

Application of Lean Manufacturing Tools to increase Productivity in a cleaning products manufacturing company

Aplicación de Herramientas de Manufactura Esbelta para incrementar la Productividad en una empresa de fabricación de productos de limpieza

Joe Alexis González Vasquez, Dr.¹, Alex Manuel Sánchez Bobadilla, Ing.², Juliana Soledad Zavaleta Díaz, Ing.³, Jerson Waldir Obando Mantilla, Ing.⁴, Elmer Tello de la Cruz, MSc⁵, Santos Santiago, Javez Valladares, MSc⁶, Alex Antenor Benites Aliaga, MSc⁷

^{1,2,3,4,5,6,7} Universidad César Vallejo, Perú, jgonzalezv@ucv.edu.pe, sanchezbo@ucvvirtual.edu.pe, julianas@ucvvirtual.edu.pe, jerson_obando@hotmail.es, etello@ucv.edu.pe, sjavez@ucv.edu.pe, albenites@ucvvirtual.edu.pe

Resumen— El objetivo principal de la presente investigación fue aplicar herramientas de Manufactura Esbelta para acrecentar la productividad en Clorimax E.I.R.L., cuya actividad económica es la producción de artículos de limpieza. Para lo cual, se empleó herramientas de Manufactura Esbelta como: El diagrama de Ishikawa, facilitó el diagnóstico e identificación de los principales factores que inciden sobre no contar con un sistema estandarizado y la falta de motivación de los operarios del área de producción; por otro lado, el método de las 5S facilitó mejorar el ambiente de la organización, y finalmente, el TPM sirvió como herramienta para mejorar la eficiencia de los equipos y máquinas. Obteniendo como resultado un incremento del nivel de productividad en la organización, pasando de 2.39 hasta registrar 2.50 soles vendidos / soles invertidos, lo que evidencia un avance de 4.6%.

Palabras Clave—5S, Manufactura esbelta, productividad, TPM

Abstract— The main objective of this research was to apply Lean Manufacturing tools to increase productivity at Clorimax E.I.R.L., whose economic activity is the production of cleaning supplies. For which, Lean Manufacturing tools were used such as: The Ishikawa diagram, facilitated the diagnosis and identification of the main factors that affect not having a standardized system and the lack of motivation of the operators in the production area; on the other hand, the 5S method made it easier to improve the organization's environment, and finally, the TPM served as a tool to improve the efficiency of equipment and machines. Obtaining as a result an increase in the level of productivity in the organization, going from 2.39 to registering 2.50 soles sold / soles invested, which shows an advance of 4.6%.

Keywords—5S, Lean manufacturing, productivity, TPM

I. INTRODUCCIÓN

La actividad económica de la industria de limpieza en el Perú ha crecido considerablemente por el Covid-19, provocando un aumento del consumo de productos de desinfección en las empresas; con el fin de brindar mayor seguridad y tranquilidad a sus colaboradores. No obstante, los problemas principales de este rubro es la productividad, calidad e informalidad de las operaciones.

Esta investigación abordó a las herramientas de Manufactura Esbelta como una alternativa para hacerle frente a la baja productividad de la empresa en estudio, que fue ocasionada por no contar con un sistema estandarizado y un clima laboral poco favorable, dado que, por la misma coyuntura crítica por la pandemia, hubo complicaciones tanto a nivel operativo como estratégico en el área de producción.

La Manufactura esbelta es un proceso continuo y ordenado que tiene como objetivo llevar a cabo la producción con el mínimo de defectos, bajos costos operativos y sin desperdicios de materia prima [1]. Esta filosofía es una herramienta efectiva y popular en la mayor parte del sector de bienes y servicios para abordar actividades y desperdicios sin valor, en respuesta al entorno empresarial fluctuante y competitivo [2]. Cualquier tipo de desperdicio que no agrega ningún valor al producto final, debe reducirse o, si es posible, eliminarse para reducir el costo de producción [3].

Las herramientas de manufactura esbelta se desarrollaron para maximizar la utilización de la capacidad, la reducción del tiempo de ciclo, el tiempo de entrega y el inventario, mejorando el valor del producto [4]. En base a ello, esta investigación estará sustentada y desarrollada por las siguientes herramientas: las 5S y el TPM.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

II. MÉTODO

El método utilizado fue el hipotético-deductivo, de diseño experimental, y los procedimientos para verificar el estado actual del área de producción, fueron los siguientes: El diagrama de Ishikawa (ver Figura 1) y el gráfico de Pareto (ver Figura 2) para clasificar a los factores que están más relacionados con la problemática.

