones que se han seguido realizando hasta que los operarios lleguen a tener un hábito con respecto a ello. Finalmente, para la etapa Hacer se medirán los resultados con los KPI's. Entre los principales artefactos que se tienen se encuentran el 5WH, AMEF, Poka Yoke, los KPI's y el TPM. Los cuales tienen como objetivo llevar un seguimiento y

control de la situación de la empresa a lo largo de la implementación de la mejora continua.

Si se obtiene un valor mayor al 15% se estaría considerando como crítico, mientras que si el valor se encuentra en el rango de 10% a 15% serán aceptables y por ende, si es menor a 10%

#### D. Proceso

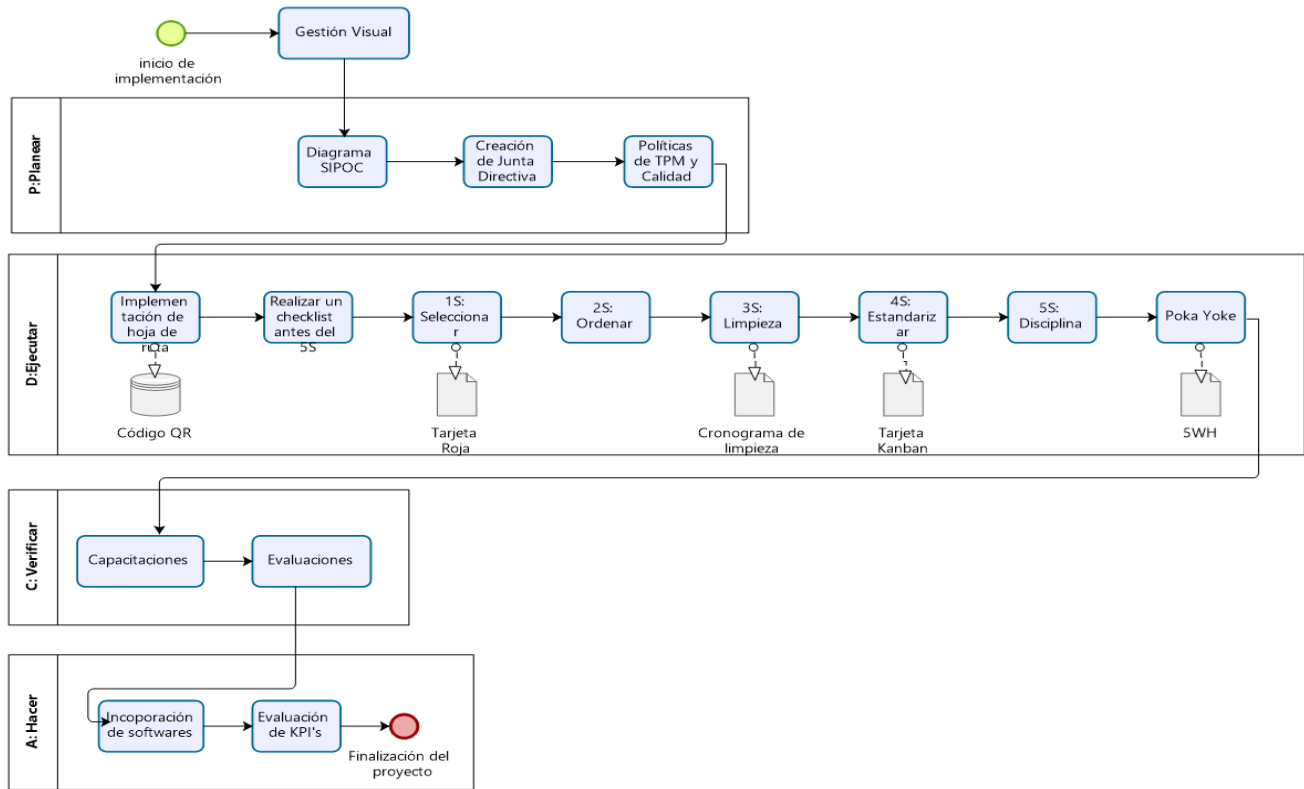


Fig. 2 Bizagi de la implementación

#### E. Indicadores del Modelo

La única manera de poder medir los resultados esperados en el presente caso de estudio es en base a indicadores, los cuales se encuentran entre un parámetro aceptable y nos pueden mostrar si nuestros resultados cumplieron las metas o se encuentran distantes de ellas. En vista de ello, se ha decidido implementar los siguientes indicadores.

##### 1. Productividad

$$\frac{\text{kg de unidades producidas}}{\text{kg de material utilizado}} \times 100$$

Si se obtiene un valor menor al 40% se estaría considerando como crítico, mientras que si el valor se encuentra en el rango de 40% a 44.5% serán aceptables y por ende, si es mayor a 44.5% se consideraría eficiente.

##### 2. Porcentaje de productos no conformes por estándares de calidad

$$\frac{\text{unidades no conformes}}{\text{unidades producidas}} \times 100$$

se consideraría eficiente.

