



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

TESIS

**PROPUESTO DE MEJORA PARA AUMENTAR LA
PRODUCTIVIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE
PERNOS EN LA EMPRESA INDUSTRIAS CASA DEL
TORNILLO S.A.C., 2018**

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
INDUSTRIAL**

Autor:

Bach. Bravo Pérez Jenner Cruz

Orcid: 0000-0002-0905-7340

Asesor:

Dr. Manuel Humberto Vázquez Coronado

Orcid: 0000-0003-4573-3868

Línea de Investigación:

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú

2020

**PROPUESTA DE MEJORA PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA
PRODUCCIÓN DE PERNOS EN LA EMPRESA INDUSTRIAS CASA DEL
TORNILLO S.A.C., 2018**

Aprobación del Jurado

Dr. Vásquez Coronado Manuel Humberto

Asesor

Mg. Arrascue Becerra, Manuel Alberto

Presidente del Jurado de Tesis

Mg. Larrea Colchado, Luis Roberto

Secretario del Jurado de Tesis

Mg. Purihuaman Leonardo, Celso Nazario

Vocal del Jurado de Tesis

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se lo dedico con mucho amor y cariño a mi familia que fueron mi fortaleza y motivación para lograr terminar mi carrera profesional y por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado brindándome su comprensión, apoyo, cariño y amor, así mismo con sus palabras de aliento no me dejaban decaer y me alentaban para seguir adelante, a ser perseverante y cumplir con mis ideales. En especial dedico este trabajo de investigación a mi mamá Zoila porque ella contribuyó a realizarme como profesional, con sus consejos y sus palabras de aliento, sé que ahora desde el cielo ella es mi ángel que me seguirá cuidando y guiando para poner en practica todo lo que aprendí durante mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios al todo poderoso por ser mi guía y por permitir lograr mi objetivo.

A mis padres Jannet y Milton, a mi abuela Lucia y a mi familia por contribuir y hacer posible culminar satisfactoriamente mi etapa universitaria y ser un profesional.

A mi asesor el Ing. Manuel Humberto Vásquez Coronado por orientarme en mi trabajo de investigación, y brindarme el apoyo cuando lo requería y darme sugerencias durante el proceso de investigación

PROPUESTA DE MEJORA PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE PERNOS EN LA EMPRESA INDUSTRIAS CASA DEL TORNILLO S.A.C., 2018

PROPOSAL FOR IMPROVEMENT TO INCREASE PRODUCTIVITY IN THE PRODUCTION OF BOLTS IN THE COMPANY INDUSTRIAS CASA DEL TORNILLO S.A.C., 2020

Jenner Cruz Bravo Pérez ¹

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo elaborar una propuesta de mejora para aumentar la productividad en la producción de pernos de la empresa “La casa del tornillo S.A.C”. Esta investigación es de tipo cuantitativa descriptiva y de diseño no experimental, se utilizó técnicas de recolección de datos como entrevista al jefe de producción de la empresa, encuesta al personal y un análisis documentario de la organización. También se utilizó herramientas de análisis como diagrama de Ishikawa y Pareto logrando identificar problemas principales como desorden y la falta de limpieza en el área de producción de pernos y la falta de mantenimiento preventivo a las máquinas, para lo cual se propuso las 5s, también la elaboración y aplicación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), además de la implementación del sistema SMED. Mediante la aplicación de las propuestas se estima que se incrementaría la producción de 62719 a 68113 pernos en un periodo de diez meses lo que equivale al aumento de la productividad en 8.60 %, además de un ahorro de S/ 4711.65 soles en el mantenimiento de las 4 máquinas de producción. Se concluye que la propuesta de mejora incrementa la productividad en la producción de pernos de la empresa “La casa del tornillo” S.A.C. Además, mediante la aplicación de las propuestas se tendría un beneficio costo de 1.73.

Palabras clave: Productividad, 5s, mantenimiento, producción y disponibilidad.

¹ Adscrito la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Pregrado. Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, email: bperezjenn@crece.uss.edu.pe, código ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0905-7340>

Abstract

The objective of this research work was to develop an improvement proposal to increase productivity in the production of bolts of the company "La casa del viento S.A.C". This research is of a descriptive quantitative type and non-experimental design, data collection techniques were used such as an interview with the company's production manager, a staff survey and a documentary analysis of the organization. Analysis tools such as the Ishikawa and Pareto diagram were also used, managing to identify main problems such as disorder and the lack of cleanliness in the bolt production area and the lack of preventive maintenance to the machines, for which the 5s were proposed, also the elaboration and application of a maintenance plan focused on reliability (RCM), in addition to the implementation of the SMED system. Through the application of the proposals, it is estimated that production would increase from 62,719 to 68,113 bolts in a period of ten months, which is equivalent to an 8.60% increase in productivity, in addition to a saving of S / 4711.65 soles in the maintenance of the 4 production machines. It is concluded that the improvement proposal increases the productivity in the production of bolts of the company "La casa del tornillo" S.A.C. Furthermore, by applying the proposals there would be a cost benefit of 1.73.

Key words: *Productivity, 5s, maintenance, production and availability.*

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad Problemática	14
1.2. Trabajos previos	18
1.3. Teorías relacionadas al tema	22
1.3.1. Productividad.....	22
1.3.1.2. Variables de productividad.....	23
1.3.1.3. Factores que inciden en la productividad de la empresa	24
1.3.1.4. Condiciones para la productividad óptima en todo proceso productivo.	25
1.3.2. Propuesta de Mejora.....	27
1.4. Formulación del problema	32
1.5. Justificación e importancia del estudio.	32
1.6. Hipótesis.....	33
1.7. Objetivos	33
1.7.1. Objetivo general	33
1.7.2. Objetivos específicos.....	33
II. MATERIAL Y MÉTODO.....	34
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	35
2.1.1. Tipo de investigación.	35
2.1.2. Diseño de investigación.....	35
2.2. Población y muestra	36
2.2.1. Población.....	36
2.2.2. Muestra.....	36
2.3. Variables y Operacionalización.	36
2.3.1 Variables.....	36
2.3.2 Operacionalización de variables.....	37
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	39
2.4.1. Técnicas e instrumentos	39
2.4.2. Validez y Confiabilidad.....	40
2.5. Procedimientos de análisis de datos	40

2.6. Aspectos éticos.....	40
2.7. Criterios de rigor científico.....	41
III. RESULTADOS.....	42
3.1. Diagnóstico de la empresa	43
3.1.1. Información general	43
3.1.2. Descripción del proceso productivo.....	52
3.1.3. Análisis de la problemática	54
3.1.4. Situación actual de la variable dependiente.....	65
3.2. Propuesta de investigación.....	71
3.2.1. Fundamentación	71
3.2.2. Objetivos de la propuesta	71
3.2.3. Desarrollo de la propuesta.....	72
3.2.5. Análisis Beneficio/Costo de la propuesta.....	135
3.3. Discusión de resultados.....	136
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	138
4.1. Conclusiones	139
4.2. Recomendaciones.....	140
REFERENCIAS.....	141
ANEXOS.....	145

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de la variable dependiente	37
Tabla 2 Operacionalización de la variable independiente	38
Tabla 3 Criterios éticos	41
Tabla 4 Criterios de rigor científico.....	42
Tabla 5 Característica de la Prensa Excéntrica	47
Tabla 6 Característica de la despuntadora	49
Tabla 7 Característica de la Prensa de Fricción.....	50
Tabla 8 Característica de la Roscadora.....	51
Tabla 9 Adecuado abastecimiento de materia prima	57
Tabla 10 Frecuencia de inoperatividad de la máquina a causa de fallas.....	59
Tabla 11 Causas de las paradas de producción.....	60
Tabla 12 Problemas o causas que afectan la productividad de la empresa La casa del tornillo S.A.C.....	63
Tabla 13 Problemas con su ponderación y el acumulado.....	64
Tabla 14 Datos referentes a la producción.....	65
Tabla 15 Producción esperada de pernos desde Enero a Octubre del 2019.....	66
Tabla 16 Producción perdida de Enero a Octubre del 2019 a causa de paradas de máquinas.....	67
Tabla 17 Producción pérdida de Enero a Octubre del 2019 a causa de paradas de máquinas. (Continuación).....	68
Tabla 18 Producción real de pernos de los meses de Enero hasta Octubre del 2019.....	69
Tabla 19 Cronograma de actividades de implementación de las 5S.....	73
Tabla 20 Puntuación de las S antes de implementarlas	75
Tabla 21 Materiales para elaboración de tarjeta roja	77
Tabla 22 Materiales para implementar la segunda S	81
Tabla 23 Implementación de la tercera S.....	85
Tabla 24 Puntuación de las 5S ya implementadas	89
Tabla 25 Beneficio por sobrantes de metal dañados y herramientas oxidadas.....	90
Tabla 26 Costos de implementación de las 5s	90
Tabla 27 Número de fallas y tiempo en horas que estuvo paralizado por fallas en las maquinas.....	92
Tabla 28 Tiempo total de Operación (TTO) de las máquinas de Enero a Octubre del 2019.....	92
Tabla 29 Tiempo medio hasta el fallo (MTTF) de Enero a Octubre del 2019.....	92
Tabla 30 Tiempo medio para reparar- MTTR por cada máquina de Enero a Octubre del 2019.....	93
Tabla 31 Registro de máquinas para la producción de pernos.....	94
Tabla 32 Factores ponderados para el análisis de criticidad.....	95
Tabla 33 Análisis de criticidad de los equipos o máquinas de la producción de pernos	96
Tabla 34 Análisis de modo efecto falla (AMEF) realizado en la máquina PRENSA EXCENTRICA.....	98

Tabla 35	Análisis de modo efecto falla (AMEF) realizado en la máquina Despuntadora.	99
Tabla 36	Análisis de modo efecto falla (AMEF) realizado en la máquina Prensa De Fricción.....	100
Tabla 37	Análisis de modo efecto falla (AMEF) realizado en la máquina Roscadora.....	101
Tabla 38	Resultado de clasificación de AMEF	102
Tabla 39	Resultado de la hoja de decisión de la máquina Prensa Excéntrica.....	104
Tabla 40	Resultado de la hoja de decisión de la máquina DESPUNTADORA	105
Tabla 41	Resultado de la hoja de decisión de la máquina Prensa de Fricción.....	106
Tabla 42	Resultado de la hoja de decisión de la maquina Roscadora	107
Tabla 43	Plan de mantenimiento RCM propuesto para la Prensa Excéntrica	110
Tabla 44	Cronograma de mantenimiento Prensa Excéntrica	111
Tabla 45	Plan de mantenimiento RCM propuesto para la máquina Despuntadora	112
Tabla 46	Cronograma de mantenimiento de la máquina Despuntadora	113
Tabla 47	Plan de mantenimiento RCM propuesto para la Prensa de Fricción.	114
Tabla 48	Cronograma de mantenimiento de la Prensa de Fricción.	115
Tabla 49	Plan de mantenimiento RCM propuesto para la Máquina Roscadora.....	116
Tabla 50	Cronograma de mantenimiento de la Máquina Roscadora.....	117
Tabla 51	Costos incurridos en la implementación del plan de mantenimiento (RCM)....	119
Tabla 52	Costos de repuestos y mano de obra del mantenimiento correctivo.....	120
Tabla 53	Estudio de tiempos del cambio de cuchillas de la maquina despuntadora.....	123
Tabla 54	Reducción de tiempos en el cambio de cuchillas de la maquina despuntadora	126
Tabla 55	Costo de implementación de la aplicación SMED	128
Tabla 56	Datos referenciales de producción.....	132
Tabla 57	Variación de la productividad de la mano de obra	133
Tabla 58	Variación de la productividad de la maquinaria	134
Tabla 59	Beneficio costo de la propuesta	135

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica.....	44
Figura 2. Ubicación de la empresa.....	44
Figura 3. Organigrama de la empresa industrias Casa del Tornillo.	45
Figura 4. FODA.....	46
Figura 5. Prensa Excéntrica de la empresa.....	48
Figura 6. Despuntadora de la empresa.	49
Figura 7. Prensa de fricción de la empresa.....	50
Figura 8. Máquina Roscadora de la empresa.....	51
Figura 9. Diagrama de operaciones de la fabricación de un perno.....	53
Figura 10. De la encuesta realizada al personal se puede indicar que el 100% de los encuestados señala que la empresa no se realiza capacitaciones en el área de producción.	56
Figura 11. De los datos obtenidos de la encuesta realizada se puede apreciar que el 100% del personal encuestado señala que si cuentan con los equipos de protección personal (Epp).	56
Figura 12. De la encuesta realizada al personal de producción, el 100% indica que el espacio que se cuenta para el almacenamiento de producto terminado es el adecuado. ...	57
Figura 13. De la encuesta realizada al personal se puede indicar que el 67% de los encuestados señalan que el espacio del almacén de materia prima es el adecuado y el 33% opinan lo contrario.	58
Figura 14. De la encuesta realizada al personal de producción, el 67% indica que el área de trabajo está limpio y ordenado y el 33% menciona que a veces	58
Figura 15. De los datos obtenidos de la encuesta realizada se puede apreciar que el 100% del personal encuestado señala que la empresa no tiene un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas.....	59
Figura 16. De la encuesta realizada al personal de producción, el 67% indica que no conoce y/o utiliza el mantenimiento autónomo y el 33% menciona que sí.....	60
Figura 17. De los datos obtenidos de la encuesta realizada se puede apreciar que el 67% del personal encuestado señala que no es un problema la preparación de máquinas antes del funcionamiento y el 33% considera que si es un problema.....	61
Figura 18. Diagrama de Ishikawa de la problemática en estudio.....	62

<i>Figura 19. Matriz de ponderación de los problemas que afectan la productividad de la empresa.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 20. Diagrama de Pareto de los problemas que perjudican la productividad.</i>	<i>64</i>
<i>Figura 21. Producción de pernos de los meses de Enero hasta Octubre del 2019.</i>	<i>69</i>
<i>Figura 22. Falta de orden y de limpieza.</i>	<i>74</i>
<i>Figura 23. Falta de mantenimiento preventivo.</i>	<i>74</i>
<i>Figura 24. Radial de 5s antes de implementación.</i>	<i>75</i>
<i>Figura 25. Ejemplo de tarjeta roja</i>	<i>77</i>
<i>Figura 26. Señalización de pisos</i>	<i>78</i>
<i>Figura 27. Estantes para ordenar los materiales</i>	<i>79</i>
<i>Figura 28. Área de herramientas dentro de la empresa.</i>	<i>79</i>
<i>Figura 29. Área de pernos terminados en su totalidad.....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 30. Área de útiles de limpieza.</i>	<i>80</i>
<i>Figura 31. Área de producción de pernos ordenada.</i>	<i>81</i>
<i>Figura 32. Área de producción ordenada desde la entrada.</i>	<i>82</i>
<i>Figura 33. Área de producción de pernos con una visualización panorámica.</i>	<i>82</i>
<i>Figura 34. Control de limpieza.</i>	<i>84</i>
<i>Figura 35. Tachos de residuos.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 36. Contenedor de basura.</i>	<i>85</i>
<i>Figura 37. Lista de verificación.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 38. Radial de las 5s implementadas</i>	<i>89</i>
<i>Figura 39. Matriz de criticidad.....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 40. Diagrama de cambio de cuchillas a la máquina despuntadora.</i>	<i>124</i>
<i>Figura 41. Tiempo de actividades en porcentajes</i>	<i>125</i>
<i>Figura 42. Formato de Evaluación de Proveedores Actuales</i>	<i>129</i>
<i>Figura 43. Empresas para ser evaluadas como nuevos proveedores.....</i>	<i>130</i>
<i>Figura 44. Formato de evaluación de nuevos proveedores para industrias la casa del tornillo.</i>	<i>131</i>

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En EE.UU, Anónimo en el año 2018 menciona que la productividad no sube porque en el trimestre cuarto del 2017 se vio una tasa de crecimiento de -0,1% evidentemente negativa frente al 0,8% que habían indicado los analistas y se observó que el dato estaba por debajo del crecimiento de 2,7% que se registró en el trimestre. Por otro lado, la oficina de Estadísticas de Empleo de EEUU indicó que la caída es debida a que el PBI aumentó un 3,2% y las horas de trabajo incrementaron en un 3,3% lo que era evidente que se habían necesitado más horas de trabajo para un incremento de la producción, por lo que mostraba que los costes labores subieron en un 2% en el cuarto trimestre en el año 2017 debido a la remuneración/ hora que aumento en 1,8%. Aunque el dato brindado parece muy malo, lo cierto es que con respecto a la industria de la productividad creció en un 5,7% en el segundo trimestre del 2017. Además, no se puede negar que hay una baja de productividad en los demás sectores como lo es el sector servicios. Sin embargo, los analistas esperan que en el próximo año la productividad logre recuperarse para que las empresas puedan aumentar o incrementar su competitividad y por consiguiente la rentabilidad.