Las 5S es un método japonés muy útil para organizar el espacio de trabajo, de manera limpia y eficiente, con el fin de lograr un ambiente de trabajo productivo [5]. Siendo el punto de partida para crear una filosofía de trabajo dentro de la gerencia y el personal, de quienes se espera que continúen con las excelentes prácticas [6, 7]. La implementación de las 5S se puede resumir de la siguiente manera [8]: Clasificar (seiri), ordenar (seiton), limpiar (seiso), estandarizar (seiketsu) y disciplina (shitsuke).

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una herramienta que se enfoca en la eficiencia de las máquinas, eliminación de las mermas y el fomento del mantenimiento en los equipos [9]. Además, la aplicación de esta herramienta también ayuda a promover el compromiso en la fuerza laboral, a través del empoderamiento y la capacitación, mejorando así la participación de los empleados [10]. Su importancia radica en que ha permitido a las industrias manufactureras acrecentar notablemente sus niveles de productividad y rentabilidad [11].

Un estudio realizado en una industria de fabricación de equipos científicos [12], descubrieron que la implementación de la herramienta 5S generó beneficios notables, como la reducción del tiempo de búsqueda. En solo 20 semanas, el tiempo de búsqueda de herramientas en el proceso de fabricación se redujo de 30 min a 5 min, y la puntuación de auditoría mejoró de 7 a 55. Otro estudio [13], utilizó el enfoque 5S para mejorar la eficiencia de los procedimientos en una industria de estampado de metales, resultando una reducción del 66,53 % en las operaciones sin valor agregado y una reducción de 1764 \$/año en los costos de horas extra.

Por su parte [14], enfatizó el incremento de la eficiencia productiva en los equipos tecnológicos de un centro de mecanizado CNC, a causa de la implementación del TPM. Antes de implementar esta herramienta, el valor OEE era del 46,50 %, y después de analizar y tomar algunas acciones específicas de mejora de la producción ajustada, el valor OEE fue del 55,59 %, lo que representa una mejora del valor OEE del 9,09 %.

En el presente estudio se buscó mejorar el sistema de producción, dicha mejora repercute en los gastos innecesarios, debido a que minimizará los factores que ocasionan retrasos en el área de trabajo, así como el desperdicio de materiales, bajo la filosofía de conservar un ambiente ordenado y limpio.

Bajo la premisa de posicionarse como una empresa competitiva y líder en su rubro, se planteó como objetivo de la investigación, aplicar las 5s y el TPM como medida para acrecentar la productividad de la organización y a su vez, mejorar el ambiente de trabajo.

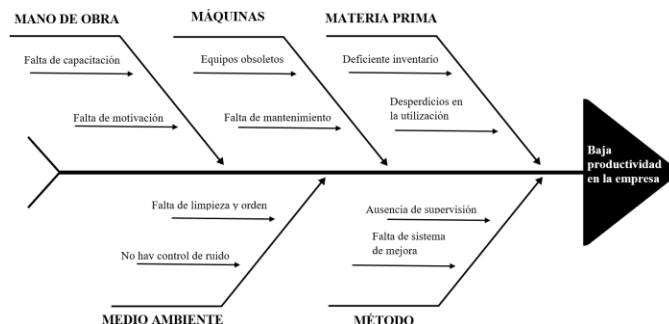


Fig. 1. Diagrama de Ishikawa de baja productividad

TABLA I
FRECUENCIA DE LOS FACTORES DE BAJA PRODUCTIVIDAD

Nº	Problemas	Frecuencia	Porcentaje (%)
1	Falta de sistema de mejora continua	60	20.6%
2	Carencia de limpieza y orden	53	18.2%
3	Deficiente mantenimiento preventivo	46	15.8%
4	Deficiente orden en el inventario	35	12.0%
5	Desperdicio de materia prima	29	10.0%
6	Falta de capacitación al personal	24	8.2%
7	Ausencia de supervisión	17	5.8%
8	Uso de equipos obsoletos	12	4.1%
9	Falta de motivación laboral	10	3.4%
10	No hay control de ruido	5	1.7%

La Tabla I muestra que los problemas más significativos de la organización, fueron: Falta de un sistema de mejora continua, carencia de limpieza, no programar mantenimientos y, por último, no ordenar el inventario del almacén.