##### 3. Porcentaje de productos defectuosos por contaminación en instrumentos y maquinarias

$$\frac{\text{Número de unidades defectuosas por contaminación en instrumentos y maquinarias}}{\text{Número de unidades producidas}} \times 100$$

Si el valor que se obtiene de este indicador es mayor a 15% es considerado como crítico, si se encuentra entre 10% y 15% es aceptable y para valores menores a 10% es eficiente.

##### 4. Porcentaje de productos defectuosos por formación de burbujas

$$\frac{\text{Número de unidades defectuosas por formación de burbujas}}{\text{Número de unidades producidas}} \times 100$$

Si el valor que resulte de este indicador es mayor al 15% es crítico, si se encuentra entre 10% y 7% es aceptable, y si es menor que 7% es eficiente.

5. Porcentaje de fallas en la impresión de la presentación final del producto

$$\frac{\text{Número de unidades con fallas en la presentación final del producto por impresión}}{\text{Número de unidades producidas}} \times 100$$

Con respecto a los resultados para el indicador, si es mayor al 7% es crítico, mientras que si se encuentra en el rango de 5% a 7% es aceptable, y si es menor que 5% es eficiente.

IV. VALIDACIÓN

A. Escenario de Validación

Para el presente caso de estudio, se tiene la colaboración por parte de todos los operarios de la empresa, ya que no solo se brindaron los datos necesarios para el proyecto de investigación, sino además se pudo implementar las diversas técnicas en los principales procesos productivos. Además, los operarios implementaron muchas de ellas en sus nuevos hábitos laborales. Por otro lado, se contó con la autorización de la empresa Image & Health para poder realizar la implementación de las diversas herramientas en su área de producción.

B. Diagnóstico Inicial

Según los estudios realizados anteriormente con respecto al presente problema, se ha podido definir los valores que resultarían eficientes en cada uno de los indicadores.

TABLA I  
VALOR EFICIENTE DE LOS INDICADORES

Indicador	Fórmula	Valor eficiente
Productividad	$\frac{\text{kg de unidades producidas}}{\text{kg de material utilizado}} \times 100$	Mayor a 44.5 %
% de productos no conformes por estándares de calidad	$\frac{\text{Unidades no conformes}}{\text{Unidades producidas}} \times 100$	Igual o menor a 10%
% de productos defectuosos por contaminación en instrumentos y maquinarias	$\frac{\text{Número de unidades defectuosas por contaminación en instrumentos y maquinarias}}{\text{Número de unidades producidas}} \times 100$	Igual o menor a 10%
% de productos defectuosos por formación de burbujas	$\frac{\text{Número de unidades defectuosas por formación de burbujas}}{\text{Número de unidades producidas}} \times 100$	Menor a 7%
Porcentaje de fallas en la impresión de la presentación final del producto	$\frac{\text{Número de unidades con fallas en la presentación final del producto por impresión}}{\text{Número de unidades producidas}} \times 100$	Menor a 5%

C. Diseño de la Validación

Para este modelo, se desarrollarán a profundidad cada una de las etapas mencionadas anteriormente.

Para el primer componente, se implementarán diversas cintas de colores, paneles instructivos. Entre ellos, se puede observar lo siguiente para algunos procesos.

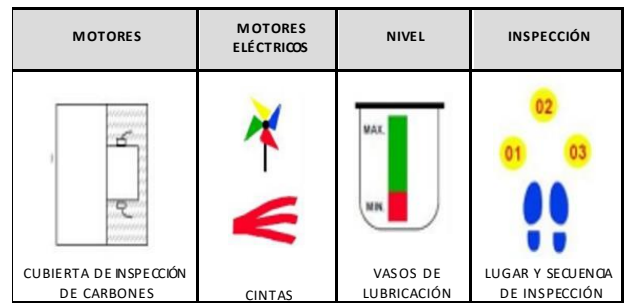


Fig. 3 Indicaciones en procesos

En el segundo componente, como se ha mencionado anteriormente. Se desarrollarán cada una de las fases.

**Planear:**

Para la implementación de esta primera fase, se presentó el diagrama SIPOC, el cual se muestra a continuación. Este diagrama nos permitirá tener un mayor conocimiento de sus procesos y la materia prima entrante a cada uno de ellos.

TABLA II  
SIPOC DE IMAGE & HEALTH

Proceso: Fórmulas magistrales				
SUPPLIERS	INPUTS	PROCESS	OUTPUTS	CUSTOMERS
-ALFA	-CAFEINA	Pesado de M.P	-FÓRMULAS	-HOSPITAL
DISTRIBUIDORES	CITRATO		MAGISTRALES	-SISOL VES
-CHEMICAL	-	Mezclado	PARA EL	-SJL -
HERS	CARBONATO		CABELLO	-VILLASALUD
-COLAROMO	DE CALCIO	Humectación	-FÓRMULAS	-PERUANO
-COSPHATECH	-LOCION		MAGISTRALES	JAPONES
SAC	BASE	Secado	PARA LA PIEL	POLIC. LURIN
-FABEMI	-		-FÓRMULAS	FARMA PLUS
-	TACROLIMUS		MAGISTRALES	MOLIFARMA
FARMAQUIMICA	(CHE)	Tamizado	PARA EL	-CLINICA
SUR	-BROMIDOX		ROSTRO	BUENAVENTURA
-HEXA QUIMICA	(CHE)	Compresión	-FÓRMULAS	-LAB.
SAC	-		MAGISTRALES	CAMPONDONICO
-INDIQA	PERMETRINA	Recubrimiento	PARA LAS UÑAS	-CLINICA TEZZA
-INHOUSE	(CHE)		MAGISTRALES	-CLINICA
-MATHIESEN	-PAPEL	Inspección de calidad	-FÓRMULAS	HUMANIDAD
PERU	FILTRO POR		MAGISTRALES	
-MERCOSUL	PLIEGOS		GENECOLÓGICAS	
COMPAN	(CHE)	Envasado		
- OMNICHEM				
- PLASTIFORM				