Por otra parte, en México en el año 2017 Ana Reyes menciona que es de gran importancia que todas las empresas conozcan la productividad laboral a través del rendimiento de sus colaboradores porque si una empresa tiene una productividad laboral relativamente alta entonces podrá incrementar sus ingresos y salarios sin ejercer presión en sus precios. Además, de los países que pertenecen a la Organización de la Cooperación y el Desarrollo Económico, la ciudad de México se encontraba ubicada en los últimos lugares con respecto al crecimiento de productividad y también al ingreso per cápita, ya que, si lo comparamos con distintos países como Corea del Sur, Alemania, entre otros. Entre los años 1991 al 2009, México se encontraba con tasas de crecimiento aproximadas a cero y en otros casos negativas. Por lo tanto, entre el año 2002 al 2016 la productividad creció apenas un 0.3%, sin embargo, nuevamente se estancó porque en el cuarto trimestre del año 2016 bajó un 0.1%. Es por ello que para que una organización aumente su productividad en México será necesario integrar colaboradores con perfiles idóneos y que la institución los capacite para mantenerlos en constante innovación.

En Costa Rica se escribió un artículo realizado por Masis y Morales en el año 2014 indicando que la productividad por el valor del costo del personal cada vez baja a pesar de un notable incremento de la productividad por cada persona; al efectuarse la relación entre los dos índices del MPVA, se puede visualizar que no se estaría cumpliendo en COOPREBRISAS R.L. el tercer principio de la productividad. Además, la razón de aquellos quienes consiguen los mejores salarios y la fuerza laboral es muy elevada. Como, en COOPEBRISAS R.L. los indicadores de productividad del capital del 2008 al 2012 fueron 155,6%, 153,9%, 81,5%, 61,5% y 60,9% respectivamente. Por lo tanto, entre los años 2008 al 2012 la productividad se volvió un asunto fundamental para la mayoría de empresas porque si hay una productividad alta y desde luego una estrategia conveniente va a permitir que aumente la competitividad e innovación en las empresas.

En el Perú, diario Gestión (2017) menciona que Aceros Arequipa está dedicada principalmente a la siderúrgica a la producción y venta a base de acero, también comenta que en el año 2016 Aceros Arequipa paso muchas dificultades como el alza del precio del gas, el cierre de una de sus plantas en Pisco y la reducción de precios a causa del ingreso de productos de acero de otros países. La gerencia de Aceros Arequipa para poder contrarrestar a dichos obstáculos estableció un plan de mejora donde redujo costos y gastos, optimizó la cadena de suministros, mejora de negociaciones con los proveedores, reducción de fletes como también disminución del personal; lo cual ayudo a mejorar su utilidad en 15% más a lo alcanzado en el año 2015. Finalmente concluye afirmando que el gerente General de la empresa Aceros Arequipa tiene como meta llegar a ser una de las 5 mejores firmas siderúrgicas con mejor productividad en el mundo.

Domínguez (2017) sostiene que el incremento de la productividad en nuestro país hará que los ingresos económicos sean muchos mayores lo cual permitirá que la producción nacional también incremente, también mencionó que producto del crecimiento económico en los últimos años en el país ha permitido que el Perú se encuentre en un etapa de ingresos medios y para alcanzar ingresos altos se debería realizar una planeación de un trabajo relacionado con el gobierno, el sector público y también el privado con la finalidad de subir la productividad en los sectores; lo que asegura que contribuirá en el desarrollo del país aumentando los indicadores económicos y sociales lo cual genera mejores condiciones de vida.

Diestra, Esquiviel y Guevara (2017) manifiestan en su investigación en la ciudad de Chimbote, que la empresa Consorcio metal mecánica S.R.L presenta problemas en el área donde se realiza la producción (taller) por la interrupciones en el momento del proceso de manufactura debido a las paradas inesperadas de las maquinarias lo cual ocasiona una paralización de toda la línea de fabricación o ensamblaje, entre ellas la maquinaria con más índices de paradas y fallas es el puente grúa; generando tiempos improductivos , incumplimiento de los pedidos de sus clientes, baja productividad y consecuentemente menores ingresos económicos para la empresa en estudio.

Sin embargo, en el ámbito local, empresas metalmecánicas lambayecanas ya exportan accesorios para motos y pernos fabricados en sus propias plantas ubicadas en la región y una de aquellas empresas es la llamada “La casa del tornillo” que actualmente está exportando productos metálicos al país hermano del Ecuador superando los diez mil dólares y destacó que el mercado de ese país es cautivador ya que valoran mucho la calidad del producto en vez de los precios bajos. Aquello los ha motivado incursionar en otras líneas de productos para la exportación ya que el Gerente de la empresa mencionada tiene planeado exportar en el mercado colombiano. (La República, 2015).

En la ciudad de Chiclayo Dante Supo y Julio Pérez en el 2018 hicieron un estudio en el Hospital Regional de Lambayeque, en el cual mencionan que la institución pública tiene como problemática la falta de control y monitoreo con respecto a la función de los equipos que son electromecánicos y que están instalados en el hospital, lo cual muchas veces se genera averías en los equipos y se le tiene que brindar un mantenimiento correctivo por personal de empresas externas. Todo eso ocasiona elevados gastos económicos que en muchas ocasiones no logra alcanzar con el presupuesto que le brinda el Gobierno y las maquinas se mantienen inoperativas por un largo tiempo lo cual afecta severamente al hospital.

Víctor Barreno en el año 2019 en Chiclayo manifiesta que las empresas que están ubicadas al norte utilizan las Normas Técnicas Peruanas para incorporar la calidad en los productos y servicios que les da oportunidad para ingresar al mundo del mercado obteniendo beneficios que ayudan a incrementar la productividad y desde luego la competitividad en los sectores. Además, el Inacal (Instituto Nacional de la Calidad) hizo un estudio que indica que el 97,5% de las micro pequeñas empresas utilizan NTP y están logrando extender a un 45% su mercado mejorando de algún modo u otro la productividad

en un 44,6%. Por otra parte, el 40% de las empresas utilizan el lean Manufacturing como las 5s en industrias y fabricas para que logren aumentar su productividad.

La empresa “Industrias Casa del Tornillo” presenta problemas que perjudican su crecimiento para poder competir en el mercado debido a la aparición de nuevas empresas metalmeccánicas. En el caso de la materia prima a veces no suele abastecer para toda la producción mensual que se requiere debido a que logística no cumple con dar el capital para la compra y es ahí cuando la producción se paraliza debido a la falta de materia prima; se trabaja con 3 proveedores diferentes, pero no se cumple con comprar la totalidad de materia prima, ya que el proveedor hace que la misma empresa pague su transporte de materia prima. En cuanto a la calidad del producto son muy pocos los problemas detectados ya que los operarios realizan muy cuidadosamente su trabajo y los productos terminados son de una buena calidad. Con respecto a las maquinarias las principales son la prensa excéntrica, despuntadora, prensa de fricción, roscadora, laminadora, torno automático, torno paralelo, torno revolver, taladro fresador y un taladro de mesa, pulidora de trapecios, en el área de soldar se utiliza la máquina de soldar migmag y una máquina para pintar trapecios; es ahí que debido a la falta de operarios no se cumple con la producción establecida.

En la actualidad la empresa no cuenta con la mano de obra suficiente para cumplir la producción que se establece ya que solo tiene 3 operarios fijos, 2 practicantes y 1 operario eventual localizados en donde se hace la producción, debido a la falta de operarios fijos la productividad está en un mínimo nivel porcentual ya que los operarios a veces desperdician el tiempo haciendo otras cosas y no concentrándose en sus labores y eso ocurre porque no tienen un supervisor estable en planta. Por ello, existe un incumplimiento de la satisfacción del pedido que realiza el cliente ya que la empresa a veces no cumple con su cantidad a producir y eso origina que mayormente los pedidos que realizan los clientes se entreguen a destiempo y origina el disgusto del cliente con la empresa. Conociendo estos problemas que tiene la empresa “Industrias Casa del Tornillo S.A.C.”, por ello se ha determinado hacer este trabajo con la finalidad de plantear un plan de mejora para aumentar la productividad.

1.2. Trabajos previos

Internacional

El trabajo titulado “Propuesta de mejoramiento de la productividad de la línea de camisetas interiores en una empresa de confecciones por medio de la aplicación de herramientas lean Manufacturing”, el objetivo es efectuar un diagnóstico en el proceso de producción en la empresa Agatex S.A. para identificar residuos y también áreas de mejora para plantear un propuesta de mejora aplicando las diferentes herramientas de Lean Manufacturing para alcanzar una mayor productividad. A través de la propuesta de mejoras de balanceo de línea mediante las herramientas como 5S, controles visuales y Kaizen se estima que la línea de productividad suba un 48% (de 952 unid/d a 1409 unid/d), disminuyendo la cantidad de estaciones en aproximadamente 2 unidades, los tiempos en los que no se hace nada en un 8% sin aumentar el número de operarios. Estas mejoras traerían ingresos por \$15.446.600 mensual. Esta investigación fue escrita por Infante y Erazo en el año 2016 en Cali, concluye que gracias a las herramientas de Lean Manufacturing implementadas, estará al nivel competitivo de otras empresas que tienen una capacidad de producción mayor y atenderán una demanda amplia recibiendo más utilidades.

Se realizó una investigación en Colombia por Jhonny Maya en el año 2018, la cual está titulada “Aplicación de RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para la metodología TPM” tiene como objetivo general diseñar planes de mantenimiento, a causa de un conocimiento funcional objetivo y también de los modos efectos de falla. En consecuencia, hay una mejor evaluación acerca de las necesidades de un mantenimiento que tienen los equipos en cuanto a la línea de producción. Implementar el RCM será de gran utilidad porque accede a reducir o minimizar las pérdidas generadas en una cadena productiva optimizando el desempeño de los equipos y facilitar cuantificar los gastos de un mantenimiento para tener un control. Por lo tanto, se propuso desarrollar un modelo informático para dirigir la metodología del mantenimiento bajo un enfoque evaluativo, independiente y sistemático al software de la empresa para que acceda ver el comportamiento y trazabilidad por medio de curvas de confiabilidad. Se concluye que mediante la implementación del RCM se mejora los planes de mantenimiento y los modos efectos de falla, lo cual se ve en cifras de ahorro y desde luego rentabilidad para la empresa.

Miriam Curillo en el año 2015 en la investigación titulada “Análisis y propuesta de mejoramiento de la productividad de la fábrica artesanal de hornos industriales FACOPA” en la Universidad Politécnica Salesiana en Cuenca, presenta objetivos diagnosticar aquellos procesos presentes en la empresa que acceda a identificar diferentes funciones en las áreas propias al proceso de productividad, realizar un plan de mejoramiento, analizar todos los beneficios que se adquieran al realizar la propuesta de mejoramiento. Para dicha ejecución se utilizó la siguiente metodología realizando un diagrama Ishikawa, Diagrama de flujo de procesos (DFP), entrevista, observaciones e informes mensuales y anuales de gerencia. En conclusión, de acuerdo al plan de mejora realizado la empresa sigue creciendo haciéndose inevitable el cambio y la planificación de procesos con la finalidad de lograr una productividad conveniente para un desarrollo preciso ante la creciente demanda que ha ido alcanzando la marca FACOPA.

Nacional

En Lima en el 2017 Flores realizó una investigación titulada “Análisis y propuesta de mejora de procesos aplicando mejora continua, técnica Smed, y 5s, en una empresa de confecciones” tiene el objetivo de mejorar el proceso presente de la producción de la empresa dedicada a confeccionar y esto se realiza a través de un estudio de métodos y con la utilización adecuada de herramientas como Kaizen, Smed, y 5s, de ese modo lograr la mejorar de la productividad, disminuir el tiempo de la fabricación, reducir los costos de producción y disponer de un método efectivo de trabajo. De acuerdo a la implementación de propuestas para la mejora se logra aumentar la producción en 140 polos mensuales, valor incrementado a la producción actual de la entidad. Por lo tanto, disminuyó el tiempo en paradas en un 38.07% a un 10% del general de producción, también se baja el tiempo por unidad de fabricar en un 15%, quiere decir que en menos tiempo se están fabricando los polos, lo cual es favorable para la empresa porque aumenta la productividad.

Una investigación titulada “Análisis y propuesta de mejora de procesos en una empresa productora de jaulas para gallinas ponedoras” sustentada por Dávila en el año 2015 en Lima señala que el siguiente estudio se hizo con la finalidad de ver la situación real de trabajo en la empresa que se dedica a fabricar jaulas para gallinas que ponen huevos para sus diferentes clientes tanto actuales como posibles potenciales, teniendo en consideración sus requerimientos y estándares. Después de determinar las herramientas oportunas para emplear, continuamente se hará la implementación de oportunidades de mejora. Estas

propuestas de mejora están en base a la implementación 5S, el estudio de tiempos y el balance de línea. Por lo que, se optimizan los procesos dentro de la empresa de modo que se logren técnicas eficientes y eficaces con otros procedimientos que eliminen los procesos que no generan producción y aumente el ritmo de producción. Por lo consiguiente, se tuvo mayor productividad en la empresa y se concluye que se podrá producir 65 módulos como máximo en promedio por cada semana, lo cual logró aumentar de ese modo la producción en 30%, dando el resultado de TIR en 49% al aplicar la metodología de las 5S.

Paola Callo en el año 2017 en su título “Propuesta de mejora para aumentar la productividad en un estudio de tiempos y determinación del tiempo estándar de la línea de producción de vidrio insulado en la Corporación Vidrio Glass”. Esta investigación se realizó en Arequipa, teniendo como objetivo contribuir a incrementar la productividad de vidrio insulado y el análisis se realizó en todas las actividades que involucra la producción. Con respecto a las herramientas para estudio de tiempos se utilizaron el cronómetro, tablero para formulario y formulario; las herramientas para análisis y mejoras del proceso utilizaron DOP y DAP. Se concluye que la propuesta realizada en el proceso de producción y con ayuda de las herramientas de ingeniería se optimizó el tiempo de producción estándar pasando de 15.63 min a 14.97 min, se disminuyó de 16 a 14 el número de elementos y de ese modo eliminar aquellos que generan retrasos. También aumentó la productividad de la mano de obra que antes era 74 y con el método propuesto se logró 94 logrando incrementar en 27%. Por último, se logró mejorar el plazo de entrega con la simulación de 2000 unidades se disminuyó de 67 días a 61 días.

Local

En el 2017 Mejía en la ciudad de Chiclayo hizo un trabajo que tiene como título “Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para mejorar la productividad en la empresa ERSA Transportes y Servicios S.R.L.”, el objetivo fue proponer un plan de mantenimiento que esté dirigido a la confiabilidad RCM para tener una buena productividad en la empresa ERSA Transportes y Servicios S.R.L. Este plan se hizo por medio de la metodología RCM, la cual permite determinar cuáles son las necesidades de la realidad para realizar un mantenimiento de los equipos; garantizando que el activo siga con sus actividades. Para ello se necesitó hacer un Análisis de Modo y Efecto Falla (AMEF) con el fin de descubrir las formas que puede fallar el activo en el proceso. Además, se hizo una hoja de RCM para elegir de manera adecuada las tareas de

mantenimiento y brinde como propuesta la creación del plan de mantenimiento. Se concluye que gracias a la implementación del plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM, se ganó una disponibilidad de un 16% y, además, la productividad subió en un 7%. Ahorrándose S/ 27 387,46 al año.

Knutzen en Chiclayo en el año 2015 realizó una tesis titulada “Propuesta de mejora de modelo de gestión logística para una empresa metalmecánica en la ciudad de Chiclayo”, realizan una propuesta para mejorar la gestión logística con rubro a la metalmecánica que no tiene un área para dedicarse a ese proceso, lo que conlleva a impedir lograr un control regular de los materiales y los productos que están terminados ignorándose cuánta cantidad de materia prima y materiales se deben solicitar, esto genera pérdidas tanto de hrs-hombre como hrs-máquina y además, no se cumplen con las entregas. Por ello, se realiza una metodología para estimar la demanda tomando como muestra el principal producto que es una caja metálica porta medidor de tipo monofásica, estas serían el 70% de ventas totales y deja que se lleve a cabo un horizonte para la planificación con respecto a la demanda que hay en materiales, insumos y ventas. En conclusión, la empresa implementando la propuesta tiene una subida de 1% en gastos fijos porque se contrató dos ingenieros industriales con experiencia para organizar la logística y el aumento no altera los gastos totales ni otros gastos por lo tanto bajarán en un 5% al año por lo que la productividad aumentará.