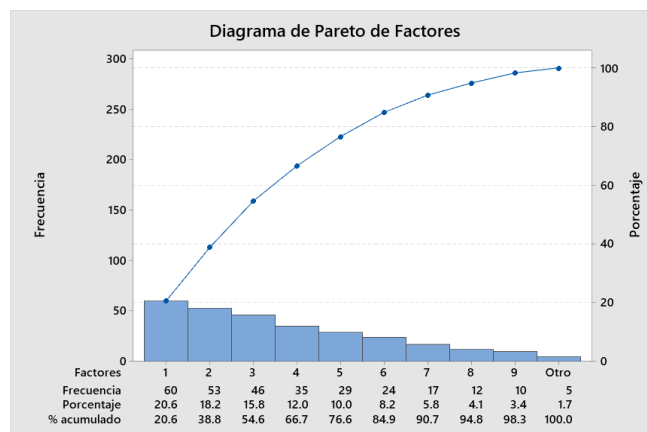


Fig. 2. Gráfico de Pareto de los factores de baja productividad

Con la aplicación de esta herramienta, se determinó que los factores más relacionados a la productividad representan el 66.7%. Por lo tanto, en base a los criterios identificados, las herramientas de Manufactura Esbelta que se aplicarán para mitigar dichos problemas son: Las 5S y TPM.

Previo a la aplicación de estas herramientas, se elaboró una hoja de verificación de las actividades para registrar las horas hombre consumidas en el área de producción, así como la cantidad de artículos de limpieza fabricados, datos que fueron representados por la productividad (ver Tabla II).

Tabla II
HOJA DE VERIFICACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD INICIAL - AGOSTO

Productividad			
Producción (Litros)	Productividad M.P. (Litro/Sol)	Productividad M.O. (Litro/Soles)	Productividad Total (Soles vendidos/soles invertidos)
2550	2.90	13.44	2.38
2450	2.90	13.31	2.4
2400	2.90	13.55	2.37
2450	2.90	13.27	2.4
2400	2.90	13.29	2.4
2450	2.90	13.67	2.38
2550	2.90	13.39	2.37
2350	2.90	13.85	2.4

Se muestra que el promedio de la productividad total de la fabricación de Lejía fue 2.39 durante el periodo de agosto. Por otra parte, la productividad de M.O. fue de 13.5 Litros/soles y la de materia prima fue 2.9 Litros/soles.

Para obtener el diagnóstico actual de la organización, se calculó el porcentaje de cumplimiento de las 5s mediante una hoja de verificación de datos inicial (ver Tabla III).

Tabla III
HOJA DE VERIFICACIÓN DE DATOS INICIAL DE LAS 5S

Etapas		Evaluador: Alex Sánchez Bobadilla	Periodo: Agosto				
		Calificación (Inicial): 57/100					
		Criterio de evaluación 0=Malo; 1=Regular; 2=Aceptable; 3=Bueno; 4=Excelente					
"S"	Nº	Descripción de la zona de fabricación	0	1	2	3	4
Clasificar	1	Los insumos están clasificados correctamente				x	
	2	Se cuenta con herramientas innecesarios			x		
	3	Se cuenta con máquinas y equipos innecesarios			x		
	4	Existe únicamente herramientas e insumos necesarios				x	
	5	Se cuenta con procedimientos operativos			x		
Orden	6	La ubicación de los materiales es apropiada			x		
	7	Los equipos y herramientas están ordenados de acuerdo a su frecuencia de uso			x		
	8	Se cuenta con pasillos para transitar			x		

	9	Se puede ubicar los insumos y herramientas fácilmente			x		
	10	Se cuenta con rótulos para indicar ubicaciones		x			
Limpieza	11	Se cuenta con superficies limpias y libre de obstáculos			x		
	12	Se cuenta con una mesa de trabajo ordenada y limpia			x		
	13	La zona de trabajo está limpia frecuentemente			x		
	14	Se verifica la limpieza de las máquinas a menudo				x	
	15	Los pasillos, mesas y paredes se conservan en estado óptimo			x		
Estandarización	16	Se cumplen las 3 "s" iniciales			x		
	17	Los operarios conocen plenamente los procedimientos			x		
	18	Se suele aplicar métodos de mejora novedosos				x	
	19	Se cuenta con un programa de mejora				x	
Disciplina	20	Los trabajadores conocen sus deberes y funciones				x	
	21	Los operarios respetan las reglas de la empresa			x		
	22	Se cuenta con una supervisión del nivel de cumplimiento de responsabilidades					x
	23	Los operarios utilizan los equipos de protección personal adecuadamente				x	
	24	El área de fabricación se mantiene ordenada y limpia				x	
	25	Se incentiva a los operarios que hacen posible la mejora continua					x
Subtotal			0	1	32	24	0
TOTAL			57/100				

En la Tabla III se evidencia que el porcentaje de cumplimiento de las 5S en un estado inicial es de 57%, revelando el poco interés de los operarios por clasificar la materia prima y la carencia de un ambiente de trabajo limpio.