Además, se determinó una junta directiva para el trabajo de investigación, la cual se dividirá en gerentes, facilitadores y multiplicadores. Entre las políticas que también se implementaron se encuentran las de calidad y las de mantenimiento.

**Ejecutar:**

Durante esta etapa se debe implementar todo lo mencionado en la etapa de planificación. En primer lugar, se ha implementado para esta empresa unas hojas de ruta mediante la aplicación del QR. Es decir, cada lote tendrá un QR que será escaneado por los trabajadores para poder completar en que rango se encuentran los insumos o procesos según sea el caso. Así mismo, se realizó un Checklist antes de implementar las 5S, para lo cual se obtuvieron los siguientes resultados.



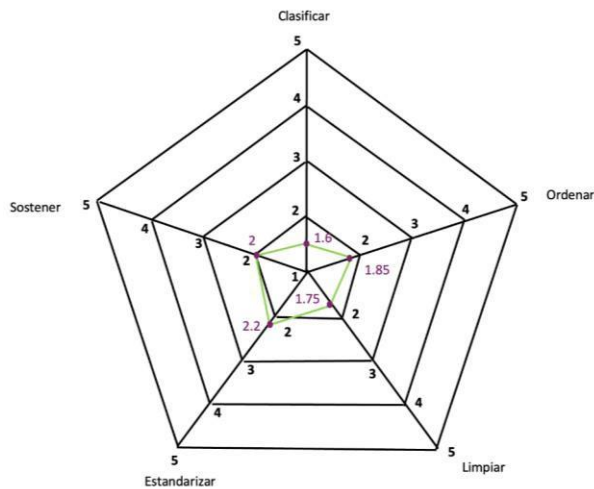


Fig. 4 Radar antes del 5S

Luego de determinar el radar actual se realiza el primer paso en la implementación de 5S, las capacitaciones. Para esto, se ha creado el siguiente temario:

TABLA III  
TEMARIO 5S

Temario
¿Por qué se deben implementar las 5S?
1S: Separar
2S: Ordenar
3S: Limpiar e inspeccionar
4S: Estandarizar
5S: Disciplinar
¿Qué es la mejora continua?
Implementación de 5S con TPM
Estandares que impiden implementar las 5S

Para la fase de Clasificación se diseñaron tarjetas rojas, las cuales fueron designadas para ser colocadas en todos los elementos innecesarios en las diversas áreas, donde finalmente se realizará un informe.

Para la otra fase de Orden se deberá ubicar un lugar para cada material o maquinaria clasificada como necesaria. Para poder determinar el área donde quedará cada elemento necesario, se implementará cintas de colores o rótulos ordenados, los cuales serán clasificados por su tamaño, peso y frecuencia de uso.

En el caso de la etapa de Limpieza se realizó un cronograma mensual que identifique los días y horarios que se realizará la limpieza para cada área.

La cuarta fase de Estandarización tiene como objetivo incentivar que las anteriores etapas implementadas se vuelvan un hábito para los trabajadores. Además, se decidió implementar la tarjeta Kanban, la cual busca que se puedan

visualizar todas las tareas en un tablero para que los trabajadores puedan ver el avance de estas.

IMAGE & HEALTH	Tarjeta Kanban	
PENDIENTES	EN PROCESO	FINALIZADO
Enviar solicitud para la compra de un nuevo refrigerador	Verificación del tamaño de las cápsulas	Control de temperatura de la materia prima
Empaquetamiento del producto azitromicina	Llegada de la nueva balanza analítica	Mantenimiento de la centrifuga del laboratorio
Realizar el control de calidad de los productos terminados		

Fig. 5 Tarjeta Kanban

Finalmente, para la Disciplina se deben desarrollar auditorías, las cuales permitan identificar errores que han sido cometidos en las primeras fases y puedan ser corregidas rápidamente.