La tesis titulada “Propuesta de un plan de mejoras, basado en gestión por procesos, para incrementar la productividad en la empresa distribuciones A& B” fue realizada por Antero Fernández y Luis Ramírez en el año 2017, el objetivo era hacer una propuesta de mejora basado en la gestión por procesos para lograr aumentar la productividad. Para ello, utilizaron herramientas que son el diagrama de flujo, el mapa de procesos y el diagrama de causa – efecto, también se utilizaron el análisis documental, archivos, cuestionarios y entrevista para obtener datos e información y observar los hechos por parte de los encuestados y entrevistados. La empresa se ocupa de la purificación de agua en botellas de mesa hecha en bidones con 20 litros. Se concluye que la productividad logrará incrementar en 22.18%, por lo tanto, se reducirá el desperdicio del agua al momento de lavar los bidones y se eliminará un puesto de trabajo. Además, la inversión al aplicar la implementación se logrará recuperar a lo largo del año y el beneficio/costo muestra el resultado de 1.39.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Productividad

1.3.1.1. Definición de productividad

Según Rodríguez (1999) la productividad tiene referencia a la relación que hay entre la cantidad de productos que se obtiene a través de un sistema productivo y de aquellos recursos que aplican para su producción. En otras palabras, significaría hacer más con menos recursos que son el fruto de la relación que hay entre los insumos que se invierten y los productos que se obtienen. Cabe resaltar que también es una forma de medir la eficiencia económica porque es el resultado de la capacidad para manejar de manera inteligente los recursos con los que cuenta la empresa.

$$productividad = \frac{\text{productos obtenidos}}{\text{insumos invertidos}}$$

Es el arte de tener la capacidad de crear, producir y mejorar tanto bienes como servicios; también dice que la productividad de forma general se calcula por el cociente instruido gracias a los resultados y los recursos que se emplean. (Nemur, 2016, p. 1).

López (2013) indica que la definición de productividad es la manera más efectiva para producir recursos necesarios midiéndose en dinero, para ser beneficiosos y competitivos siendo eficaces a los individuos y desde luego a sus sociedades.

Medida de la productividad

León (2009) sostiene que la productividad es medida al instante. Por ejemplo, se puede medir como las horas de trabajo que son necesarias para elaborar una tonelada de acero específico, o también como la energía precisa para generar un kilovatio de electricidad. La productividad se siempre mide en unidades de tiempo.

A continuación, en la fórmula se resume:

$$productividad = \frac{\text{unidades producidas}}{\text{inputs empleados}}$$

La utilización de un solo recurso para medir la productividad como se muestra en la parte superior, se conoce como productividad monofactorial. Pero, por otra parte, la

productividad multifactorial es conocida como productividad del factor total y tiene una visibilidad más amplia o general en el que están incluidos todos los inputs como el trabajo, el material, la energía y desde luego el capital. Se debe tener en cuenta que el cálculo de la productividad multifactorial, es decir, los inputs particulares que son el denominador en la fórmula pueden simbolizarse en unidades monetarias y luego sumarse (León, 2009).

Ésta se calcula con la suma de todas las unidades de inputs conformándose en el denominador:

$$productividad = \frac{\text{output}}{(\text{trabajo} + \text{capital} + \text{material} + \text{energía} + \text{varios})}$$

1.3.1.2. Variables de productividad

León (2009) indica que el incremento de la productividad va a depender de 3 variables en específico, siendo de gran importancia que haya una gestión adecuada de los mismos a los efectos para la mejora de la productividad siendo las variables el trabajo, el capital y la gestión.

Según Rodríguez (1999) la mejora en cuanto a la participación de la productividad es el resultado de un personal laboral sano, con mejor formación, bien entrenado para realizar sus labores y mejor alimentado. Además, hay que tener en cuenta tres variables que son clave para que la productividad logre mejorar y en términos laborales son:

- a) Forma básica idónea para la realización de la mano de obra.
- b) La alimentación del personal que realiza la mano de obra.
- c) Los gastos sociales que permiten acceder al trabajo, como lo es el transporte y la sanidad.

Con respecto al valor del capital, se debe tener en consideración que los humanos muchas veces utilizan otras herramientas y por otro lado las inversiones en capital son aquellas que facilitan estas herramientas. Por ello, la diferencia que existe entre el capital total invertido y la depreciación es conocida como inversión neta. Además, la inflación y los impuestos aumentan el coste del capital y hacen que las inversiones se muestren cada vez poco económicas. Cuando el capital invertido por empleado disminuye, se puede esperar una

caída en la productividad. Por último, la gestión empresarial como factor de producción y recurso económico es la encargada de un mejor y óptimo manejo de los recursos humanos, materiales y motivar al personal a los efectos para aprovechar mejor los recursos. Por lo tanto, su deber es garantizar que la tecnología, la formación y el conocimiento se utilicen de manera efectiva (León, 2009).

1.3.1.3. Factores que inciden en la productividad de la empresa

León (2009) afirma que la productividad se divide en dos factores esenciales que son tanto los internos y externos. Los internos son aquellos que se pueden calificar como duros y blandos. A continuación se verá cuales son:

- a. El producto.
- b. La planta y el equipo.
- c. La tecnología.
- d. Los materiales y la energía.

Y, los que se denominan blandos son:

- a. Las personas.
- b. La organización y los sistemas.
- c. Los métodos de trabajo.
- d. Los estilos de dirección.

Sin embargo, el clasificarlos como duros y otros como blandos dependería de que tan fácil resulte cambiarlos, pero podría variar si se piensa que es más fácil adquirir una nueva máquina que cambiar la mentalidad, ya que se sabe que “no hay nada más complicado de abrir que una mente cerrada” (León, 2009).

Los factores externos se tienen.

- a. Ajustes estructurales
- b. Económico
- c. Demográficos y sociales.

Los recursos naturales.

- a. Mano de obra.
- b. Tierra.
- c. Energía.
- d. Materias primas.

La administración pública e infraestructura.

- a. Mecanismos institucionales.
- b. Políticas y estrategia.
- c. Infraestructura.
- d. Empresas públicas.

En cuanto a los factores externos, tienen que ser tomados en cuenta los efectos de analizar la probabilidad de disminuir aquella incidencia por medio de una acción por parte de la empresa ya sea como tal o bien y encima de todas las opciones. Esto se realizará actuando en conjunto con ayuda de organismos u organizaciones tanto sociales, políticas, profesionales y económicas. De tal manera se podrán solicitar algunos cambios normativos, protecciones arancelarias, reglamentaciones y la ejecución de diferentes obras públicas. (León, 2009).

1.3.1.4. Condiciones para la productividad óptima en todo proceso productivo

León (2009) indica que para conseguir el nivel de productividad superior se necesita de un proceso sistemático que tiene que complementarse alrededor del diseño más apropiado del producto o servicio, seleccionar la tecnología idónea, planificación requerida de la calidad y la aplicación perfecta de los recursos como lo son las instalaciones, los materiales e insumos y el personal.

Según Rodríguez (1999) en su libro menciona las condiciones para una productividad óptima de la siguiente manera:

- a. La primera de las condiciones es que el producto que se obtiene sea diseñado de modo que asegure y garantice de forma óptima desde luego con una función específica permitiendo que se obtenga en condiciones favorables.
- b. En segundo, es esencial porque asegura la participación de nuevas tecnologías mediante una labor continua de prospección hacia el futuro, conocimiento y la utilización de fuentes de información tecnológicas. Además, la protección de la tecnología adecuada y las acciones que permitan lograr en todo momento la utilidad de las tecnologías para que puedan llevar a una productividad óptima.
- c. El tercer y último factor relevante ligado al diseño del producto y tecnología de segunda mano es de la calidad del producto que se obtiene. Además, los

requerimientos del mundo industrial, la inauguración de nuevos mercados, las prescripciones más estrictas con respecto a la homologación de productos que han cambiado el factor en un punto clave para poder lograr el éxito.

La adquisición de productos de diseño adecuado, desde luego usando la tecnología más adecuada para alcanzar el máximo en términos de calidad, se logrará a través de la utilización tanto eficaz como eficiente de instalaciones, materiales y recursos humanos para alcanzar el nivel más alto de la productividad. Por lo que, la utilización óptima tiene que buscarse por medio de métodos idóneos y con un drástico estudio de tiempos en las diferentes operaciones que componen el proceso. Además, así como la planificación, la programación y la coordinación son las que conforman la llave para abrir las puertas a la eficacia máxima. (León, 2009, pp.9-15).

Olavarrieta, (1999) menciona acerca de la importancia de la productividad e indica que reside en la correlación que existe entre ella y el nivel de vida. Así mismo, existen dos afirmaciones que aún no han sido debatidas y se mencionarán a continuación:

- a. Cualquier incremento de los salarios si no va de la mano de una subida de la productividad, se convertirá en una inflación.
- b. Si existe una forma fácil de aumentar la productividad, la cual radica en provocar la inflación. Es decir, si la inflación baja el valor real de los salarios, de modo que se produzca lo mismo, eso quiere decir que los trabajadores en efecto son más productivos.

La fabricación de la productividad ayuda a evaluar los rendimientos tanto de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados. Para ellos se cuenta con factores internos como lo son los terrenos, materiales, edificios, energía, máquinas, recurso humano, equipos y factores del exterior como disponibilidad de materiales, M.O calificada, políticas estatales, infraestructura, capital disponible, medidas de ajuste aplicadas que afectan la productividad. (Jiménez, Castro y Brenes, 2009).

1.3.2. Propuesta de Mejora

1.3.2.1 Definición de propuesta de mejora

Según Cárdenas (2005) una propuesta de mejora es alternativa de solución para las PYMES y es por ello que dependerá de la capacidad para poder tanto identificar como priorizar y desde luego la solución problemas. Porque el problema es un desvío entre lo que debe estar ocurriendo y que sucede en realidad, y que sea demasiado importante para lograr que algún individuo crea que esa desviación tiene que ser mejorada. Además, con las propuestas de mejora se prometen mejores soluciones a diferentes problemas como es el caso de reducir productos dañados, la cual tiene como resultado positivo el ahorro de materias primas y beneficia porque produce solo lo necesario. Ya que, una empresa que logra solucionar sus conflictos obteniendo un rendimiento en finanzas y mejorando su producción busca competir en los diferentes mercados, lo cual es importante para que las organizaciones subsistan. Por otro lado, identificar las oportunidades de mejora es la base para administrar de manera correcta los esfuerzos de solución en la empresa que permitan focalizar y priorizar las acciones indicadas.

Para presentar el modelo se formula la siguiente predisposición de problemas que son identificados regularmente en las PYMES:

- a. La capacitación y también el reconocimiento hacia los empleados.
- b. Una buena planificación estratégica.
- c. El sistema de gestión no piensa que trabajar en equipo sea un elemento importante para el logro de alcanzar un aumento en la calidad y en la productividad.
- d. El liderazgo y el apoyo de la administración en aquellas actividades para fomentar que la calidad es un factor importante.
- e. La mala ejecución y el diseño de los trabajos que son poco eficientes.
- f. Los servicios generados por la manutención y la garantía.
- g. La falta de cumplimiento en la entrega de productos y los servicios.
- h. No hay medidas para prevenir, reducir o llevar un control de los residuos que son un foco contaminante.

En la actualidad las PYMES están en una situación complicada debido a las condiciones que no son tan favorables a consecuencia de la apertura comercial por falta de

liquidez en el mercado, también se exige y cada vez es mayor con respecto a la calidad de productos, servicios y por último la necesidad de impedir tecnología antigua por una nueva. Además, en el área donde se resuelven los problemas es importante diferenciar la causa y el efecto o intentar identificar otras oportunidades para mejorar y luego de definidas las causas o bienes se procederá a realizar tantas oportunidades de mejora como sea posible teniendo en cuenta diferentes estrategias que comprendan 4 acciones correctivas y/o preventivas, además de mejoras activas, graduales o drásticas (Cárdenas, 2005).

1.3.2.2. Lean Manufacturing (producción ajustada)

Según Radajell y Sánchez (2010) en su libro menciona sobre el Lean Manufacturing de la siguiente manera:

Seguir una mejora del sistema de fabricación a través de eliminar residuos que son todas las acciones que no añaden ningún valor a lo que se fabrica, y que los clientes no están dispuestos a pagar. Además, la producción ajustada se puede considerar como grupo donde hay diferentes herramientas desarrolladas en Japón y están inspiradas en los principios creados por William Edwards Deming (p, 2).

1.3.2.3. Implementación 5S

Radajell y Sánchez (2010) aseguran que las 5S es una herramienta principales de Lean Manufacturing, el objetivo primordial que tiene es prevenir los siguientes síntomas que muchas veces se presentan en las empresas:

- a. Suciedad en la planta, las máquinas, las instalaciones, las herramientas, entre otros.
- b. Falta de orden generado en los pasillos, herramientas sueltas en cualquier parte, cartones, etc.
- c. Elementos inutilizables o rotos que pueden ser los topes, los indicadores, etc.
- d. Falta de instrucciones y señales que todos comprendan.
- e. La falta de utilidad de elementos para una mejor seguridad como lo son las gafas, los auriculares, las botas, los guantes, entre otros elementos.
- f. Averías más periódicas de lo común.

- g. Falta de interés por parte de los operarios por sus diferentes áreas de trabajo.
- h. Movimientos que no son necesarios de personas, utillajes y materiales.
- i. Espacios ocupados en la zona del almacén.

Radajell y Sánchez (2010) menciona acerca del significado de las 5s, la cual se observa a continuación:

Seiri. Consiste en clasificar y también eliminar aquellos elementos que están ubicados en las áreas de trabajo o que se consideran de algún modo u otros innecesarios para la labor que se hace en una determinada área.

Seiton. Es organizar los elementos clasificándolos como necesarios, de modo que los operarios puedan encontrarlos con facilidad, para lograrlo se debe definir un lugar donde estarán ubicados esos elementos e identificarlos para que al momento de buscarlo y el retorno a su posición o lugar indicado sea más fácil.

Seiso. Consiste en limpiar e inspeccionar correctamente para poder identificar los defectos que hay y posteriormente eliminarlos, es decir anticiparse para prevenirlos.

Seiketsu. Fortalecer las metas alcanzadas aplicando las tres primeras “S”, porque sistematizar lo hecho en los tres pasos que se realizaron anteriormente es fundamental para afianzar algunos efectos duraderos.

Shitsuke. Trata de transformar en un hábito el modo de utilizar los métodos estandarizados y desde luego aceptar aplicarlo normalizada.

1.3.2.4. Metodología SMED

La metodología SMED que por sus siglas significa Single Minute Exchange Die, que quiere decir, “cambio en un tiempo menor a 10 minutos”. Esta técnica sirve para reducir los desperdicios en un sistema productivo aumentando la fiabilidad del proceso y reduciendo el riesgo de tener defectos o averías. (Socconini , 2019).

1.3.2.4.1. Beneficios de implementar la Metodología SMED

Socconini (2019) menciona siete beneficios que se obtendrán en los procesos al momento de aplicar SMED y se mencionan a continuación:

1. Incrementar el nivel de disponibilidad en los procesos productivos.
2. Crecimiento de la productividad

3. Disminuir los stocks que hay en la materia prima, en el producto que está en proceso y dese luego en el producto terminado.
4. Reducir de manera significativa los costos.
5. El proceso productivo será más flexible.
6. El Lead Time del proceso será reducido.
7. Hay una muy buena posibilidad de fabricar lotes con menor tamaño.

1.3.2.5. Implementación RCM

Según Moubray en el año 1999 para implementar el R.C.M primero se debe identificar cuáles son los equipos de la planta para luego saber en cuál de estos se debería realizar el proceso de revisión del R.C.M. Entre los equipos que se van analizar debe estar incluido la planta en su totalidad, es decir iniciando desde las máquinas hasta culminar con los edificios. Después se debería analizar los equipos que supuestamente tienen un riesgo mayor para la planta porque de no ser analizados se podrían producir una situación un tanto crítica como un caso de avería.

Moubray (1999) afirma que a comienzos de los años 50 se desarrolló diferentes técnicas como las que se mencionarán a continuación:

1960. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM).