Tabla IV
NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE LAS ETAPAS DE LAS 5 S - AGOSTO

Etapas	Puntaje logrado	Puntaje meta	Cumplimiento (%)
Clasificación (Seiri)	12	20	60%
Orden (Seiton)	9	20	45%
Limpieza (Seiso)	11	20	55%
Estandarización (Seiketsu)	13	20	65%
Disciplina (Shitsuke)	12	20	60%

La Tabla IV muestra que la S con mayor aplicación es la estandarización (Seiketsu) con 65%, esto se debe a que los operarios conocen sus responsabilidades dentro del área de trabajo. Por otro lado, la S con menor aplicación es orden (Seiton) con 45%, se puede observar en la Figura 3. Además, la zona de fabricación posee deficiente limpieza (Seiso), esto ocasiona que muchas veces se congestione el tránsito de los operarios, provocando paralizaciones en las actividades de producción de lejía.

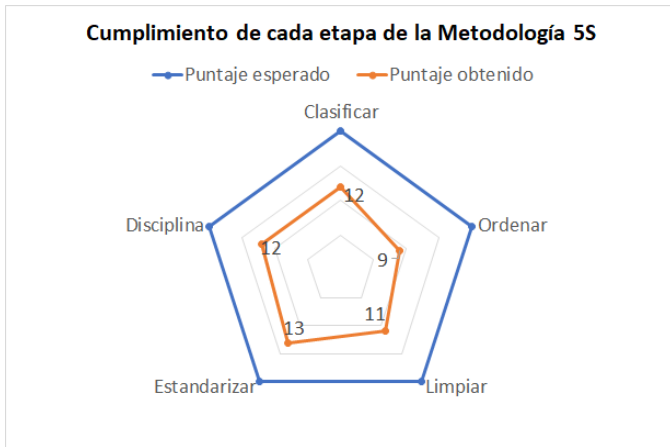


Fig. 3. Nivel de cumplimiento inicial de las 5s

A continuación, se debe calcular el TPM (Mantenimiento Productivo Total), siendo esta herramienta desarrollada tomando en cuenta a la Eficiencia Global de Equipo (OEE) del periodo de agosto.

HOJA DE VERIFICACIÓN DE LA EFICIENCIA INICIAL - AGOSTO

Producción (unidades)	Disponibilidad	Eficiencia	Calidad	OEE
2550	0.77	1.00	0.95	0.77
2450	0.8	1.00	0.94	0.75
2400	0.82	1.00	0.95	0.71
2450	0.76	1.00	0.92	0.71
2400	0.82	1.00	0.94	0.77
2450	0.8	1.00	0.94	0.77
2550	0.77	1.00	0.93	0.74
2350	0.8	1.00	0.93	0.76
Eficiencia promedio = 75%				

La Tabla V muestra que el TPM inicial es de 75%, vale decir, que el desarrollo de esta herramienta logrará reducir los retrasos en las operaciones, con ello minimizar las pérdidas económicas. Estas herramientas se desarrollaron por medio de tres fases:

- Planificación estratégica, se sostuvo los beneficios del TPM ante el gerente de la organización, así como también se propuso el plan de mejora a largo plazo para la máquinas y equipos.
- Organización operativa, se programó los mantenimientos preventivos para obtener una mayor productividad.
- Ejecución ágil, se adiestró a los operarios y personal de la empresa, para participar como agentes de mejora continua.

III. RESULTADOS

Tras la aplicación de las 5S y el TPM en el área de producción, se debe calcular la productividad total para evidenciar las mejoras, ante ello, como paso previo se tiene que hallar el costo total de la materia prima (ver Tabla VI).

HOJA DE VERIFICACIÓN DE MATERIA PRIMA - NOVIEMBRE

Producción	Materia Prima									
	Hidróxido de Sodio (Soda Cáustica)			Agua (H2O)			Cloro (Hipoclorito de Sodio)			Costo Total (S/.)
	Unidades	Costo Unitario (S/.)	Total (S/.)	Unidades	Costo Unitario (S/.)	Total (S/.)	Unidades	Costo Unitario (S/.)	Total (S/.)	
2550	65.7	5.40	355	1968.4	0.0066	12.99	516.0	0.91	511.32	879.31
2450	60.2	5.40	325	1877.8	0.0066	12.39	512.0	0.91	507.44	844.83
2400	61.8	5.40	334	1833.2	0.0066	12.10	505.0	0.91	481.49	827.59
2450	60.8	5.40	328	1875.2	0.0066	12.38	514.0	0.91	504.45	844.83
2400	63.0	5.40	340	1812.0	0.0066	11.96	525.0	0.91	475.63	827.59
2450	65.0	5.40	351	1862.0	0.0066	12.29	523.0	0.91	481.54	844.83
2550	63.9	5.40	345	1973.1	0.0066	13.02	513.0	0.91	521.29	879.31
2350	61.7	5.40	333	1770.3	0.0066	11.68	518.0	0.91	465.66	810.34

Luego de determinar los costos totales de producción, se procede a calcular la productividad de la M.P. (ver Tabla VII) y la productividad de la M.O. (ver Tabla VIII).