Del mismo modo, para implementar el Poka Yoke, uno de los primeros pasos a seguir es realizar la matriz AMEF, la cual evidencia la mayor severidad de los modos de fallos más relevantes, y cuáles son los procesos donde son producidos

TABLA III  
AMEF

	ANÁLISIS DE FALLOS			Previsiones de control	F	G	D	Prioridad de corrección de Fallos
	Modo	Efectos	Causas					
Pesado de MP	Incorrectos instrumentos para medir	Contaminación en instrumentos y maquinarias	Insuficientes instrumentos Falta de capacitación	Inspección de instrumentos	4	3	2	24
	Fallas en la calibración de la balanza	Error en la digitación del peso	Falta de mantenimiento preventivo	Capacitación al personal	6	7	4	168
Mezclado	Capacidad de retención de suciedad baja	Elevado volumen de partículas	Elementos filtrantes obstruidos	Inspección de máquinas	3	4	2	24
	Fallos en el molino	Gran tamaño de partículas	Falta de mantenimiento preventivo	Inspección de máquinas	2	5	4	40
Humectación	Exceso de excipientes (más del 3%)	Disminución de la calidad	Medición incorrecta de los excipientes		1	3	2	6
	Formación de burbujas	Reproceso	Variación abrupta de la temperatura	Inspecciones	3	7	5	105
Secado	Presencia de aire atrapado en el interior de la pastilla	Reproceso	Gránulos muy secos (más de 1 hora de secado)	Inspección de Materia Prima	2	6	4	48
	Presencia de materiales cerosos	Separación de la tableta en capa(s)	Ajuste incorrecto de máquina	Capacitación al personal	5	1	4	20
Tamizado	Gránulo de gran tamaño	Demora en el tiempo de pasar por el proceso de tamizado			3	4	5	60
	Alcanzar la dureza requerida en las pastillas	Bipartición en las pastillas	Baja calidad de la materia prima	Inspección de Materia Prima	4	9	2	72
	Abundante humedad	Demoras en el proceso de humectación	No cumple con las especificaciones del granulado		6	2	2	24
	Partículas mal comprimidas	Pastillas ligeras	Alta velocidad de la máquina tableteadora	Inspección de máquinas	4	3	4	48
	Formulación se pega en la cara del punzón	Pastillas defectuosas	Defecto de pegado	Capacitación al personal	5	4	2	40
Compresión	Formación de escama en la superficie de la pastilla	Lenta disolución de la pastilla	Sobre lubricación	Mejorar el control de calidad	3	4	2	24
Inspección de calidad	Alteraciones físicas y químicas en las pastillas	Crecimiento microbiano	Abundante humedad	Inspecciones	1	2	2	4
	Diversidad de pesos de las pastillas	Producto defectuoso	Falta de inspección de calidad en cada proceso	Gestión de calidad en cada proceso	5	3	3	45
	Granulado húmedo en el interior	Pastillas abiertas	Falta de inspección de calidad en cada proceso	Gestión de calidad en cada proceso	4	4	2	32

Luego de implementar la matriz AMEF y comprender el proceso productivo de la empresa se realizó capacitaciones teórico – prácticas de los operarios de pesado, humectación y

tamizado. De los cuales se elaboraron fichas para poder enseñar los correctos pasos en cada uno de estos procesos.

Con respecto a la primera capacitación se hace referencia a todos los conceptos involucrados en el sistema de calidad. Se enseñan conceptos importantes cómo qué es la calidad y qué beneficios trae tanto a la empresa como a los clientes. También, se vuelven a analizar las políticas y objetivos de calidad de la empresa para que los trabajadores los conozcan y sean parte de estas.

Por su parte, la segunda capacitación hace referencia a las acciones preventivas en el proceso de producción. En esta, se darán a conocer los parámetros que debe tener cada proceso y materia prima involucrada, la correcta limpieza y uso de los utensilios. Esta capacitación finalizó detallando algunos métodos de control que se pueden adoptar según las comodidades de los empleados.

Al mismo tiempo de realizar las capacitaciones del ámbito de calidad, se realizaron las del TPM, ya que tal como se ha mencionado anteriormente en el árbol de problemas, se puede observar que entre una de las principales causas que originan la baja productividad en la empresa Image & Health se encuentran las de impresión incompleta. Tanto para esta última falla como para la de impresión ilegible se implementará el TPM. A continuación, se observará un Pareto donde se detalla la cantidad de pastillas desechadas por fallas en las máquinas de los diversos procesos productivos

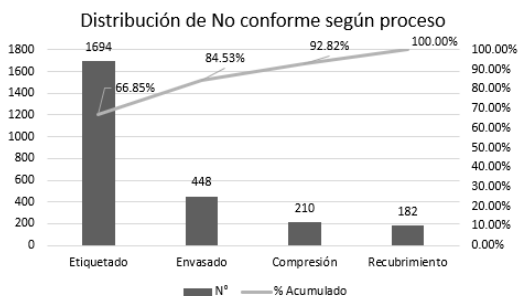


Fig. 6 Pareto maquinaria

Analizando el gráfico de Pareto, podemos observar que más del 80% de pastillas no conformes es debido a fallas en el proceso de etiquetado y envasado. Para ello, se deberá realizar un análisis más detallado de cuáles son las causas que originan estas fallas. Como solución, se realizó un diagrama AMEF con el cual acompañado de la técnica de los 5 ¿Por qué? se pudo identificar los principales problemas que se tenían con la máquina.