1961. Poka-Yoke.

1962. Círculos de Calidad (QC).

1968. Guía MSG-1 conocida como el RCM mejorado.

1971. Se desarrolla el Mantenimiento Productivo Total (TPM).

1980. Guía MSG-3 para mejorar el mantenimiento en naves aéreas.

1980. Optimización del Mantenimiento Planificado (PMO).

1980. RCM-2 en toda clase de industrias.

2005. Conservación Industrial (IC).

El mantenimiento R.C.M a finales de los años 50, el número de accidentes en la aviación a nivel mundial era mayor a 60 accidentes por cada millón de despegues, quiere decir que, si en la actualidad estuviera ocurriendo, se estaría hablando de dos accidentes diarios aproximadamente y dos tercios de los accidentes de aviación fueron por causa de fallas que se presentaron en los equipos. Además, con este índice elevado de accidentes ocurridos la industria aeronáutica tenía que tratar de solucionar el problema rápido porque estos accidentes estaban conectados con fallas en los equipos y tenían que intentar hacerlos más seguros. Sin embargo, el mantenimiento en esos años era equivalente a las reparaciones rotativas, es decir esperaban que los componentes se gastaran luego de un determinado tiempo. La hipótesis que realizaron era que al momento de hacer las revisiones podrían prevenir los fallos antes de que se propiciaran. Sin embargo, se dieron cuenta que no estaba funcionando como pensaron y asumieron que estaban realizando las reparaciones muy tarde, es decir cuando ya se veía el desgaste en los equipos. (Moubray, 1999).

Además, Moubray (1999) menciona que su idea principal era intentar acortar el tiempo entre una y otra reparación, pero los gerentes de estas aerolíneas notaron que los porcentajes de falla no disminuían, sino por el contrario, iban en aumento. En la actualidad, la aviación comercial es una forma de viaje más segura, pero para conseguirlo el mantenimiento que se da en la aviación ha pasado por diferentes variaciones para lograr alcanzar un proceso tanto analítico como sistemático.

1.3.2.5.1. Las siete preguntas del R.C.M.

Después de haber seleccionado los elementos que se van a chequear, el R.C.M cuenta con una gama de preguntas que deben responderse en cada equipo y son las que se verán a continuación:

1. ¿Qué funciones debe realizar el equipo?
2. ¿Hay alguna forma de que pueda fallar?
3. ¿Cuál es la principal causa para que ocurra la falla?
4. ¿Qué pasa cuando se presenta la falla?
5. ¿Qué pasa si falla el equipo?
6. ¿Cómo se puede prevenir el fallo antes que suceda?
7. ¿Qué pasaría si no se pudiera prevenir el fallo?

Los encargados de responder las preguntas que se mencionaron anteriormente serán los que componen un “Grupo de revisión” que fueron creados necesariamente para esto. Por lo tanto, este grupo estará conformado por aquellas personas de diferentes secciones que serían los representantes y áreas donde se aplicará el R.C.M, por ejemplo, al personal que estará encargado de la producción o de mantenimiento. (Moubray, 1999).

1.3.2.5.2. Ventajas y logros de la aplicación del R.C.M.

Moubray en el año 1999 acepta que aplicar el R.C.M en las industrias proporciona una variedad de ventajas y logros como los que se mencionan:

- a. Mejorar la comunicación entre el personal en general que hace su trabajo dentro de la empresa.
- b. Habrá un mejor aprovechamiento de sus habilidades y conocimientos
- c. Mejoramiento del análisis en los componentes de cada equipo.
- d. Se detectarán las fallas rápidamente antes de que sucedan.
- e. La seguridad y protección serán mejores en todo el entorno.
- f. El rendimiento operativo mejorará.
- g. Los costes de mantenimiento tendrán una mayor contención.
- h. La base de datos para el mantenimiento será más amplia.
- i. Los operarios tendrán una mejor motivación para realizar sus actividades laborales.
- j. El trabajo en equipo será cada vez mejor, con respecto al análisis de los problemas que se presenten en el mantenimiento y desde luego la toma de decisiones.

1.4. Formulación del problema

¿Una propuesta de mejora logrará aumentar la productividad en la producción de pernos en la empresa Industrias Casa del Tornillo S.A.C.?

1.5. Justificación e importancia del estudio

La investigación es adecuada ya que la empresa en la actualidad no tiene un plan de mejora, por eso es que se generan diferentes problemas con respecto al cumplimiento de sus metas que esperan alcanzar y el compromiso que deben tener hacia los clientes. Entre los problemas a tomar en cuenta son la deficiente mano de obra, insuficiencia de materia prima y el mal uso de sus maquinarias. De modo que, implementar un plan de mejora va a permitir la obtención de mayores ingresos económicos a los propietarios de la empresa y se logrará

elevar la productividad, lo que significaría producir o elaborar más pernos utilizando los mismos recursos con los que cuentan hoy en día y al obtenerse una producción más numerosa la empresa logrará alcanzar una mejor participación en el mercado y desde luego obtener ingresos mayores.

Estos problemas suelen ser bastante comunes en las empresas dedicadas a este sector, por lo que este trabajo de investigación servirá como referencia para otros casos que requieran mejorar su productividad.

Además, tiene un impacto social porque estas mejoras que se implementan influenciarán tanto en mejorar la satisfacción del personal en sus áreas de trabajo como en que ellos logren identificarse con la empresa, ya que con ellos se propiciará el aumento de productividad. Por lo tanto, el presente trabajo podrá servir y ayudar a otros en materia de estudio tanto para los estudiantes de ingeniería como personas que les interese el tema.

1.6. Hipótesis

Una propuesta de mejora considerando las herramientas: RCM, 5S y SMED, si incrementa la productividad en la producción de pernos en la empresa Industrias Casa del Tornillo S.A.C.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Elaborar una propuesta de mejora para aumentar la productividad en la producción de pernos en la empresa “Industrias Casa del Tornillo S.A.C.”

1.7.2. Objetivos específicos.

- a) Elaborar un diagnóstico de la situación actual del proceso productivo de la empresa Industrias Casa del Tornillo S.A.C.
- b) Determinar las herramientas de gestión que permitan mejorar la problemática de la empresa.
- c) Plantear estrategias que mejoren la productividad en la producción de la empresa Industrias Casa del Tornillo.
- d) Realizar un análisis beneficio costo de la propuesta de investigación.

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

2.1.1. Tipo de investigación

El enfoque de esta investigación es de tipo cuantitativo, ya que el estudio se realizó con datos concretos y números por medio de entrevista, observación y análisis documental. “El concepto de enfoque cuantitativo es aquel que emplea la recolección de datos para poder comprobar una hipótesis en base a números con la finalidad de establecer pautas de comportamiento” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 4).

Por otra parte, las investigaciones descriptivas se caracterizan por recoger la información como se presenta en un contexto problemático, en el caso de este proyecto se describe las variables de estudio de productividad y plan de mejora. “La investigación descriptiva presenta diferentes fenómenos observados establecidos en varias dimensiones de un problema” (Murillo, 2008, p. 31).

Además, la presente investigación es aplicada porque se emplea métodos y/o teorías de investigación con el fin de brindar alternativas de solución a problemas que existen en la empresa Industrias Casa del Tornillo S.A.C. Murillo (2008) afirma que “el estudio es aplicada, ya que se utilizaron teorías y los conocimientos necesarios para dar solución al diseño que se planteó” (p. 25).

2.1.2. Diseño de investigación

El diseño es no experimental transversal. No experimental, pues no se manipularon las variables asociadas a las causas para medir el impacto que tienen en otra variable, lo cual va a permitir identificar y del mismo modo cuantificar cuales fueron las causas de un efecto.

El diseño no probabilístico se realiza sin manipular ninguna variable, en pocas palabras, es un estudio donde no varía la forma de trabajar con un propósito de las variables independientes para observar el efecto que causa en otras. Por otra parte, la investigación no experimental se trata de observar fenómenos en su contexto natural y analizarlos (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p.149).

También de diseño transversal porque en el estudio se recolectaron datos en un solo momento, en un tiempo único y no buscó hacer seguimiento a la variable a través del tiempo.

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población

La población que se considera en esta investigación son todos los procesos y el personal de la empresa de la empresa Industrias Casa del Tornillo S.A.C.

“La población es un conjunto finito o también infinito de elementos con diferentes características similares, esta población queda delimitada tanto por el problema y los objetivos del estudio” (Arias, 2012, p. 81).

2.2.2. Muestra

La muestra está compuesta por los trabajadores y sus diferentes procesos en el área de producción de pernos de la entidad Industrias Casa del Tornillo S.A.C. El tipo es no probabilístico por conveniencia o intencional.

Hay diversos métodos de muestreo, entre ellos el método no probabilístico y probabilístico. El método no probabilístico intencional es aquel que permite acogerse a una cantidad determinada de población; permite la inclusión para efectos de investigación y por otra parte permite la exclusión. Además, es intencional porque se escogen los elementos en base a juicios o criterios establecidos (Arias, 2012, p. 82).

2.3. Variables y Operacionalización

2.3.1 Variables

Variable dependiente: Productividad.

Variable independiente: Propuesta de mejora.

2.3.2 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de la variable dependiente.

Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
Productividad	Recurso Humano	Unidades producidas/H-h. Unidades producidas/Costo de mano de obra.	Entrevista	Guía de entrevista
	Factor Máquina	Unidades producidas/costo de Hora-máquina.		
	Factor Materiales	Unidades producidas/ costo de materiales		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2*Operacionalización de la variable independiente*

Variable Independiente	Dimensiones	Subdimensiones	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
Propuesta de mejora	Evaluación de proveedores	Evaluación Políticas	Proveedores evaluados y políticas definidas		
	5S	Seiri (clasificar)	Existencia de objetos innecesarios		
		Seiton (orden)	Organización de elementos		
		Seiso (limpieza)	Identificar defectos	Entrevista	Guía de entrevista
		Seiketsu (estandarización)	Consolidación de metas	Análisis documental	Guía de análisis documental
		Shitsuke (disciplina)	Utilización de métodos estandarizados		
	RCM	Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad	$Confiabilidad = \frac{MTTF}{MTTR+MTTF}$		
	SMED	Cambio de Herramientas	Mantenimiento preventivo Tiempo utilizado en el cambio de herramientas		

Fuente: Elaboración propia.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas e instrumentos

Entrevista

Se realizaron entrevistas con el jefe de planta y los operarios de la empresa Industrias Casa del Tornillo S.A.C. para saber los problemas que se presentan en la empresa y proceder a brindar una propuesta para solucionarlo, mediante una guía de entrevista.

“La entrevista es una comunicación interpersonal que se establece entre el sujeto de estudio y el investigador con la finalidad de obtener respuestas a las interrogantes que se plantean sobre un problema tratado” (Galán Amador, 2009, p.18).

Observación

Se realizaron diversas visitas a la empresa cuyo objetivo fue recopilar información requerida para la producción de la empresa. La observación es una técnica que recopila información necesaria para interpretar actos y comportamientos de personas u objetos, mediante la guía de observación que indica datos para posteriormente sean utilizados en el proyecto de investigación.

Ruiz (2012) indica que “la observación es un proceso sistemáticamente cómo se va desarrollando la vida en la sociedad, desde luego sin modificarla, es decir como pasa por sí misma” (p. 21).

Análisis Documentario

Consiste en analizar información que se registra en documentos, es por ello que se recopiló información cualitativa y cuantitativa de los documentos y registros de la empresa. El instrumento es fichas de registro que es una hoja que se registran datos para posteriormente ser revisados y después tomar nota de todos los datos que se necesiten para seguir con la investigación.

2.4.2. Validez y Confiabilidad

Validez

Para determinar la validez se utilizó la técnica de validación mediante el juicio de expertos, recurriendo a tres profesionales conocedores del tema de investigación.

Según Balestrini (1997) en su libro menciona una definición acerca de la validez de la siguiente manera:

Una vez definido, se diseñan los instrumentos y también los procedimientos de recolectar datos teniendo en cuenta desde luego el tipo de estudio antes de aplicarlo en la muestra escogida, es bueno que pasen la prueba con la finalidad de establecer la validez con respecto al problema que se está investigando (p. 140).

Confiabilidad

La confiabilidad fue analizada mediante la técnica estadística SPSS, para tener un mínimo de 0,8 con el método de Alfa de Crombach.

Briones (2000) menciona que “la confiabilidad es una investigación cualitativa porque se refiere al grado de seguridad o confianza para aceptar los resultados que se obtienen por el investigador que se basa en diferentes procedimientos para efectuar el estudio” (p. 59).

2.5. Procedimientos de análisis de datos

Con la información obtenida a través de la aplicación de instrumentos antes mencionados, se creó una base de datos que posteriormente se tabularon y procesaron utilizando las herramientas de Excel.

2.6. Aspectos éticos

El proyecto que se está realizando abarca una información de suma importancia al haber sido examinada antes de ser escogida, de ese modo da el interés y seguridad al lector. A continuación, se han desarrollado algunos criterios éticos.

Tabla 3*Crterios éticos*

Crterios	Características éticas del criterio
Originalidad	Se citaron, utilizando el estilo APA, las fuentes bibliográficas de la información utilizada, con lo que se demuestra que no que no hay plagio.
Confidencialidad	Se aseguró la protección y cuidado de la confidencialidad de la información dada por la empresa, así como por las personas que apoyaron informando para que la investigación sea cierta.
Veracidad	Se ha procurado mostrar información tanto de la empresa como la proporcionada por los trabajadores.

Fuente: Elaboración propia.

2.7.Criterios de rigor científico**Tabla 4***Crterios de rigor científico*

Criterio de rigor Científico	Estrategias
Validez	Preguntas del cuestionario de encuesta redactadas y organizadas de manera que midan lo que se propuso, para su comprensión y análisis de datos.
Generalidad	Incluir a las personas en tener el conocimiento completo acerca del tema.
Fiabilidad	El cuestionario debe tener un grado de confianza alto y que se enlazan con otros indicadores de las variables.
Replicabilidad	Elaboración del trabajo que permita ser aplicado en realidades similares .

Fuente: Elaboración propia.

III. RESULTADOS

3.1. Diagnóstico de la empresa

3.1.1. Información general

Nombre Comercial: INDUSTRIAS CASA DEL TORNILLO S.A.C.

RUC: 20600533640

Historia

Industrias Casa del Tornillo S.A.C. se origina de la unión en sociedad del señor Gonzalo Sánchez Calderón, identificado con DNI 16632651, el señor Víctor Raúl Rojas Díaz, identificado con DNI 16445822 y el señor Raúl Eduardo Rojas Uriarte, identificado con DNI 47177482.

Los fundadores poseen amplia experiencia en diversos sectores económicos, la presente sociedad constituye la fusión de dichos conocimientos en el esfuerzo permanente por generar riqueza, trabajo y desarrollo sostenido de nuestra región y del país, con responsabilidad social y ambiental.

Actividad Económica

La empresa se dedica únicamente a la fabricación de accesorios de moto taxis.

Ubicación Geográfica

Dirección de domicilio fiscal: Calle constitución N°901 Urb. San Lorenzo Lambayeque – José Leonardo Ortiz. En la siguiente figura 1 se aprecia la ubicación de la empresa en su amplitud.



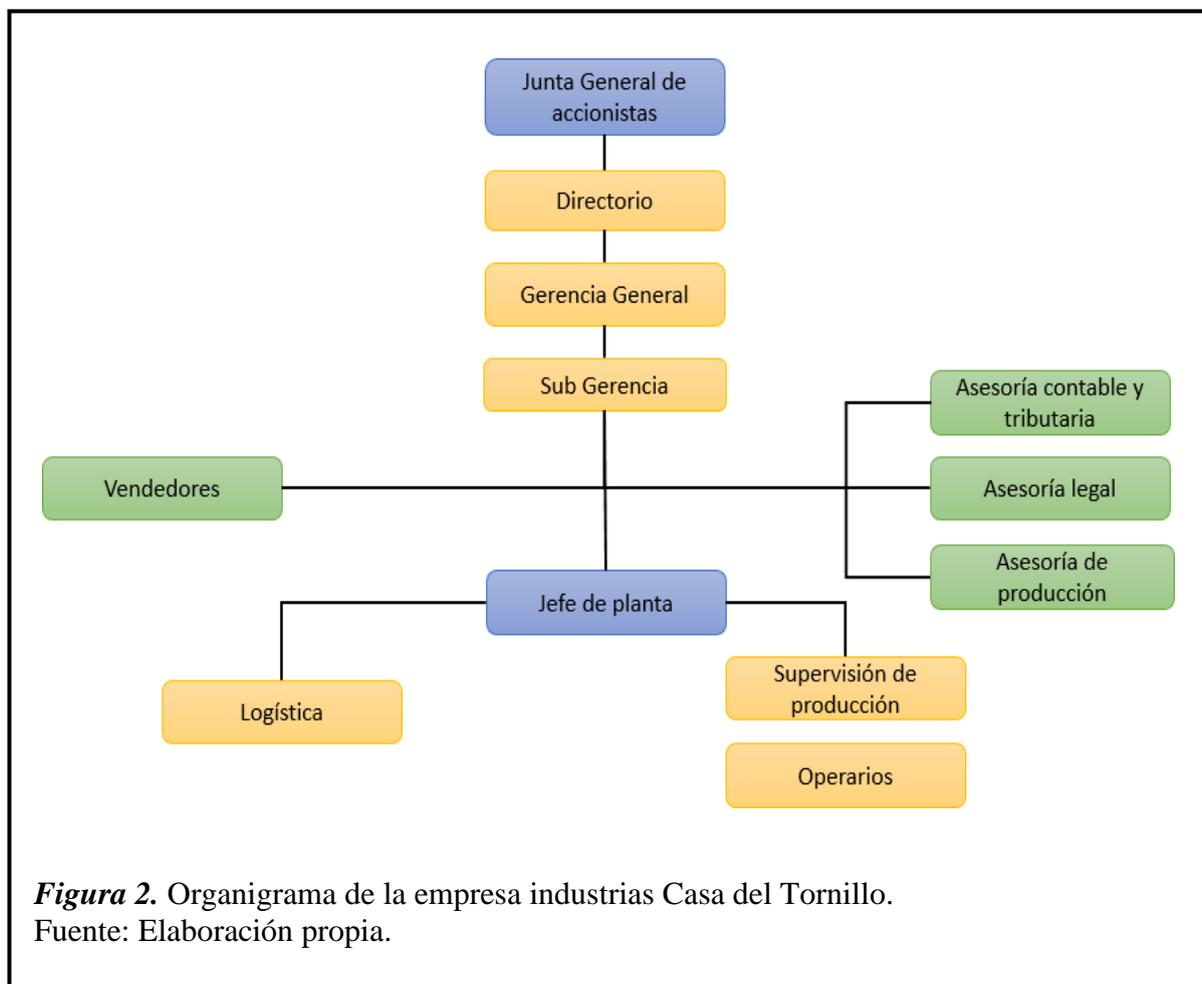
Misión

Dar soluciones con una gama generalizada de productos que tengan una buena calidad y eficiencia; además de contar con la experiencia, responsabilidad y profesionalismo que se requiere.