HOJA DE VERIFICACIÓN DE PRODUCTIVIDAD - NOVIEMBRE

Nº	Producción (unidades)	Costo total (S/.)	Productividad Materia prima (Litros/Soles)
1	2550	S/ 879.31	2.90
2	2450	S/ 844.83	2.90
3	2400	S/ 827.59	2.90
4	2450	S/ 844.83	2.90
5	2400	S/ 827.59	2.90
6	2450	S/ 844.83	2.90
7	2550	S/ 879.31	2.90
8	2350	S/ 810.34	2.90

La Tabla VII muestra que la productividad de la M.P. es de 2.9, siendo un valor constante, a pesar de que la cantidad de producción sea distinta.

HOJA DE VERIFICACIÓN DE MANO DE OBRA - NOVIEMBRE

Operación / Cargo	Cantidad de producción							
	2550	2450	2400	2450	2400	2450	2550	2350
Mezclado (jefe de Producción)	12	12	12	12	12	12	12	12
Llenado (operario)	5.8	6.2	5.9	5.7	5.7	6	5.8	6.2
Tapado (operario)	2.7	2.9	2.8	2.7	3	2.8	2.6	2.6
Etiquetado (operario)	4.1	4.1	4	4.1	4.4	4	4.2	4.3
Sellado (operario)	2.8	2.6	2.8	3	3	2.7	3	2.7
Horas totales (h.)	27.4	27.8	27.5	27.5	28.1	27.5	27.6	27.8
Costo (S/.)	139	135	132	135	132	134	142	131

TABLA IX
HOJA DE VERIFICACIÓN MANO DE OBRA - NOVIEMBRE

Nº	Producción (unidades)	Costo Total (S/.)	Productividad Mano de obra (Litros/Soles)
1	2550	139	18.3
2	2450	135	18.1
3	2400	132	18.2
4	2450	135	18.1
5	2400	132	18.2
6	2450	134	18.3
7	2550	142	18
8	2350	131	17.9

La Tabla IX muestra que la productividad de la M.O. es 18.1 Litros/soles, vale decir que, el valor resultante es la relación entre unidades producidas respecto al pago recibido por hora trabajada.

TABLA X
HOJA DE VERIFICACIÓN DE PRODUCTIVIDAD TOTAL - NOVIEMBRE

Producción (Litros)	Productividad materia prima (Litro/sol)	Productividad mano de obra (Litro/Hora)	Productividad Total (Soles vendidos/Soles invertidos)
2550	2.90	18.3	2.5
2450	2.90	18.1	2.51
2400	2.90	18.2	2.5
2450	2.90	18.1	2.51
2400	2.90	18.2	2.51
2450	2.90	18.3	2.5
2550	2.90	18.0	2.5
2350	2.90	17.9	2.5

En la Tabla X se evidencia que la productividad total ha incrementado significativamente tras la aplicación de las 5S y el TPM, pasando de 2.39 en el periodo de agosto hasta 2.50 en el periodo de noviembre, notándose un incremento del 5%. Asimismo, la productividad de la M.O. también tuvo un incremento, pasando de 13.5 en la prueba inicial hasta 18.1 en la prueba final, señalando una mejora de 34%.

TABLA XI
HOJA DE VERIFICACIÓN DE DATOS FINAL DE LA 5S

Etapas		Evaluador: Sánchez Bobadilla, Alex	Fecha: 29/11/2021				
		Calificación (Actual): 92/100					
		Criterio de evaluación 0=Malo; 1=Regular; 2=Aceptable; 3=Bueno; 4=Excelente					
5s	Nº	Descripción de la zona de fabricación	0	1	2	3	4
Clasificar	1	Los insumos están clasificados correctamente					x
	2	Se cuenta con herramientas innecesarios			x		
	3	Se cuenta con máquinas y equipos innecesarios				x	
	4	Existe únicamente herramientas e insumos necesarios					x
	5	Se cuenta con procedimientos operativos					x
Orden	6	La ubicación de los materiales es apropiada					x
	7	Los equipos y herramientas están ordenados de acuerdo a su frecuencia de uso					x