Por otro lado, antes de comenzar con las capacitaciones del TPM, se realizó un examen para los operarios, los cuales demostraron que presentaban un conocimiento por debajo del 50%. Posteriormente, se escogió que pilar del TPM se seleccionará para la solución del problema presentado. En el

presente caso de estudio, los pilares escogidos fueron el de Mantenimiento Autónomo y posteriormente Mantenimiento Planificado.

Actualmente, para la empresa Image & Health, el personal de producción realiza una limpieza superficial a las máquinas. Si bien es cierto, cumplen con las normas de seguridad, pero no cuentan con un hábito constante de limpieza ni con una limpieza especializada para las maquinarias. Debido a todo ello, se brindará capacitaciones para poder realizar una limpieza correcta a cada máquina. No obstante, el Ingeniero de Mantenimiento no solo fue contratado para realizar las capacitaciones de limpieza sino también para instruir a los operarios a realizar los mantenimientos correctos en las maquinarias. Para ello, el Ingeniero de Mantenimiento se apoyó de un instructivo.

**Verificar:**

Para medir los resultados de las capacitaciones fue necesario realizar exámenes tanto para la parte teórica como para la parte práctica. Para lo cual, al finalizar la primera capacitación, se realizó un examen donde se obtuvieron buenas calificaciones para la parte teórica; sin embargo, para la parte práctica los resultados no fueron los esperados. Debido a ello, se realizó una segunda capacitación, donde se enfocó más la parte práctica que la de teoría. Obteniendo como resultados unas notas muy altas en ambos aspectos.

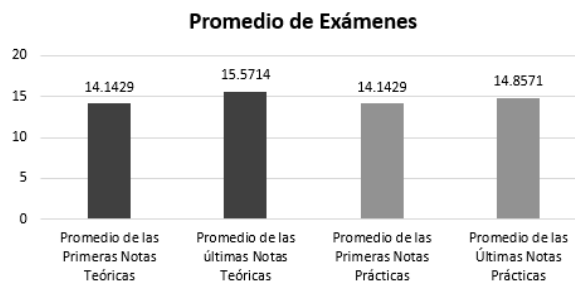


Fig. 7 Promedio de exámenes

**Hacer:**

Después de ello, es importante que la empresa siga invirtiendo en capacitaciones, para que los operarios continúen incrementando su aprendizaje en estos temas y puedan tener un mejor rendimiento en la empresa. Del mismo modo en esta etapa, se implementarán las 5S, donde se realizó el check-list con las mismas preguntas para los mismos trabajadores.



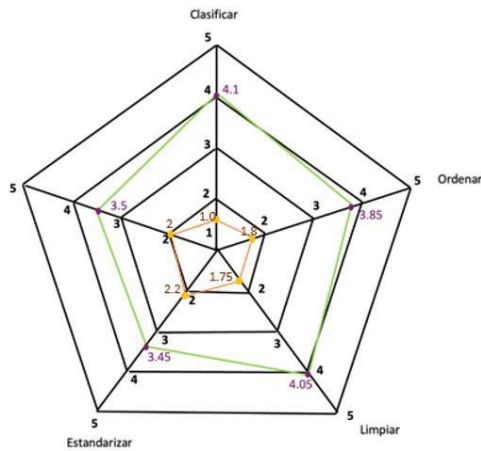


Fig. 8 Radar antes y después de implementar 5S

Por otro lado, con el objetivo de automatizar los procesos en la empresa, se ha implementado el software Automy para agregar los datos de las hojas de ruta. En el formulario se van a cargar todas las materias primas que posee la empresa y todos los procesos detallados en la hoja de ruta diseñada. Luego el operario debe agregar el número de lote y seleccionar uno por uno los ingredientes que va a utilizar y los pesos de cada uno de ellos, si algún peso se encuentra fuera del rango permitido (según las normas de la FDA y DIGEMID) se le enviará un mensaje al correo de la persona encargada de laboratorio para que lo tenga en consideración.

Para los procesos que requieren los valores de temperatura y humedad, debe ingresar los rangos en los cuales se encuentran al momento de realizar la actividad. Para acceder al software se implementará un código QR que los trabajadores deben escanear e iniciar sección con sus credenciales.

De igual forma, se incorporará un software el cual permita el almacenamiento de datos como cuándo fue la última vez que se realizó mantenimientos a las máquinas, quien fue el operario a cargo de ello, cuánto es el costo de repuesto y entre otra información.



Fig. 9 Software de Mantenimiento

Finalmente, como resultado, podemos observar la Tabla 1, la cual demuestra un antes y después de la implementación.