Visión

Para el año 2020 ser una amplia, sólida e innovadora en el rubro de metal mecánica a nivel nacional.

Organigrama.



MATRIZ FODA

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none">• Calidad de productos.• Posicionamiento de marca CT.• Variedad de productos.• Fábrica.• Personal calificado y con experiencia.	<ul style="list-style-type: none">• Falta de Stock.• Local alquilado.• Falta de liquidez.• Entrega de pedidos fuera de tiempo.• Personal inestable.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none">• Mercado potencial en otras regiones• Pocas fábricas en la región• Creer como empresa y reconocimiento a nivel nacional	<ul style="list-style-type: none">• Incremento de precio de materia prima• Competencia• Uso de logotipo y frases por la competencia• Ingreso de productos Chinos.

Figura 3. FODA.
Fuente: Elaboración propia.

Máquinas que utiliza el área de producción

A. Prensa Excéntrica

Función. Troquelar (realizar agujeros) barras de acero, curvado, corte y acuñación.

Descripción del equipo. Es una máquina que, a través de un volante de inercia, va acumulando energía y la pasa por la vía mecánica o neumática a un troquel o matriz. El funcionamiento de esta máquina es a través de la transformación de un movimiento giratorio a un movimiento lineal y se realiza gracias a la transmisión de energía acumulada en el volante. Además, cuenta con un mando bimanual y pedal, motor trifásico, bomba de engrase centralizado automático, instalación neumática completa con filtro, trabaja a 2 manos y giro completo con control de bajada y subida, etc.

Características.

Tabla 5

Características de la Prensa Excéntrica.

Modelo	PE 20 N	PE 30 N	PE 40 N
Tonelaje	20	30	40
Dimensiones de la mesa	390 x 450	490 x 550	550 x 630
Regulación de la carrera	0 - 60	0 - 70	0 - 90
Regulación del tornillo rotula	30	40	50
Ciclos por minuto	140	120	120
Potencia del motor en Kw	1.5	2.2	3
Voltaje	380	380	380

Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.



Figura 4. Prensa Excéntrica de la empresa.

Fuente: Empresa “Industrias Casa del Tornillo S.A.C.”

B. Despuntadora

Función. Despuntar la barra de metal troquelada.

Descripción del equipo. Las máquinas para hacer tornillos utilizan los llamados “cabezales fríos” o “formadoras de piezas” automatizadas de alta velocidad para cambiar el material en piezas de forma compleja de manera ajustada y repetitiva. El proceso de volumen de manera específica utilizando moldes y punzadora para convertir un “indicador” blanco de un volumen que están en piezas de manera complicada. La máquina para fabricar tuercas es especialmente creada para producción en grandes cantidades de los broches, en especial los tornillos y los pernos.

Características

Tabla 6

Característica de la despuntadora.

Modelo	Z25-6A	ZA25-8
Longitud que debe tener la Rosca (mm)	3-Jun	5-Ago
Longitud de Rosca Maximizado (mm)	40	50
Longitud de la Barra en (mm)	Dic-50	12-120
La Productividad (piezas/min)	150	175-250
Distancia Deslizante (mm)	250	250-340
Capacidad que tiene el Motor Principal (kw)	3	7.5
Peso(kg)	1210	2300

Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.



C. Prensa de fricción

Función. Dar forma a la cabeza del perno mediante la mesa y el tornillo a fricción, las partes que más fallas tiene la maquina son las fajas y el pulsador de mando.

Características

Tabla 7

Característica de la Prensa de Fricción.

Prensa de Fricción	
Marca	Arrigoni
Modelo	PFA-150
Motor	Trifásico
Potencia	150 toneladas
Diámetro del tornillo	140 milímetros
Carrera	440 milímetros
Altura máxima de la mesa al cepo	650 milímetros
Altura mínima de la mesa al cepo	220 milímetros
Tamaño mesa	630 x 870 milímetros
Garganta	330 milímetros
Potencia del motor	10 HP

Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.



Figura 6. Prensa de fricción de la empresa.

Fuente: Empresa “Industrias Casa del Tornillo S.A.C.”

D. Roscadora

Función. Roscar los pernos, básicamente la maquina roscadora son máquinas eléctricas a base de un motor que tiene la función de sujetar y centrar la pieza que será trabajada, y a la vez tener el efecto de hacer girar la pieza para que los peines de la roscadora hagan la operación de roscado.

Características.

Tabla 8

Característica de la Roscadora.

Máquina Roscadora	
Marca	Smac
Modelo	Z1T-B2-50
Potencia del motor	750 watt
Velocidad	11/24 RPM
Fuente de alimentación	220 voltios/380 voltios
Perno Die material	Herramienta de acero
Perno tipo Die	Métrico
Perno Die Tamaño	1 pulgada- 2 pulgadas

Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.



Figura 7. Máquina Roscadora de la empresa.

Fuente: Empresa “Industrias Casa del Tornillo S.A.C.”

3.1.2. Descripción del proceso productivo

Habilitado de Materia Prima. Es el proceso mediante el cual la materia prima (barra de fierro) se prepara, para pasar al proceso del troquelado.

Troquelado. Es el proceso en el que la materia prima pasa por una prensa mecánica para ser cortado de acuerdo a la medida que se va a producir.

Despuntado. Después de realizar el proceso de corte de la barra, las piezas o tochitos que se tienen presentan un excedente en la cabeza, obstaculizando la entrada a la matriz de forja; para cambiar esto es necesario despuntar, es decir reducir la rebaba que se produce en la cabeza, la cual permite un deslizamiento al momento de entrar en la matriz y el proceso de despuntado también es conocido como “chaflán”.

Horneado. Se trata de calentar el material al rojo vivo (650°C). Este proceso es aquel que prepara la materia para posteriormente ser forjado.

Forjado. Es aquel proceso dedicado a moldear un metal hasta perfeccionarlo, para mejorar las propiedades y solidez metalúrgica, por medio de una deformación plástica que es controlada por el medio del impacto o presión que se ejerce.

Por lo tanto, el trabajo en caliente que se realiza a los metales se usa para garantizar las mejores características mecánicas de los materiales y la mejor calidad en todo tipo de producto.

Estando caliente al rojo vivo con el material habilitado, luego con las prensas excéntricas a través de matrices se altera el material creando el producto que se quiera producir.

Roscado. Es unos procesos que consiste en “roscar” mediante rodillos y por medio de diámetros ya establecidos.

Pavonado. Este proceso consiste en llevar el producto terminado al horno con una temperatura de 400°C por 10 minutos máximo y luego pasarlos a una tina o un recipiente grande con agua y refrigerante “emusol”, para así tener un producto de una buena calidad para ofrecer al cliente.

Realización del DOP

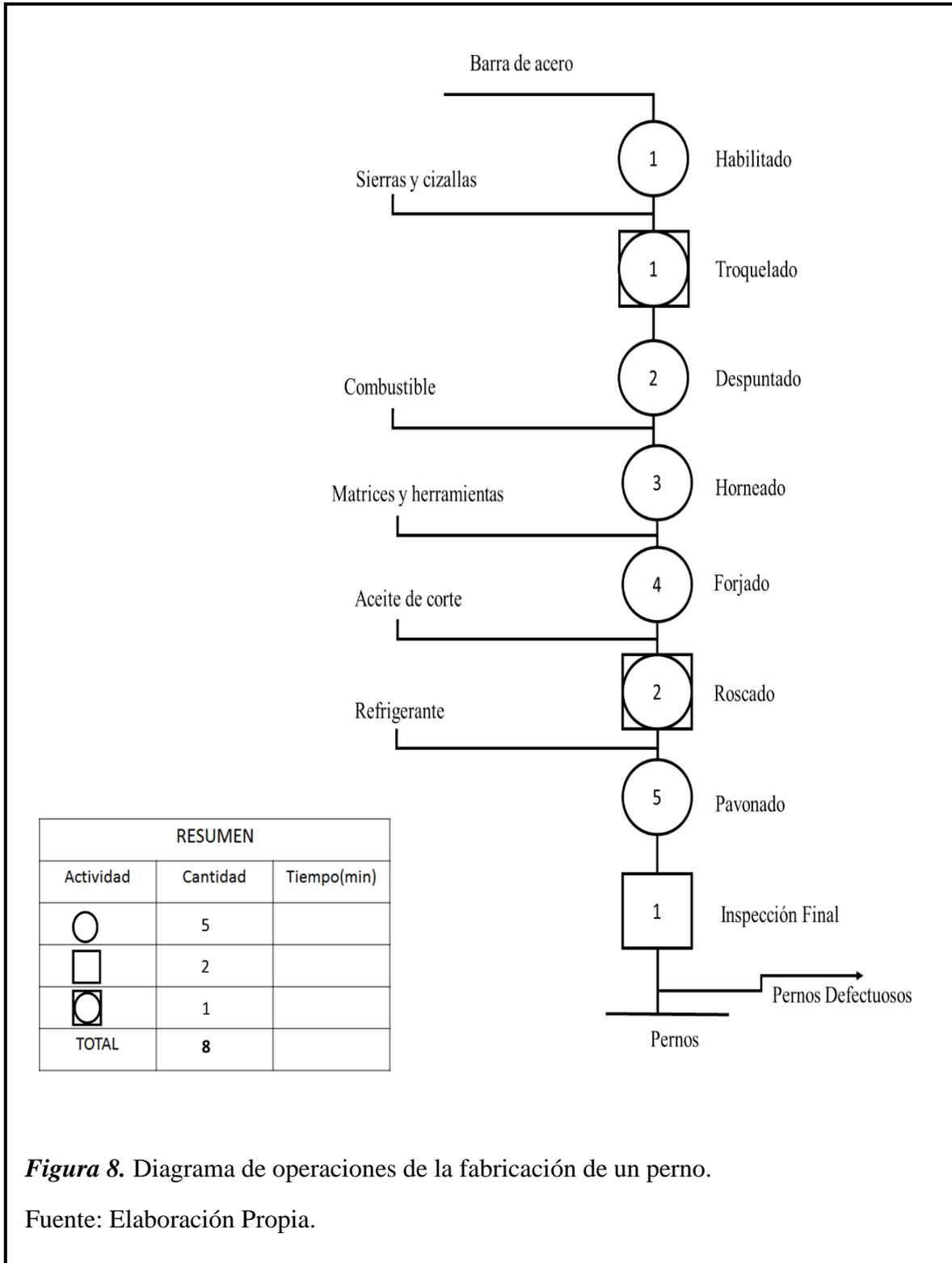


Figura 8. Diagrama de operaciones de la fabricación de un perno.

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.3. Análisis de la problemática

3.1.3.1. Resultado de la aplicación de los instrumentos

A. Resultado de la Guía de entrevista

Entrevista

Objetivos. Obtener información con respecto al desempeño del personal en el área de producción dentro de la empresa Industrias Casa del Tornillo SAC.

Sexo: masculino () femenino (x)

Cargo que desempeña: Jefe de planta

Área: Producción

Grado académico: Superior

Tiempo que labora en la empresa: 3 años

1. ¿Cuáles son los problemas que sobresalen en la empresa?

Falta de liquidez.

Mano de obra sin contrato.

Poca mano de obra.

2. ¿Cuál es el resultado que acarrearán estos problemas mencionados?

Entregas de pedidos fuera de tiempo; reclamo de los clientes.

Retraso en los procesos de producción.

Personal no estable.

3. ¿Qué medidas piensa tomar para solucionar estos problemas?

Se conversó con el Gerente y está en proceso de un préstamo bancario para solucionar el problema.

4. ¿Puede explicarnos de manera cuantitativa las pérdidas que han sufrido a causa de estas consecuencias?

Aproximadamente se deja de vender 15 000 soles a las ventas mensuales.

5. ¿Cree usted que su personal es eficiente?

En un 80%; falta más empeño del personal.

6. ¿Existe una planificación tanto para compras como para producción?

Si, presupuesto mensual en compras y programación de producción.

7. ¿Existe suficiente espacio para almacenar los insumos y la materia prima?

Si.

8. ¿Existe demora o incumplimiento de parte de sus proveedores?

Si, material de Lima.

9. ¿Existe un mantenimiento preventivo para las maquinarias?

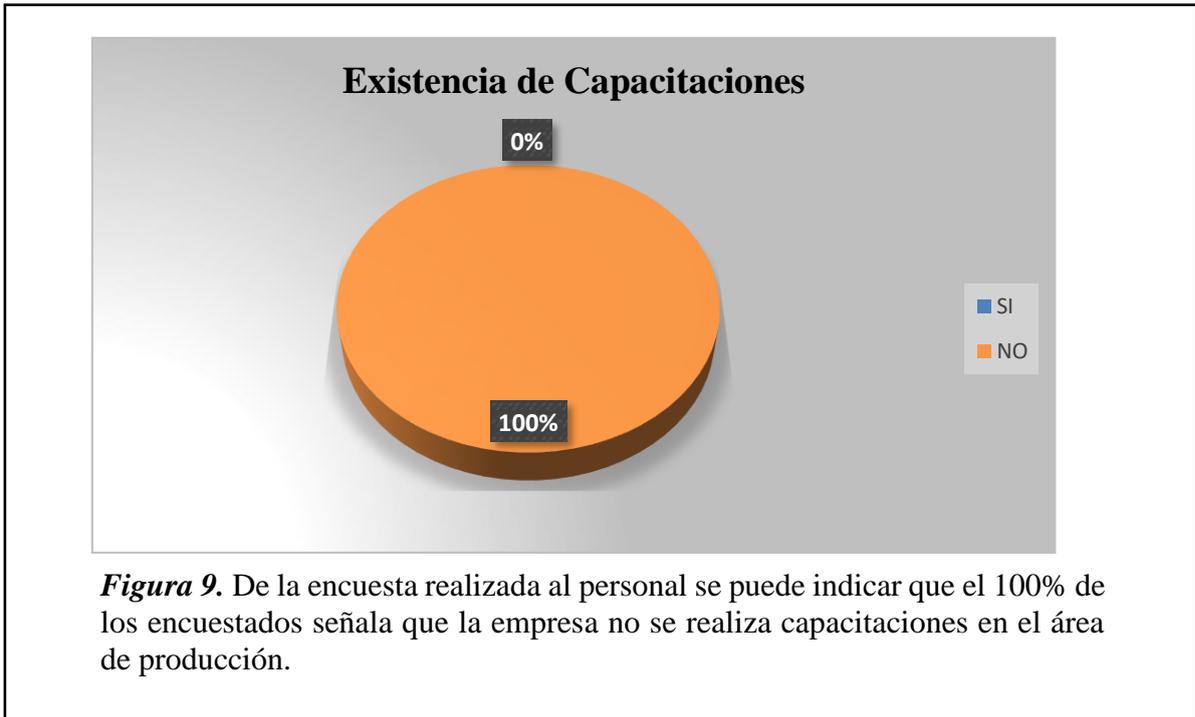
No, por el momento se hace un mantenimiento correctivo, porque no hay presupuesto.

10. ¿Inspecciona la materia prima e insumos en la recepción?