	8	Se cuenta con pasillos para transitar					x
	9	Se puede ubicar los insumos y herramientas fácilmente				x	
	10	Se cuenta con rótulos para indicar ubicaciones					x
Limpieza	11	Se cuenta con superficies limpias y libre de obstáculos					x
	12	Se cuenta con una mesa de trabajo ordenada y limpia				x	
	13	La zona de trabajo está limpia frecuentemente					x
	14	Se verifica la limpieza de las máquinas a menudo					x
	15	Los pasillos, mesas y paredes se conservan en estado óptimo				x	
Estandarización	16	Se cumplen las 3 "s" iniciales				x	
	17	Los operarios conocen plenamente los procedimientos				x	
	18	Se suele aplicar métodos de mejora novedosos					x
	19	Se cuenta con un programa de mejora					x
Disciplina	20	Los trabajadores conocen sus deberes y funciones					x
	21	Los operarios respetan las reglas de la empresa				x	
	22	Se cuenta con una supervisión del nivel de cumplimiento de responsabilidades					x
	23	Los operarios utilizan los equipos de protección personal adecuadamente					x
	24	El área de fabricación se mantiene ordenada y limpia					x
	25	Se incentiva a los operarios que hacen posible la mejora continua					x
SUB TOTAL			0	0	2	30	60
TOTAL			92/100				

La Tabla XI evidencia que la hoja de verificación dio un nivel de cumplimiento de 92%, indicando que en este nuevo entorno se puede ubicar las herramientas e insumos fácilmente, las mesas se conservan en estado óptimo y se incentiva a los operarios que hacen posible la mejora continua.

TABLA XII
NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE LAS ETAPAS DE LAS 5S - NOVIEMBRE

Etapas	Puntaje logrado	Puntaje meta	Cumplimiento (%)
Clasificación	17	20	85%
Orden	19	20	95%
Limpieza	18	20	90%
Estandarización	18	20	90%
Disciplina	17	20	85%

La Tabla XII muestra que la "S" con mayor aplicación es orden (seiton) con 95%, esto se debe a que sus operarios están ubicando los materiales y herramientas de acuerdo a su frecuencia de uso. Por otro lado, limpieza (seiso) y estandarización (seiketsu) obtuvieron 90% cada una, siendo resultado de mantener un ambiente libre de obstáculos y operarios que conocen plenamente sus responsabilidades; finalmente, clasificación (seiri) y disciplina (shitsuke) registraron un 85%, debido a que se posee un entorno con procedimientos definidos estratégicamente.

En síntesis, todas las etapas de las 5s tras su implementación, están muy próximas a su estado óptimo (ver Figura 4).

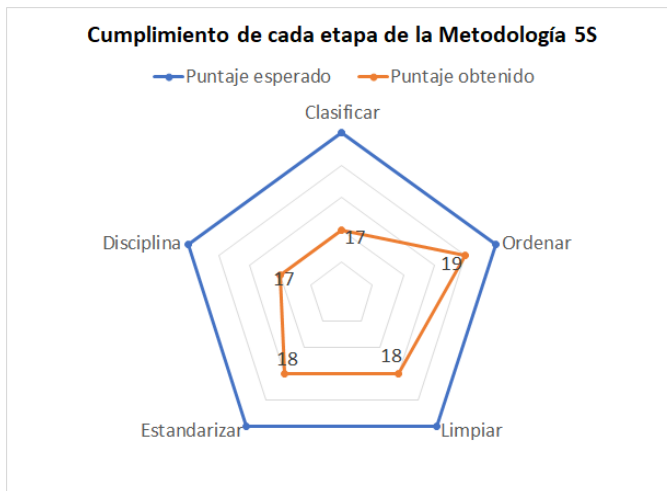


Fig. 4. Nivel de cumplimiento final de las 5s

Posteriormente, se debe calcular el TPM, siendo esta herramienta desarrollada tomando en cuenta a la Eficiencia Global de Equipo (OEE) del periodo de noviembre.

TABLA XIII
HOJA DE VERIFICACIÓN DE LA EFICIENCIA FINAL - NOVIEMBRE

Producción (unidades)	Disponibilidad	Eficiencia	Calidad	OEE
2550	0.94	1.00	0.98	0.93
2450	0.95	1.00	0.97	0.91
2400	0.94	1.00	0.98	0.91
2450	0.93	1.00	0.98	0.94
2400	0.94	1.00	0.97	0.94
2450	0.96	1.00	0.98	0.93
2550	0.95	1.00	0.97	0.91
2350	0.96	1.00	0.97	0.94
Eficiencia promedio = 93%				

La Tabla XIII muestra que el TPM final es 92%, vale decir que, la aplicación de herramientas de Manufactura Esbelta permitió que las máquinas y equipos redujeran su tiempo de retraso en las operaciones, con ello se minimizó los desperdicios.