TABLA IV  
INDICADORES ANTES Y DESPUÉS DE IMPLEMENTACIÓN

Indicador	Antes	Después
<b>Productividad</b>	31.01%	58.57%
<b>% Productos no conformes por estándares de calidad</b>	19.60%	9.10%
<b>% Productos defectuosos por contaminación en instrumentos y maquinarias</b>	13.74%	6.54%
<b>% Productos defectuosos por formación de burbujas</b>	16.28%	7.30%
<b>% Fallas en la impresión de la presentación final del producto</b>	8.11%	3.19%

En conclusión, todos los indicadores tienen un impacto positivo si se implementa el modelo propuesto

#### IV. DISCUSIÓN

##### A. Nuevos Escenarios vs. Resultados

- Escenario 1: Empresa dedicada a la fabricación de vacunas

Este primer escenario, está relacionado con la pandemia del Covid-19 que se está viviendo en estos últimos años. Según Sell, señala que entre los problemas más urgentes ante una respuesta de una pandemia es la preparación, el diseño, desarrollo, fabricación y difusión de vacunas [32]. Debido a ello, se considera de suma importancia poder obtener buenos resultados en la elaboración de vacunas, es decir no deben existir errores como productos defectuosos ni productos en mal estados. Por ello, se recomienda tener una constante implementación de la técnica PDCA y capacitaciones constantes. Así mismo, existen estudios que demuestran que si bien el modelo Lean están profundamente arraigados en los negocios, también demuestra cómo estos principios y modelos pueden adaptarse para la salud [33].

- Escenario 2: Empresa dedicada a la fabricación de cremas para calentamiento

Para el segundo escenario propuesto, también se recomienda aplicar las técnicas mencionadas anteriormente, debido a que este rubro es similar al que venimos trabajando, ya que también en la empresa Image & Health se trabaja con productos que son para la piel y es de suma importancia tener cuidado con la calidad de ello.

- Escenario 3: Empresa dedicada a la fabricación de cosméticos

Finalmente, el último escenario con el que se cuenta es las empresas dedicadas a la elaboración de cosméticos o cremas que se usan para la piel con la finalidad de evitar manchas o arrugas. Como se mencionó anteriormente, es importante mantener una correcta calidad en cada

proceso de fabricación de estos productos, y con ello se podría tener una productividad dentro de los estándares correctos.

### B. Análisis de Resultados

TABLA V  
ANÁLISIS DE RESULTADOS

	Productividad	Indicadores				
		% Productos no conformes por estándares de calidad	% Productos defectuosos por contaminación en instrumentos	% Productos defectuosos por formación de burbujas	% Fallas en la impresión de la presentación final del producto	
Escenarios	0	58.57	9.1	6.54	7.3	3.19
	1	59	8.9	6.45	8	3.5
	2	54	9	7	7.4	3
	3	56	8.2	6.32	7	3.15
	Promedio	56.89	8.80	6.58	7.43	3.21
Análisis Estadísticos	Varianza	4.10	0.13	0.07	0.13	0.03
	Desv. Estándar	2.34	0.41	0.30	0.42	0.21

### C. Trabajos Futuros

El presente caso de estudio desarrolló una implementación de técnicas como el PDCA, TPM y 5S, las cuales estuvieron involucradas en conjunto con otras herramientas con la finalidad de poder incrementar la productividad de una empresa dedicada a la elaboración de fórmulas magistrales. Así mismo, se puede utilizar este modelo como ejemplo para otras investigaciones a futuro. Este modelo ha sido implementado con éxito no solo en esta investigación, sino además en otras empresas de sectores manufactureros e inclusive en el farmacéutico. Debido a ello, se sugiere su desarrollo específicamente en hospitales, clínicas o laboratorios de salud que presenten el mismo problema.

### V. AGRADECIMIENTO

El presente proyecto se desarrolló gracias a la empresa Image & Health, la cual brindó la información necesaria para poder brindar una solución ante su problemática actual. Así mismo, gracias a la empresa y los trabajadores de ella, se pudo realizar la implementación de las técnicas, obteniendo los resultados esperados e incluyendo nuevos hábitos en los operarios.

### VI. CONCLUSIONES

- Con respecto al diagnóstico realizado a los procesos productivos de la empresa del sector farmacéutico se evidencia que uno de los problemas principales que afronta es la baja productividad. Además, en la literatura revisada a lo largo del presente trabajo se identificaron que las principales causas de este problema son: (1) productos no conformes, (2) productos defectuosos, (3) deficiente gestión de inventarios y (4) falla en presentación final del producto. La presente investigación pudo validar que muchas de estas causas tienen gran impacto en el presente problema, entre las causas para la

empresa Image & Health se encuentran los productos no conformes, productos defectuosos y la falla en la presentación final del producto. Así mismo, estas presentan un impacto de 26.73%, 48.67% y 24.60%, respectivamente.