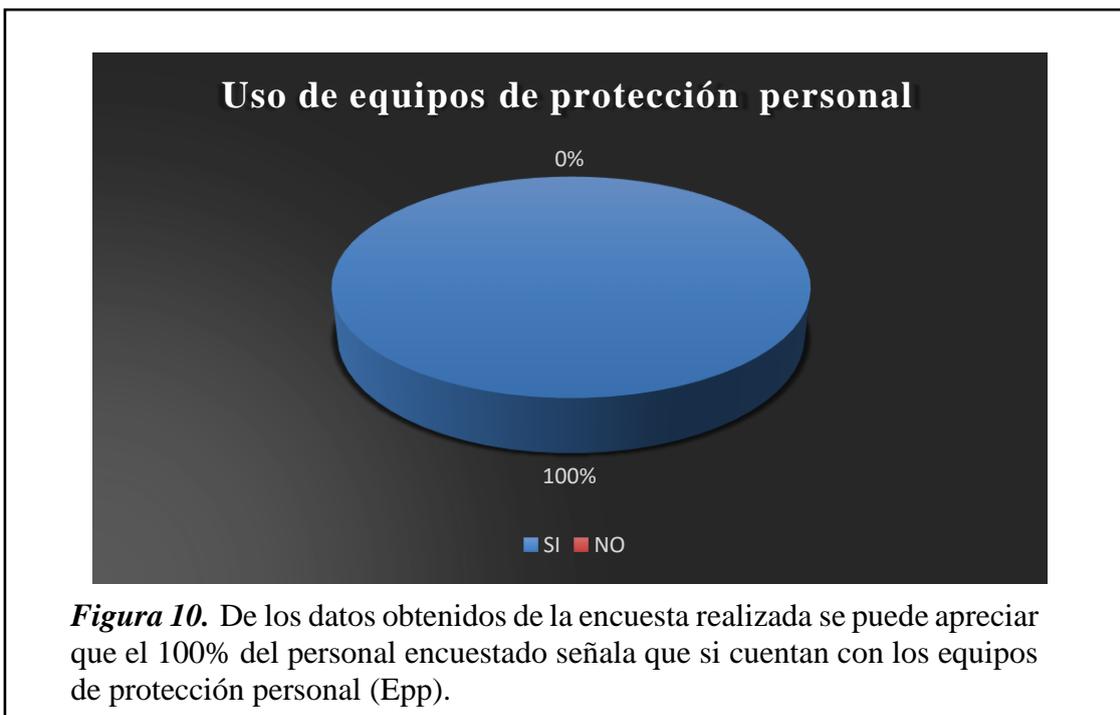
Si.

En este caso se realizó una entrevista al jefe de planta que nos dio a conocer acerca de la problemática que más sobresale en la empresa los cuales son la falta de liquidez, mano de obra sin contrato y poca mano de obra. Por consecuencia, las entregas de los pedidos son a destiempo lo cual genera el reclamo del cliente, también el retraso en los procesos de producción y el personal no estable. A raíz de estos problemas se pensó tomar una medida para solucionar el problema, para ello se conversó con el gerente y él está próximo a realizar un préstamo bancario para solucionarlos, ya que también se deja de vender en aproximado de 15 000 soles a las ventas mensuales por dichos problemas. Además, tendría que hacer que el personal ponga más empeño para que su rendimiento se aproxime a un 100% porque hoy en día solo llegan a un 80%. Por otro lado, en lo que concierne a la materia prima se hace las respectivas compras mensualmente, pero tendría que verificarse más el cumplimiento a tiempo de los proveedores y para la maquinaria solo se realiza un mantenimiento correctivo debido a que no hay presupuesto para realizar un mantenimiento preventivo.

B. Resultado de encuesta



En la figura 10 se puede percibir que los operarios no reciben capacitaciones en lo absoluto y eso sería un problema ya que no los motivan a realizar mejor sus actividades y que se sientan más comprometidos con la empresa; lo que tendría que hacer es buscar capacitaciones no muy costosas para los operarios ya que no hay presupuesto para contratar a capacitadores.



En la figura 11 se puede apreciar que el personal de producción si cuentan con una buena protección con los EPP ya que esto favorece a que los operarios no sufran ningún accidente en el momento de las actividades diarias y puedan laborar sin complicaciones.

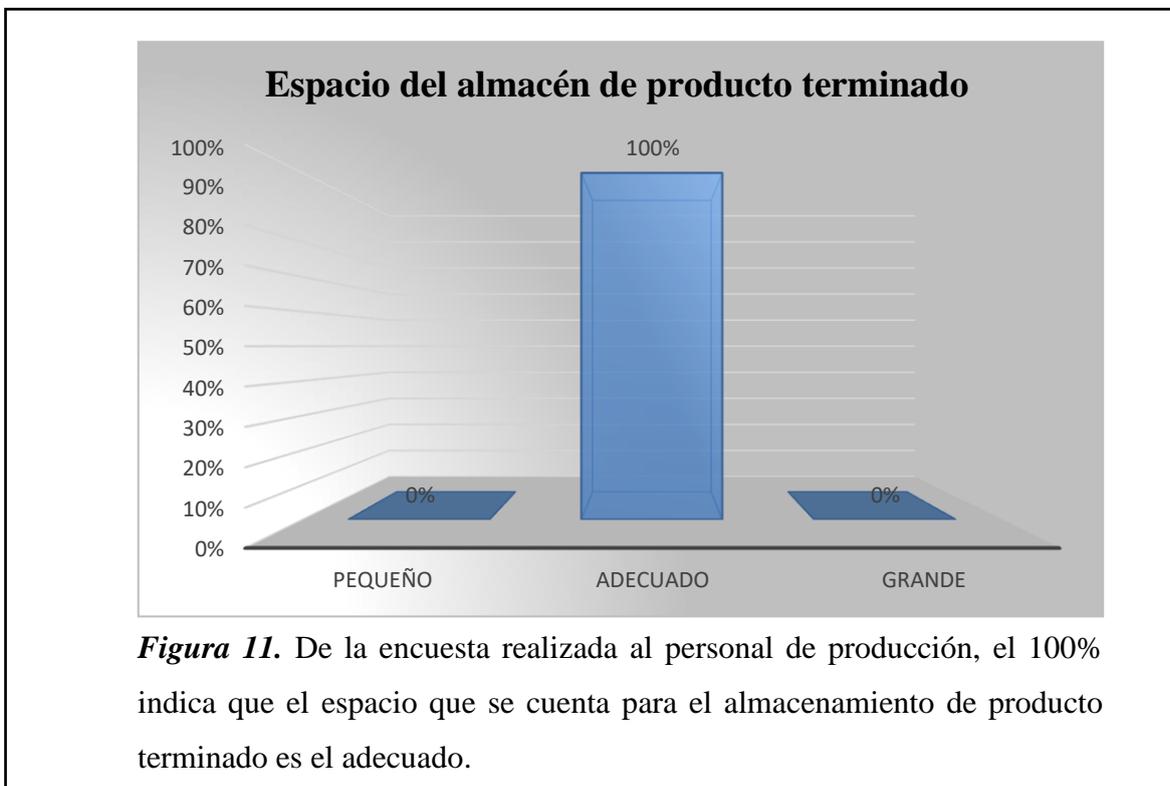
Tabla 9

Adecuado abastecimiento de materia prima.

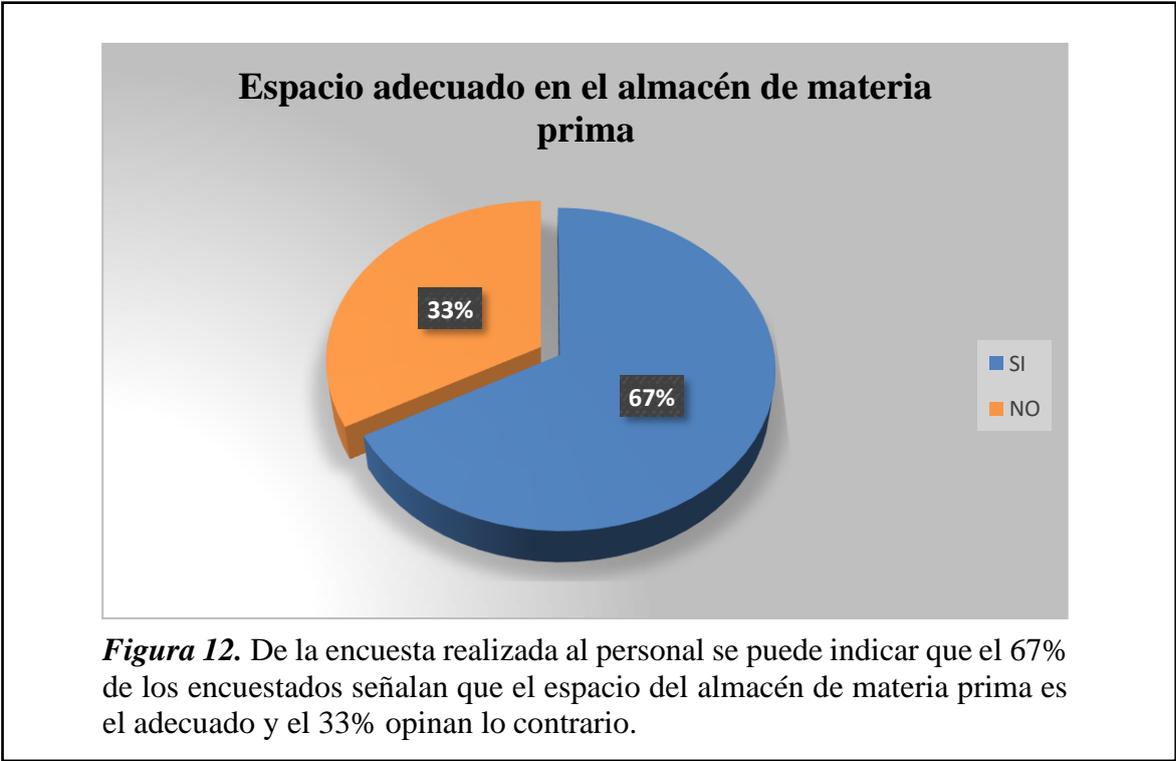
ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Siempre	1	33%
A veces	2	67%
Nunca	0	0%
Total	3	100%

Fuente: Elaboración propia basada en la encuesta.

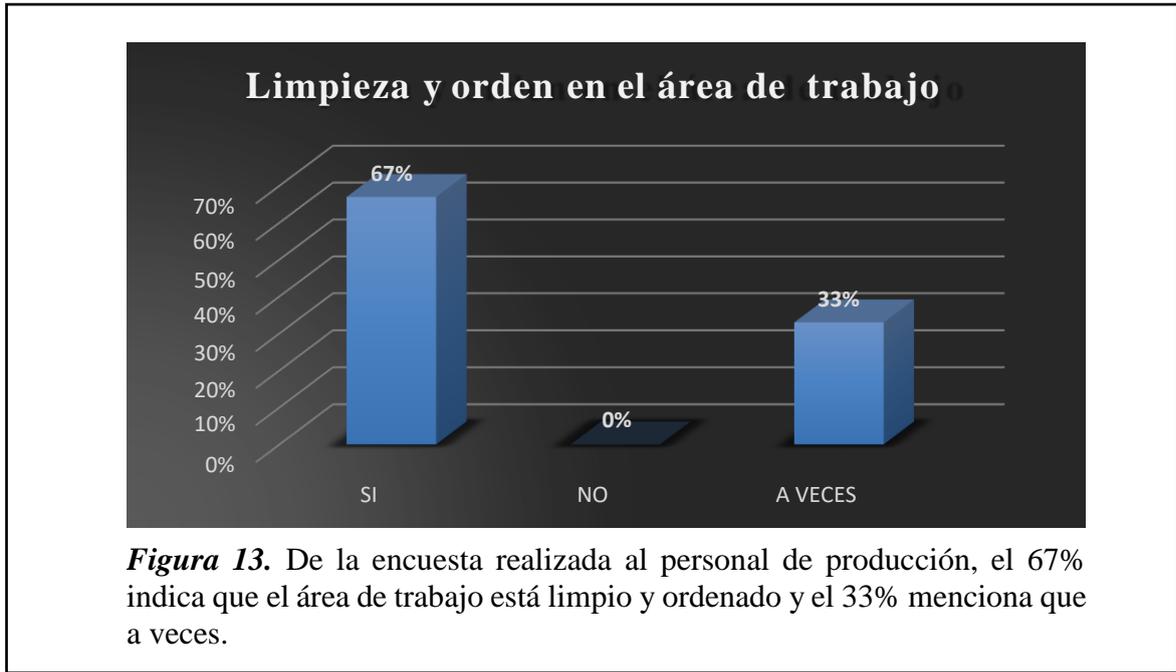
En la tabla 9 se puede observar que el 67% de las personas encuestadas afirman que a veces el abastecimiento de materia prima es el adecuado y el 33% menciona que es siempre. Debido a la problemática de la empresa en lo que es el presupuesto no siempre se cuenta con un correcto abastecimiento de materia prima es por ello que a veces los operarios no suelen producir por dicho problema de abastecimiento.



En la figura 12 se puede apreciar que existe un adecuado almacén de producto terminado y a la vez se puede afirmar que no se tiene dificultades ni problemas en esta parte del proceso.



En la figura 13 se puede observar que para la mayoría de operarios si existe un espacio suficiente de recepción de materia prima del cual pueden acceder con facilidad en el momento que se requiera en la producción.



En la figura 14 se puede percibir que el ambiente donde laboran a veces está limpio y ordenado, lo esencial sería que siempre lo esté ya el orden y la limpieza permite al operario laborar con más tranquilidad, comodidad y eficiencia; lo cual lleva a una mayor productividad.

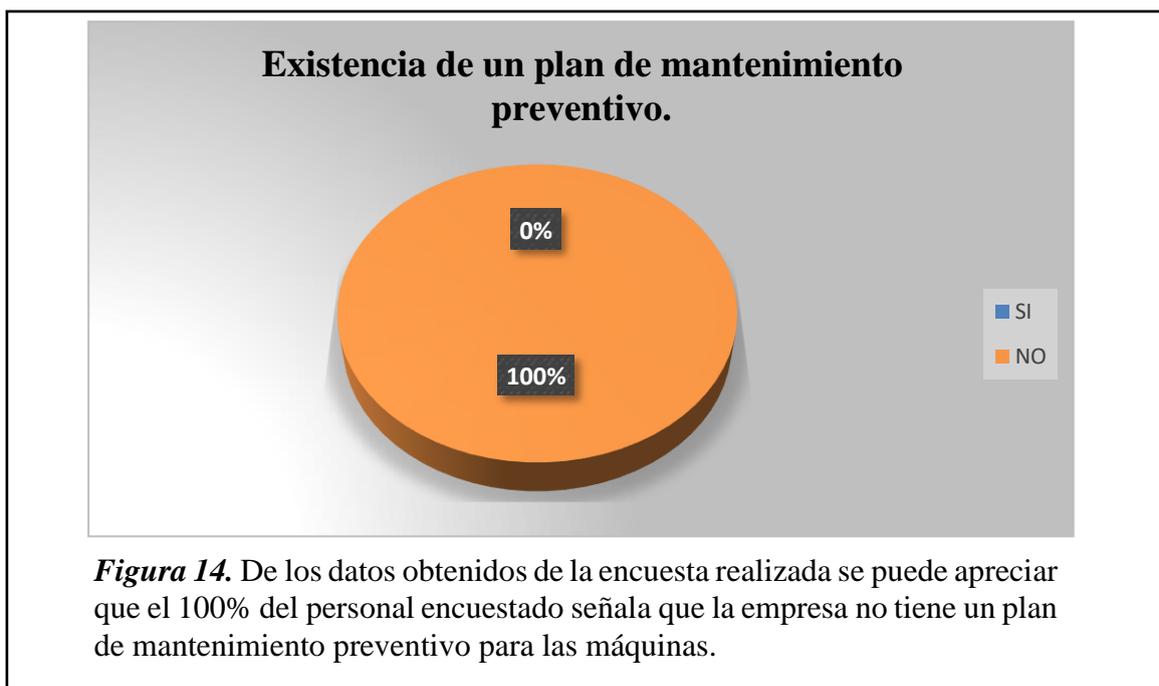
Tabla 10

Frecuencia de inoperatividad de la máquina a causa de fallas.