TABLA XIV
HOJA DE VERIFICACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD (COMPARATIVO)

Categoría	Agosto (Inicial)	Noviembre (Final)
Productividad de la materia prima (Litros/Soles)	2.90	2.90
Productividad de la mano de obra (Litros/Soles)	13.5	18.1
Productividad Total (Soles vendidos/Soles invertidos)	2.39	2.50

La Tabla XIV muestra que la productividad total logró incrementarse significativamente tras la aplicación de las 5S y el TPM, pasando de 2.39 en el periodo de agosto hasta 2.50 en

el periodo de noviembre, notándose un incremento del 5%. Asimismo, la productividad de la M.O. también tuvo un incremento, pasando de 13.5 en la prueba inicial hasta 18.1 en la prueba final, señalando una mejora de 34%.

TABLA XV
HOJA DE VERIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5 S (COMPARATIVO)

Etapas	Agosto (Inicial)		Noviembre (Final)	
	Puntaje logrado	Cumplimiento (%)	Puntaje logrado	Cumplimiento (%)
Clasificación (Seiri)	12	60%	17	85%
Orden (Seiton)	9	45%	19	95%
Limpieza (Seiso)	11	55%	18	90%
Estandarización (Seiketsu)	13	65%	18	90%
Disciplina (Shitsuke)	12	60%	17	85%
Total	57	-	92	-

La Tabla XV muestra que la “S” con mayor incremento de su nivel de cumplimiento fue orden (Seiton), pasó de 45% en agosto hasta un 95% en noviembre, esto se debe a que sus operarios están ubicando los materiales y herramientas de acuerdo a su frecuencia de uso.

Por otro lado, la estandarización (Seiketsu) también tuvo un crecimiento significativo en su nivel de cumplimiento, pasó de 65% en agosto hasta un 90% en noviembre, siendo resultado de mantener un ambiente libre de obstáculos y operarios que conocen plenamente sus responsabilidades.

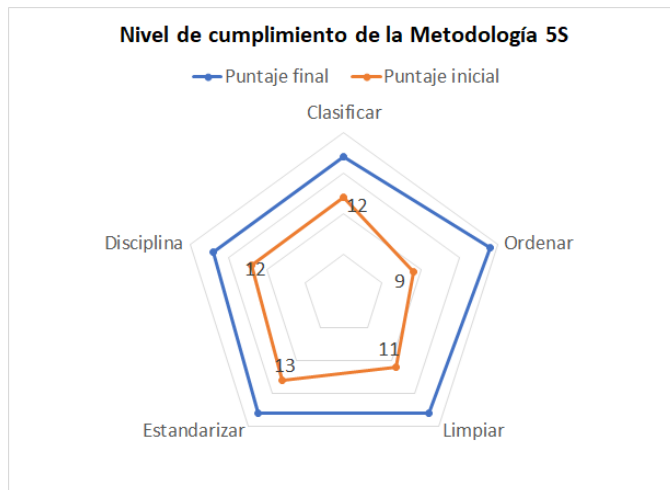


Fig. 5. Diagrama comparativo del cumplimiento de las 5S

La Figura 5 indica que las etapas de clasificación (Seiri), limpieza (seiso) y disciplina (shitsuke) también tuvieron un crecimiento semejante, se registró un avance del 25% en el nivel de cumplimiento de las 5s, debido a que la zona de trabajo cuenta con un entorno definido por procedimientos operativos y libre de obstáculos, los que facilitan las actividades de producción en la empresa.

TABLA XVI
HOJA DE VERIFICACIÓN DE LA EFICIENCIA (COMPARATIVO)

Máquinas					
Mes	Disponibilidad	Eficiencia	Calidad	OEE	Eficiencia de la máquina
Agosto (Antes)	0.94	1.00	0.97	0.91	74%
Noviembre (Después)	0.96	1.00	0.98	0.94	92%

La Tabla XVI muestra que el TPM (Mantenimiento Predictivo Total) ha tenido un incremento significativo, su eficiencia pasó de figurar con 72% en agosto y llegó a consolidarse con un 92% en noviembre, vale decir que, la aplicación de herramientas de Manufactura Esbelta permitió que las máquinas y equipos redujeran su tiempo de retraso en las operaciones, con ello se minimizó los desperdicios.