- Tomando como base el diagnóstico detallado previamente, el presente proyecto ha desarrollado un modelo innovador de la integración de las técnicas PDCA y TPM con el objetivo de aumentar la productividad hasta un valor mayor o igual a 44.5%, el cual es considerado óptimo en nuestro país para empresas del sector farmacéutico-manufacturero. Mediante el plan piloto se pudo corroborar que tanto el PDCA como el TPM se integran a la herramienta 5S; al igual que la hoja de ruta y 5W2H, según corresponda. Esta investigación demuestra la efectividad de las técnicas PDCA y TPM en el contexto de los preparados, o fórmulas, magistrales que corresponde al sector más complejo, en cuanto a calidad, dentro del sector farmacéutico.
- Por otra parte, los resultados económicos obtenidos en el presente proyecto demuestran una viabilidad económica del modelo propuesto y además permite anticipar la viabilidad del modelo PDCA en un sector farmacéutico y/o sectores similares. En otras palabras, la Tasa de Retorno (TIR) demuestra que el modelo PDCA no cuenta con barreras económicas para su aplicación.
- Del mismo modo, los impactos ambientales, culturales y tecnológicos demuestran un alto impacto frente al presente proyecto de investigación. Si bien es cierto por el lado ambiental no se buscaba reducir el nivel de contaminación; sin embargo, se puede observar que esto ha sido posible con la implementación del PDCA. Así mismo, en el ámbito cultural, se pudo demostrar que muchos de estos operarios no estaban adaptados a un nuevo cambio, no obstante, finalmente muchos de ellos llegaron a incluir estas mejoras en sus hábitos laborales. Por el lado tecnológico, se valida que ello es necesario en este sector, ya que debido a las implementaciones de softwares se han obtenido los resultados esperados en la empresa.

### REFERENCIAS

- [1] Toma, P. (2020). Size and productivity: a conditional approach for Italian pharmaceutical sector. *Journal of Productivity Analysis*, 54(1), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s11123-020-00580-y>
- [2] Rawat, G. S., Gupta, A., & Juneja, C. (2018). Productivity Measurement of Manufacturing System. *Materials Today: Proceedings*, 5(1), 1483–1489. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.237>
- [3] Medano Carvajal, S. A. (2019). Análisis de impacto en la productividad de un proceso en una Empresa Farmacéutica en el Ecuador por efecto de la aplicación de prácticas de Ergonomía. <http://repositorio.puce.edu.ec:80/xmlui/handle/22000/17262>
- [4] García Carpio, J. M., Álvarez Chavez, L. del P., Huamán Arroyo, P. F., del Pilar O' Diana Rocca, M., Coronado Ayala, Y. N., Céspedes Dávalos, M. del P., Maturana Palma, P., & Lamas Estabridis, H. J. (2017). *Industrial Farmacéutica- Estudio de Investigación Sectorial*. [https://ogeiee.produce.gob.pe/images/oe/doc/Trab\\_farmacia.pdf](https://ogeiee.produce.gob.pe/images/oe/doc/Trab_farmacia.pdf)
- [5] Mahajan, V., Nauriyal, D K, & Singh, S P. (2020). Domestic market competitiveness of Indian drug and pharmaceutical industry industry .