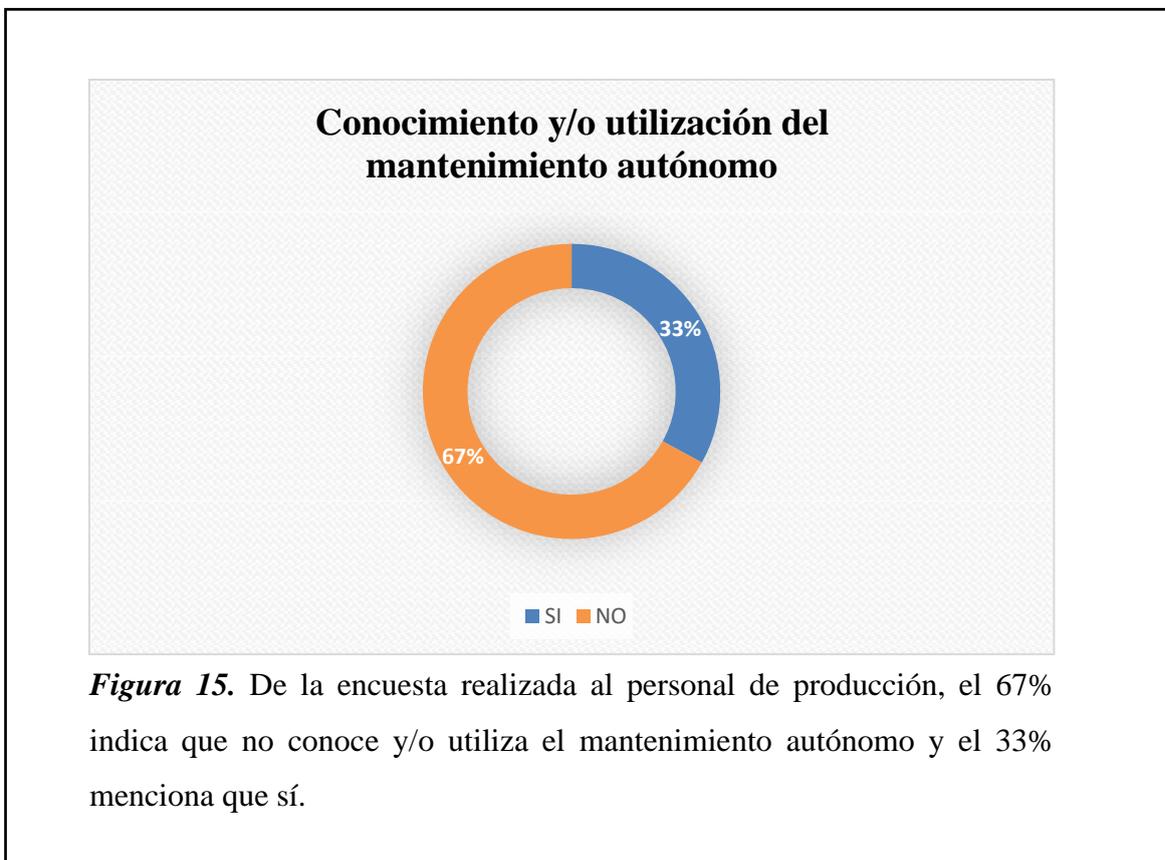
ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1 vez por semana	2	67%
2 veces por semana	0	0%
3 veces por semana	0	0%
Otros	1	33%
Total	3	1

Fuente: Elaboración propia basada en la encuesta.

En la tabla 10 se puede apreciar que 67% de encuestados afirman que la frecuencia de inoperatividad de la máquina de producción es de 1 vez por semana y el 33% comenta que es otra frecuencia. Según los operarios mencionan que mayormente la maquinaria cuando esta con fallas, para una vez por semana o por horas hasta que la arreglen, pero debido a esa parada que hace se deja de producir y eso es un problema para la empresa porque retrasa la producción establecida.



En la figura 15 se puede visualizar la inexistencia de un plan de mantenimiento en las maquinas es por ello que existen las fallas y eso origina que la producción se tenga y no se llegue a la cantidad establecida de producción.



En la figura 16 se puede afirmar que la mayoría de operarios no conoce lo que es un mantenimiento autónomo y esto se debe por falta de capacitación de las autoridades de la empresa La casa del tornillo hacia el personal de producción.

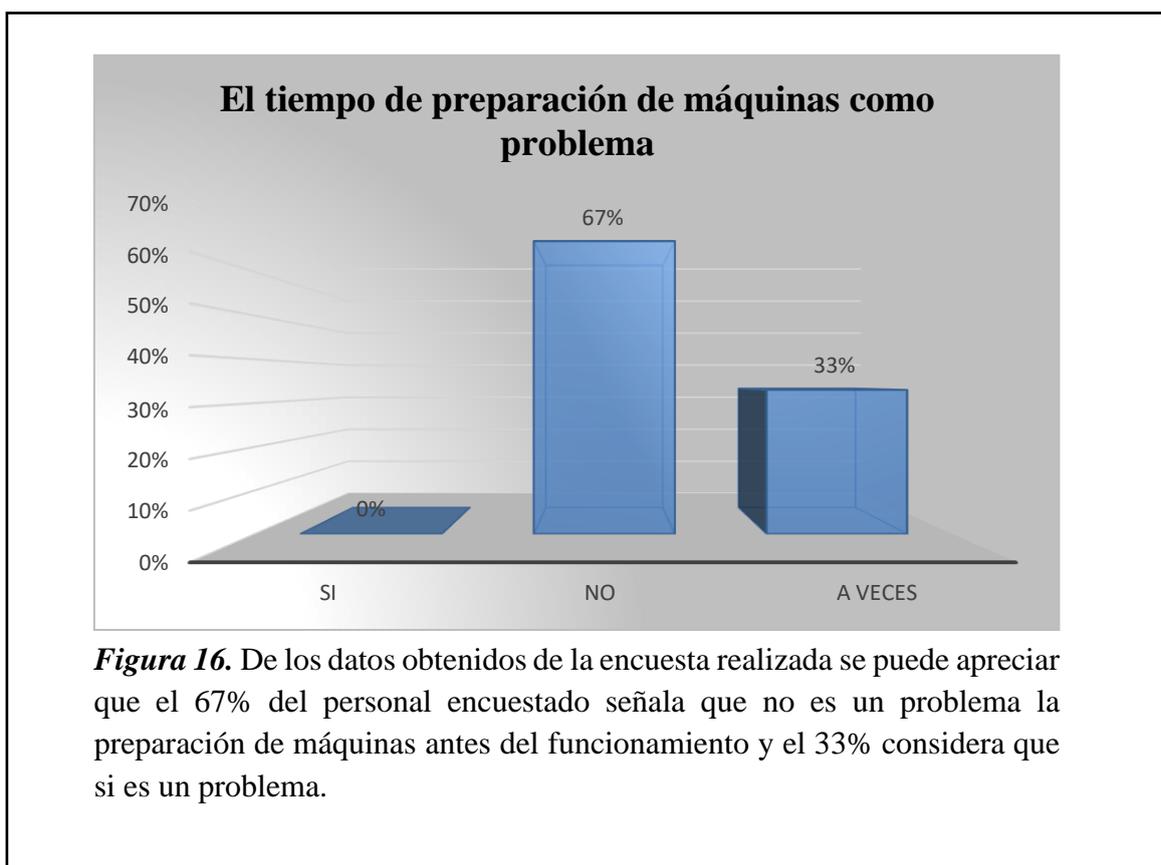
Tabla 11

Causas de las paradas de producción.

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Fallas en la maquinaria	1	33%
Falta de materia prima	0	0%
Fallas en la maquinaria y materia prima	2	67%
Otros	0	0%
Total	3	100%

Fuente: Elaboración propia basada en la encuesta.

En la tabla 11 se puede percibir que el 67% de encuestados afirman que las fallas en la maquinaria y materia prima son las causas de las paradas de producción y el 33% asegura que son las fallas en la maquinaria las causantes. Las paradas se dan por ambos problemas ya que si el funcionamiento de las maquinas está en estado normal pero no hay la suficiente materia prima para poder producir o viceversa y es por ello donde se detectan las pérdidas.



En la figura 17 se puede observar que principalmente no se considera un problema el preparar las máquinas antes de comenzar a producir, incluso es mejor ya que; podemos observar que fallas pueda tener o que necesita para que tenga un buen funcionamiento durante la producción y no tener paradas ni pérdidas.

3.1.3.2. Herramientas de diagnóstico

A. Diagrama de Ishikawa



Figura 17. Diagrama de Ishikawa de la problemática en estudio.

Fuente: Elaboración propia.

B. Diagrama de Pareto

Para poder analizar los problemas o causas más perjudiciales en la productividad de la empresa en estudio se realizó primero una matriz de ponderación de los problemas que afectan gravemente a la empresa, y después se utilizaría el diagrama de Pareto, para conocer los problemas que serían el 80% de la problemática de la empresa La casa del tornillo S.A.C. Entre los problemas que perjudican la productividad en esta investigación se presentan en la tabla 12.

Tabla 12

Problemas o causas que afectan la productividad de la empresa La casa del tornillo S.A.C.

Problema	Descripción
P1	Falta de capacitación y supervisión.
P2	Mano de obra sin contrato.
P3	No hay mantenimiento preventivo en las máquinas.
P4	Desorden y falta de limpieza.
P5	Falta de cumplimiento de los proveedores.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez identificado los problemas se realiza una matriz de ponderación referente a un mayor grado de importancia y factibilidad de cada problema frente a otro colocando “1” si lo es y “0” si no lo es, tener en cuenta que la matriz se realizó con el apoyo del jefe de producción ya que por su experiencia y conocimiento acerca de la situación actual de la empresa. La matriz de ponderación se puede ver en la figura 19.

	P1	P2	P3	P4	P5	Ponderación
P1		1	0	0	1	2
P2	0		0	0	0	0
P3	1	1		1	1	4
P4	1	1	0		1	3
P5	0	1	0	0		1

Figura 18. Matriz de ponderación de los problemas que afectan la productividad de la empresa.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizado la matriz de ponderación, se procede aplicar el diagrama de Pareto y primero ordenamos de mayor a menor los resultados de la ponderación de los problemas y después hallar los porcentajes y acumulado de porcentajes.

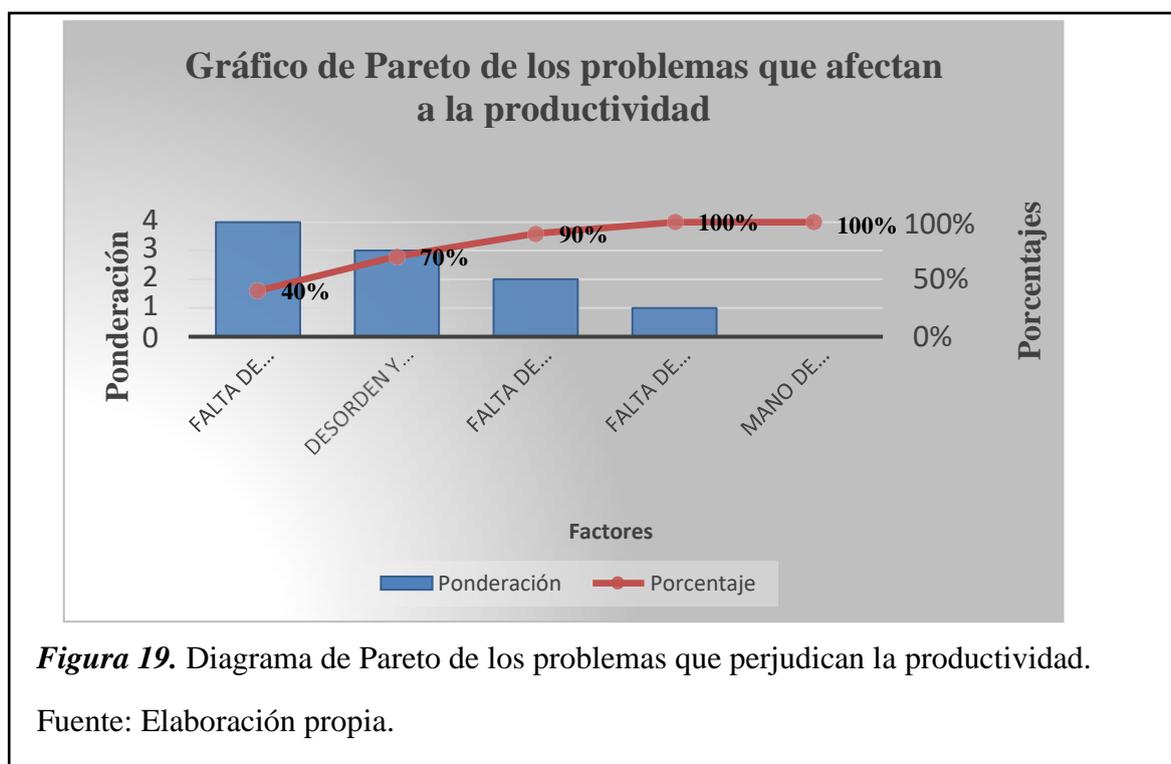
Tabla 13

Problemas con su ponderación y el acumulado.

Problemas	Ponderación	%	Acumulado	Acumulado %
Falta de mantenimiento preventivo en las máquinas	4	40%	4	40%
Desorden y falta de limpieza	3	30%	7	70%
Falta de Capacitación y supervisión.	2	20%	9	90%
Falta de cumplimiento de los proveedores	1	10%	10	100%
Mano de Obra sin contrato	0	0%	10	100%
Total	10	100%		

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se grafica el diagrama de Pareto de los problemas para una mejor percepción de los resultados.



De acuerdo al principio de Pareto se tendrían que trabajar con el 20 % de las causas que causarían el 80% de la problemática de la empresa en estudio.

3.1.4. Situación actual de la variable dependiente

3.1.4.1. Productividad actual de la empresa

La jornada laboral de la empresa “La casa del tornillo” es de 8 horas y se utiliza horas extras cuando es necesario para alcanzar el pedido de los clientes, se produce de lunes a sábado, sin embargo, gracias a la falta de hacer un mantenimiento preventivo, lo que genera que se paralice la producción de pernos constantemente.

Tabla 14

Datos referentes a la producción.

Datos	Descripción
Producción de pernos por día	250 pernos
Horas laborables	8 horas/día
Producción de pernos por hora	31.25 pernos
Número de Operarios	3 operarios

Fuente: Empresa “Industrias Casa del Tornillo S.A.C.”

Teniendo datos de la producción de pernos se procede a tener en cuenta la programación espera de la producción de pernos en el tiempo de estudio que serán 10 meses, que se ve en la tabla 14.

Tabla 15*Producción esperada de pernos desde enero a octubre del 2019.*

Mes	Días laborales	Producción esperada por día	Producción esperada por mes
Enero	26	250	6500
Febrero	24	250	6000
Marzo	26	250	6500
Abril	25	250	6250
Mayo	27	250	6750
Junio	25	250	6250
Julio	27	250	6750
Agosto	27	250	6750
Setiembre	25	250	6250
Octubre	27	250	6750
Total	259		64750

Fuente: Empresa “Industrias Casa del Tornillo S.A.C.”

En la tabla 15 se puede ver la producción esperada durante los diez meses en estudio pero como ya se mencionó la falta de orden en el área de trabajo y mantenimiento en las maquinas ubicadas en el área de producción genera paros al momento de fabricar los pernos lo cual ocasiona que la producción se aleje mucho a la producción esperada, lo cual se aprecia en las siguientes tablas 16 y 17, esta información son datos históricos de la empresa.

Tabla 16*Producción perdida de enero a octubre del 2019 a causa de paradas de máquinas.*

Mes	Máquina	N^a Fallas	Tiempo de paradas (hora)	Producción por hora	Producción perdida (unidades)	Producción pérdida total mes
Enero	Prensa Excéntrica	1	2	31.25	62.50	234.39
	Máquina Despuntadora	2	1.5	31.25	46.88	
	Prensa de Fricción	1	1.5	31.25	46.88	
	Máquina Roscadora	3	2.5	31.25	78.13	
Febrero	Prensa Excéntrica	1	1	31.25	31.25	218.75
	Máquina Despuntadora	2	2	31.25	62.50	
	Prensa de Fricción	2	3	31.25	93.75	
	Máquina Roscadora	2	1	31.25	31.25	
Marzo	Prensa Excéntrica	2	1.5	31.25	46.88	140.63
	Máquina Despuntadora	1	1	31.25	31.25	
	Prensa de Fricción	1	1	31.25	31.25	
	Máquina Roscadora	1	1	31.25	31.25	
Abril	Prensa Excéntrica	1	1	31.25	31.25	203.13
	Máquina Despuntadora	3	2	31.25	62.50	
	Prensa de Fricción	2	2	31.25	62.50	
	Máquina Roscadora	2	1.5	31.25	46.88	
Mayo	Prensa Excéntrica	1	1	31.25	31.25	156.25
	Máquina Despuntadora	1	1	31.25	31.25	
	Prensa de Fricción	2	2	31.25	62.50	
	Máquina Roscadora	1	1	31.25	31.25	
Sub Total		32	30.5			953.15

Fuente: Empresa “Industrias Casa del Tornillo S.A.C.”.