IV. CONCLUSIONES

La aplicación de las 5s permitió mejorar el rendimiento del área de producción, en la prueba inicial de agosto se registró un 57% de cumplimiento, evidenciando el poco interés de los operarios por clasificar la materia prima y carencia de un ambiente limpio y ordenado. Posteriormente, en la prueba final de noviembre se consignó un 92%, indicando que en este nuevo entorno se puede ubicar las herramientas e insumos fácilmente, las mesas se conservan en estado óptimo y se incentiva a los operarios que hacen posible la mejora continua.

Se evidenció que la “S” con mayor incremento de su nivel de cumplimiento fue orden (Seiton), pasó de 45% en agosto hasta un 95% en noviembre, esto se debe a que sus operarios están ubicando los materiales y herramientas de acuerdo a su frecuencia de uso. Por otro lado, la estandarización (Seiketsu) también tuvo un crecimiento significativo en su nivel de cumplimiento, pasó de 65% en agosto hasta un 95% en noviembre, siendo resultado de mantener un ambiente libre de obstáculos y operarios que conocen plenamente sus responsabilidades.

Adicionalmente, se muestra que el TPM (Mantenimiento Predictivo Total) ha tenido un incremento significativo, su eficiencia pasó de figurar con 72% en agosto y llegó a consolidarse con un 92% en noviembre, vale decir que, la aplicación de herramientas de Manufactura Esbelta permitió que las máquinas y equipos redujeran su tiempo de retraso en las operaciones, con ello se minimizó los desperdicios.

Finalmente, la productividad total logró incrementarse significativamente tras la aplicación de las 5S y el TPM, pasando de 2.39 en el periodo de agosto hasta 2.50 soles vendidos/soles invertidos en el periodo de noviembre, notándose un incremento del 5%. Asimismo, la productividad de la M.O. también tuvo un incremento, pasando de 13.5 en la

prueba inicial hasta 18.1 Litros/ soles en la prueba final, señalando una mejora de 34%.

REFERENCES

- [1] Cuggia, C., Orozco, E. & Mendoza, D. (2020). Manufactura esbelta: una revisión sistemática en la industria de alimentos. *Información tecnológica*, 31(5), 163-172. <https://bit.ly/3JbpiIT>
- [2] Sundar, R., Balaji, A. & Kumar, R. (2014). A review on lean manufacturing implementation techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875-1885. <https://bit.ly/3jtmUTO>
- [3] Palange, A. & Dhatrak, P. (2021). Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing. *Materials Today: Proceedings*, 46(1), 729-736. <https://bit.ly/42BmxHh>
- [4] Cırjaliu, B. & Draghici, A. (2016). Ergonomic Issues in Lean Manufacturing. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 221, 105-110. <https://bit.ly/3p7vjy3>
- [5] Inga, K., Coyla, S., & Montoya, G. (2022). Metodología 5S: Una Revisión Bibliográfica y Futuras Líneas de Investigación. *Qantu Yachay*, 2(1), 41-62. <https://bit.ly/40rHuDn>
- [6] Somasundaram, R., Sundharesalingam, P., Vidhya Priya, P. & Renuka, P. (2021). Effectiveness of implementation of 5S tool in food industry during COVID 19, *AIP Conference Proceedings* 2387. <https://bit.ly/3X4S1Cc>
- [7] Veres, C., Marian, L., Moica, S. & Al-Akel, K. (2018). Case study concerning 5S method impact in an automotive company. *Procedia Manufacturing*. 22, 900-905. <https://bit.ly/3VGDf5G>
- [8] Omogbai, O. & Salonitis, K. (2017). The Implementation of 5S Lean Tool Using System Dynamics Approach. *Procedia CIRP*, 60, 380-385. <https://bit.ly/41gbnXI>
- [9] Ahuja, I. & Khamba, J. (2008). Total productive maintenance: Literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 25(7), 709-756. <https://bit.ly/3Y7jTaa>
- [10] Wang, F. & Lee, W. (2001). Learning curve analysis in total productive maintenance. *Omega*. 29(6), 491-499. <https://bit.ly/319xLma>
- [11] Baluch, N., Abdullah, C. & Mohtar, S. (2012). Tpm and lean maintenance-A critical review. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*. 4(2), 850-857. <https://bit.ly/40x2rOc>
- [12] Gupta, S. & Jain, S. (2015). An application of 5S concept to organize the workplace at a scientific instruments manufacturing company. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7, 63-83. <https://bit.ly/3nAT4yh>
- [13] Choomlucksana, J., Ongsarakorn, 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. <https://bit.ly/3VNtRxi>
- [14] Gherghea, I., Bungau, C., Indre, C. & Negrau, D. (2021). Enhancing Productivity of CNC Machines by Total Productive Maintenance (TPM) implementation. A Case Study. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1169(1). <https://bit.ly/3NJBWAT>