- Efficiency · Productivity · Data envelopment analysis · R&D · Size · Ownership · TRIPS · Product patent JEL Classification C02 · C61 · D2 · L65 · F00. Review of Managerial Science, 14, 519–559. <https://doi.org/10.1007/s11846-018-0299-7>
- [6] Hosseini-Motlagh, S. M., Nematollahi, M., & Nami, N. (2020). Drug recall management and channel coordination under stochastic product defect severity: a game-Theoretic analytical study. *International Journal of Production Research*. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1723813>
- [7] Realyvásquez-Vargas, A., Arredondo-Soto, K. C., Carrillo-Gutiérrez, T., & Ravelo, G. (2018). Applying the Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle to reduce the defects in the manufacturing industry. A case study. *Applied Sciences (Switzerland)*, 8(11). <https://doi.org/10.3390/app8112181>
- [8] Fernández, M. (2014). Lean manufacturing en español. 1–15.
- [9] Chikwendu, O. C., Chima, A. S., & Edith, M. C. (2020). The optimization of overall equipment effectiveness factors in a pharmaceutical company. *Heliyon*, 6(4), e03796. doi:10.1016/j.heliyon.2020.e03796
- [10] Reis, M. D. O. dos, Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2019). A TPM strategy implementation in an automotive production line through loss reduction. *Procedia Manufacturing*, 38, 908–915. doi:10.1016/j.promfg.2020.01.173
- [11] Food and Drug Administration (FDA). (2021). Current Good Manufacturing Practice (CGMP) Regulations. FDA, Estados Unidos. <https://search.usa.gov/search?query=pharmaceutical%2Bmanufacturing&affiliate=fda1>
- [12] Samad, M. A., & Islam, T. (2019). Implement Kaizen Tool 5S to Improve Workplace Condition and Pave Way for Lean Management at a Selected Pharmaceutical Factory Implement Kaizen Tool 5S to Improve Workplace Condition and Pave Way for Lean Management at a Selected Pharmaceutical Factory. January
- [13] Romero, L., Domínguez, M., & Espinosa, M. M. (2015). 5S methodology implementation in the laboratories of an Industrial Engineering. March 2016. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.04.022>
- [14] Singh, C., Singh, D., & Khamba, J. S. (2021). Exploring an alignment of lean practices on the health and safety of workers in manufacturing industries. *Materials Today: Proceedings*. doi:10.1016/j.matpr.2021.05.116
- [15] Sarria, M. P., Fonseca, G. A. y Bocanegra, C. C. (2017). Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing. *Revista EAN*, 83, PP 51 - 71. <https://doi.org/10.21158/01208160.n83.2017.1825>
- [16] Veres (Harea), C., Marian, L., Moica, S., & Al-Akel, K. (2018). Case study concerning 5S method impact in an automotive company. *Procedia Manufacturing*, 22, 900–905. doi:10.1016/j.promfg.2018.03.127
- [17] Realyvásquez-Vargas, A., Arredondo-Soto, K. C., Carrillo-Gutiérrez, T., & Ravelo, G. (2018). Applying the Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle to reduce the defects in the manufacturing industry. A case study. *Applied Sciences (Switzerland)*, 8(11). <https://doi.org/10.3390/app8112181>
- [18] Chorfi, Z., Benabbou, L., & Berrado, A. (2018). An integrated performance measurement framework for enhancing public health care supply chains. *Supply Chain Forum*, 19(3), 191–203. <https://doi.org/10.1080/16258312.2018.1465796>
- [19] Neves, P., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, T., Gouveia, A., & Pimentel, C. (2018). Implementing Lean Tools in the Manufacturing Process of Trimmings Products. *Procedia Manufacturing*, 17, 696–704. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.119>
- [20] Barash, M. M. (1990). Poka-yoke: Improving product quality by preventing defects. *Journal of Manufacturing Systems*, 9(2), 178–179. doi:10.1016/0278-6125(90)90033-e
- [21] Choomlucksana, J., Ongsaranakorn, M., & Suksabai, P. (2015). Improving the Productivity of Sheet Metal Stamping Subassembly Area Using the Application of Lean Manufacturing Principles. *Procedia Manufacturing*, 2, 102–107. doi:10.1016/j.promfg.2015.07.090
- [22] Barash, M. M. (1990). Poka-yoke: Improving product quality by preventing defects. *Journal of Manufacturing Systems*, 9(2), 178–179. doi:10.1016/0278-6125(90)90033-e
- [23] Choomlucksana, J., Ongsaranakorn, M., & Suksabai, P. (2015). Improving the Productivity of Sheet Metal Stamping Subassembly Area Using the Application of Lean Manufacturing Principles. *Procedia Manufacturing*, 2, 102–107. doi:10.1016/j.promfg.2015.07.090
- [24] Samuel, R., Rajesh, M., Rajanna, S., & Franklin, E. (2021). Implementation of lean manufacturing with the notion of quality improvement in electronics repair industry. *Materials Today: Proceedings*. doi:10.1016/j.matpr.2021.04.200
- [25] Carranza Inga, I., Villayzan Palomino, E., Altamirano, E., & Del Carpio, C. (2021). Improvement Model Based on Four Lean Manufacturing Techniques to Increase Productivity in a Metalworking Company. 2021 The 2nd International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management. doi:10.1145/3447432.3447442
- [26] Suryaprakash, M., Gomathi Prabha, M., Yuvaraja, M., & Rishi Revanth, R. V. (2020). Improvement of overall equipment effectiveness of machining centre using tpm. *Materials Today: Proceedings*. doi:10.1016/j.matpr.2020.02.820
- [27] Ribeiro, I. M., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2019). Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line. *Procedia Manufacturing*, 38, 1574–1581. doi:10.1016/j.promfg.2020.01.128
- [28] Jusoh, M. S., Ahmad, S. R., Yusuf, D. H. M., Salleh, S. S. M. M., & Din, M. S. H. (2021). Productivity improvement in food manufacturing company: Process innovation using total productive maintenance. *PROCEEDINGS OF 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED MATERIALS ENGINEERING & TECHNOLOGY (ICAMEI 2020)*. doi:10.1063/5.005589C
- [29] Choomlucksana, J., Ongsaranakorn, M., & Suksabai, P. (2015). Improving the Productivity of Sheet Metal Stamping Subassembly Area Using the Application of Lean Manufacturing Principles. *Procedia Manufacturing*, 2, 102–107. doi:10.1016/j.promfg.2015.07.090
- [30] Barash, M. M. (1990). Poka-yoke: Improving product quality by preventing defects. *Journal of Manufacturing Systems*, 9(2), 178–179. doi:10.1016/0278-6125(90)90033-e
- [31] Patricia, M., Yépez, S., Fonseca Villamarín, G. A., Bocanegra-Herrera, C. C., Guillermo, /, Fonseca, A., Claudia, V. /, & Bocanegra-Herrera, C. (n.d.). Methodological model in the implementation of lean manufacturing. <https://doi.org/10.21158/01208160.n83.2017.1825>
- [32] Sell, T. K., Gastfriend, D., Watson, M., Watson, C., Richardson, L., Cicero, A., ... Connell, N. (2021). Building the global vaccine manufacturing capacity needed to respond to pandemics. *Vaccine*, 39(12), 1667–1669. doi:10.1016/j.vaccine.2021.02.017
- [33] Bekemeier, B., Delaney, K., Wenzl, S., Roberts, M., & Hersh, D. (2020). The Diamond Project: A Quality Improvement Model for Adopting Shared Service Delivery in the Washington Vaccines for Children Program. *Frontiers in Public Health*, 8. doi:10.3389/fpubh.2020.00272