Tabla 17

Producción pérdida de enero a octubre del 2019 a causa de paradas de máquinas.

(Continuación).

Mes	Máquina	N^a Fallas	Tiempo de paradas (hora)	Producción n por hora	Producción perdida (unidades)	Producción pérdida total mes
Junio	Prensa Excéntrica	1	1	31.25	31.25	187.51
	Máquina Despuntadora	2	2.5	31.25	78.13	
	Prensa de Fricción	1	1	31.25	31.25	
	Máquina Roscadora	1	1.5	31.25	46.88	
Julio	Prensa Excéntrica	2	2.5	31.25	78.13	250.01
	Máquina Despuntadora	2	2	31.25	62.50	
	Prensa de Fricción	1	1	31.25	31.25	
	Máquina Roscadora	3	2.5	31.25	78.13	
Agosto	Prensa Excéntrica	1	1.5	31.25	46.88	234.38
	Máquina Despuntadora	2	2	31.25	62.50	
	Prensa de Fricción	1	1	31.25	31.25	
	Máquina Roscadora	2	3	31.25	93.75	
Setiembre	Prensa Excéntrica	1	1	31.25	31.25	187.51
	Máquina Despuntadora	2	1	31.25	31.25	
	Prensa de Fricción	1	1.5	31.25	46.88	
	Máquina Roscadora	2	2.5	31.25	78.13	
Octubre	Prensa Excéntrica	1	1.5	31.25	46.88	218.76
	Máquina Despuntadora	2	3	31.25	93.75	
	Prensa de Fricción	1	1	31.25	31.25	
	Máquina Roscadora	2	1.5	31.25	46.88	
Sub total		31	34.50			1078.17
Total		63	65			2031.32

Fuente: Elaboración propia basada de datos históricos de la empresa.

Una vez hallada la producción pérdida por las paradas de máquinas, se procede a calcular la producción real de pernos en la empresa Industrias Casa del Tornillo S.A.C. durante los diez meses en estudio, lo cual se presenta en la tabla 17.

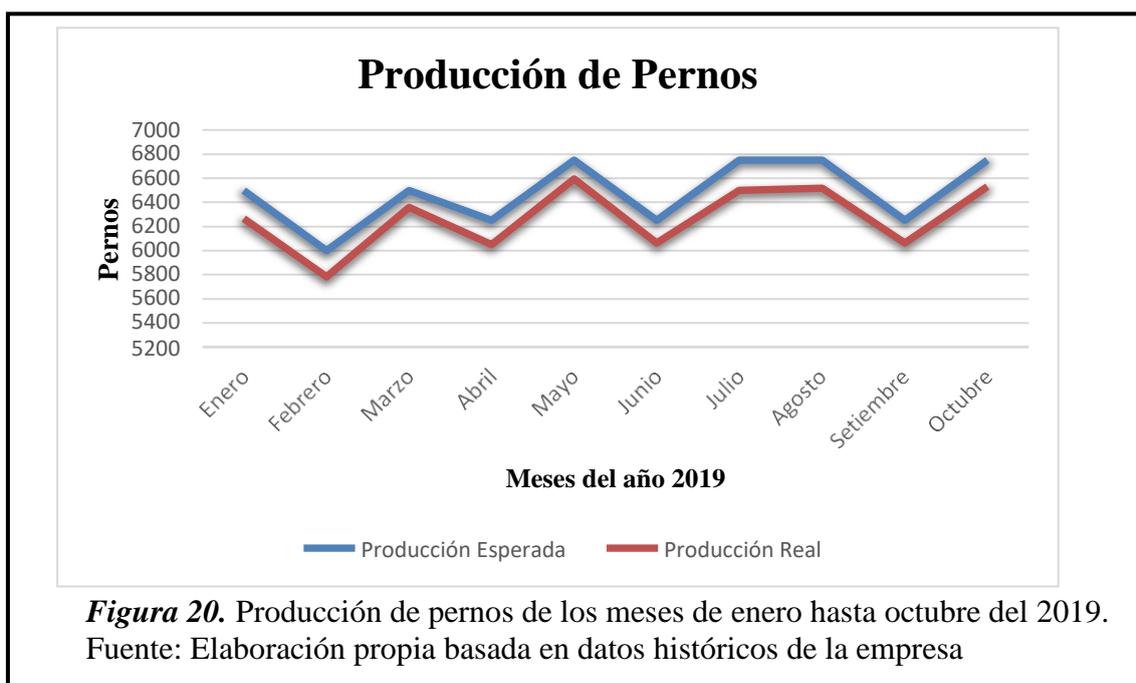
Tabla 18

Producción real de pernos de los meses de enero hasta octubre del 2019.

Mes	Días Laborales	Producción esperada (unid)	Producción pérdida (unid)	Producción real (unid)
Enero	26	6500	234.39	6265.61
Febrero	24	6000	218.75	5781.25
Marzo	26	6500	140.63	6359.37
Abril	25	6250	203.13	6046.87
Mayo	27	6750	156.25	6593.75
Junio	25	6250	187.51	6062.49
Julio	27	6750	250.01	6499.99
Agosto	27	6750	234.38	6515.62
Setiembre	25	6250	187.51	6062.49
Octubre	27	6750	218.76	6531.24
Total	259	64750	2031.32	62718.68

Fuente: Elaboración propia basada en datos históricos de la empresa.

En la tabla 18 se puede apreciar la producción real de pernos ocasionado por la problemática de la empresa, lo cual se puede apreciar en la figura 21.



Calculo de la Productividad

En el área de producción de la empresa cuentan con 3 operarios y 4 máquinas y se sabe que laboran 6 días a la semana. Con todos esos datos se tendrá en cuenta para calcular el valor de la productividad parcial de la producción con respecto al número de operarios y número de máquinas.

Productividad parcial de la mano de obra

Para calcular la productividad parcial de la mano de obra se utiliza la siguiente formula.

$$Productividad_{Mo} = \frac{Producción}{N^{\circ} Operarios}$$

Datos en el periodo de 10 meses:

Producción real en el periodo: 62718.68 \cong 62719 pernos.

Cantidad de operarios: 3 operarios.

$$Productividad_{Mo} = \frac{62719 \text{ pernos}}{3 \text{ operarios}}$$

$$Productividad_{Mo} = 20906.33 \text{ pernos/operario}$$

Se puede apreciar que la productividad parcial referente a la mano de obra es de 20906.33 pernos por operario en el periodo de producción de pernos durante los diez meses en el año 2019. Lo cual se tendría que incrementar las utilidades de la empresa que se está estudiando.

Productividad Parcial de la Maquinaria

Para calcular la productividad parcial de la maquinaria se utiliza la siguiente fórmula.

$$Productividad_{Mq} = \frac{Producción}{Horas - Máquina}$$

Datos en el periodo de 10 meses:

Producción real en el periodo: $62718.68 \cong 62719$ pernos.

Cantidad de máquinas: 4 máquinas.

$$Productividad_{Mq} = \frac{62719 \text{ pernos}}{4 \text{ máquinas}}$$

$$Productividad_{Mq} = 15679.75 \text{ pernos/máquina}$$

Se aprecia que la productividad de la maquinaria es de 15679.75 pernos por máquina en el periodo en estudio, lo cual se espera incrementar con las propuestas en investigación para que así se pueda dar solución al problema actual.

3.2. Propuesta de investigación

3.2.1. Fundamentación

El diagnóstico de la situación presente nos da a conocer los desperfectos que hay en el proceso productivo y las causas que predominan en el área de producción y en la productividad de la empresa “Industrias Casa del Tornillo S.A.C.”. Con la información adquirida y la experiencia que se obtuvo de las diversas visitas que se realizaron a la empresa y fundamentos para la base teórica que se hizo en la investigación. Por ende, se propone una mejora para los procesos productivos en la elaboración de pernos en la empresa “Industrias Casa del Tornillo S.A.C.”, Chiclayo.

3.2.2. Objetivos de la propuesta

Esta propuesta tiene el fin de plantear un conjunto de diferentes acciones que permita perfeccionar los procesos productivos que se hacen en la empresa para aportar en el aumento de la productividad.

Justificación de la propuesta

Esta propuesta se justifica porque la empresa actualmente tiene un desorden y falta de limpieza en la producción, lo que hace que las actividades se dificulten porque las herramientas, materiales, etc. están ubicados en cualquier parte dentro del área y la empresa no hace un mantenimiento preventivo produciendo retrasos al elaborar pernos cuando hay fallas.

3.2.3. Desarrollo de la propuesta

Conociendo estos problemas e identificadas las posibles herramientas que se implementarán, se procede a proponer mejoras apoyadas en las herramientas del lean Manufacturing, especialmente en 5 S y RCM.

Problemas en el área de producción

A continuación, se presentan los problemas a mejorar en el estudio.

Problema 1. Desorden y falta de limpieza en el área de elaboración de pernos.



Figura 21. Falta de orden y de limpieza.

Fuente: Empresa.

Problema 2. Falta de mantenimiento preventivo hacia las máquinas.



Figura 22. Falta de mantenimiento preventivo.

Fuente: Empresa.

3.2.3.1. Implementaciones para la propuesta

3.2.3.1.1. Implementación de las 5S

Se realizó la implementación de las 5s para el problema 1, ya que la empresa no tiene un buen orden y mucho menos una limpieza adecuada en el área de elaboración de pernos.

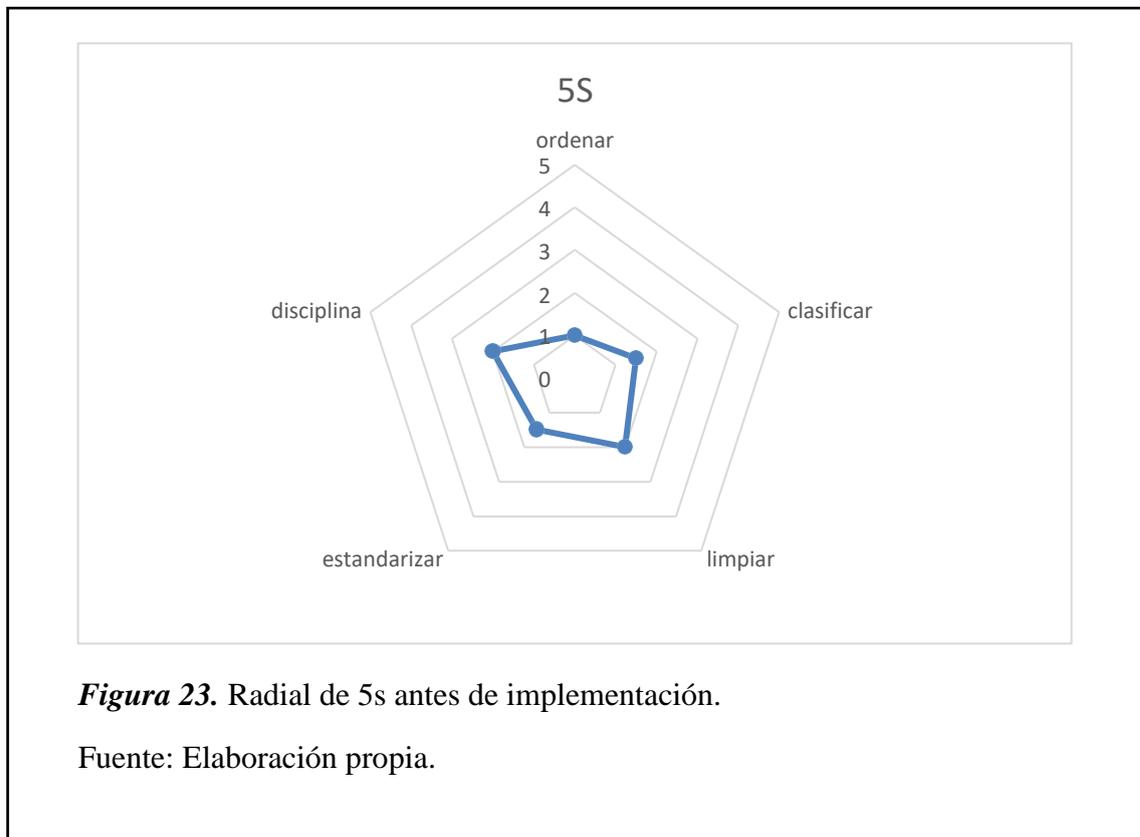
De acuerdo a las observaciones realizadas en el área de producción de la empresa Casa del Tornillo S.A.C. se pudo los siguientes resultados que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 20

Puntuación de las 5S antes de implementarlas

Descripción	Puntuación
Ordenar	1
Clasificar	1.5
Limpiar	2
Estandarizar	1.5
Disciplina	2

Fuente: Elaboración propia.



A. Implantación de la Primera S: Clasificar

En esta primera fase radica en separar aquellas cosas que no necesitan, haciendo una lista de las herramientas, artículos y materiales existentes en el área de producción “Industrias Casa del Tornillo S.A.C.”

Para ello, se propone tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- a. Hacer un registro tanto de los equipos, las herramientas y los materiales que no sean necesarios para luego proceder a eliminarlos.
- b. Se debe clasificar las cosas que se encuentren en el área con etiquetas que indiquen lo necesario y lo innecesario.
- c. Mantener lo que se necesita y lo que no es de importancia para el área se debe eliminar.
- d. Por último, apartar los elementos que se emplean de acuerdo a la naturaleza, el uso que se les da, la seguridad y la reiteración de veces que se utiliza, esto el motivo de facilitar la prontitud para desarrollar el trabajo.

Así que, teniendo en consideración las indicaciones que se mencionaron, se procederá a reconocer el material innecesario para ello se tendrá en cuenta la guía de observación, el formato para identificar materiales innecesarios y las famosas tarjetas rojas.

Tarjetas rojas

Mediante el uso de las tarjetas rojas dentro la empresa INDUSTRIAS CASA DEL TORNILLO S.A.C. se logrará:

- a) Primero identificar los materiales que no sean necesarios en una determinada área de trabajo, para proceder a sacarlos.
- b) Ahora se identificará herramientas que ya no estén en buenas condiciones para posteriormente ser desechadas.
- c) Finalmente identificar a que categoría pertenece cada artículo, herramienta o material.

Tarjeta Roja		
NOMBRE DEL ARTICULO		FOLIO N° 0001
CATEGORIA	1. Maquinaria 2. Accesorios y herramientas 3. Instrumental de Medición 4. Materia Prima. 5. Refacción	6. Inventario en Proceso 7. Producto Terminado 8. Equipo de Oficina 9. Librería y papelería 10. Limpieza o pesticidas
FECHA	LOCALIZACIÓN	TIPO DE COORDENADA
CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR \$
RAZÓN	1. No se necesitan 2. Defectuoso 3. No se necesita pronto 4. Material de desperdicio 5. Uso desconocido	6. Contaminante 7. Otro
Consideraciones especiales de almacenaje		
<input type="checkbox"/> Ventilación especial	<input type="checkbox"/> En camas de _____	
<input type="checkbox"/> Frágil	<input type="checkbox"/> Máxima altura _____ cajas	
<input type="checkbox"/> Explosivo	<input type="checkbox"/> Ambiente a _____ °C	
ELABORADA POR	Departamento o sección	
FORMA DE DESECHO	1. Tirar 2. Vender 3. Otros 4. Mover áreas de tarjetas rojas 5. Mover otro almacén 6. Regresar proveedor int o ext	Desecho completo Firma autorizada(s)
FECHA DE DESECHO	Firma de autorización	FECHA DE DESPACHO
Vender o tirar		

Nombre:	Fecha:	FOLIO	N° 0001	Tarjeta	R	MINI-PLANTA
----------------	---------------	--------------	----------------	----------------	----------	--------------------

Figura 24. Ejemplo de tarjeta roja

Fuente: Google 2020.

Estas tarjetas autorizan marcar y dar a conocer que en ese sitio de trabajo hay algo que no debería estar porque no se utiliza y que por lo tanto se debe tomar una acción correctiva correspondiente para sacar esas cosas.

Tabla 21

Materiales para elaboración de tarjeta roja.

Materiales	Unidades	Precio en soles
Cartulina	12	6
Hojas bond	50	5
Impresión	50	5
Colgadores	5	5
Total		21

Fuente: Elaboración propia.

B. Implantación de la Segunda S: Organizar

Después de haber eliminado todos los elementos que no son necesarios dentro del área, se procederá a definir el sitio donde serían ubicados los elementos necesarios, desde luego en un ambiente donde se pueda facilitar el volver a encontrarlos cuando se necesite utilizarlos y el flujo productivo sea de forma continua para suprimir el tiempo que se demoraría buscando y de ese modo dar facilidad para el regreso al sitio donde estaba.

Implementación de señalización de pisos

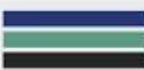
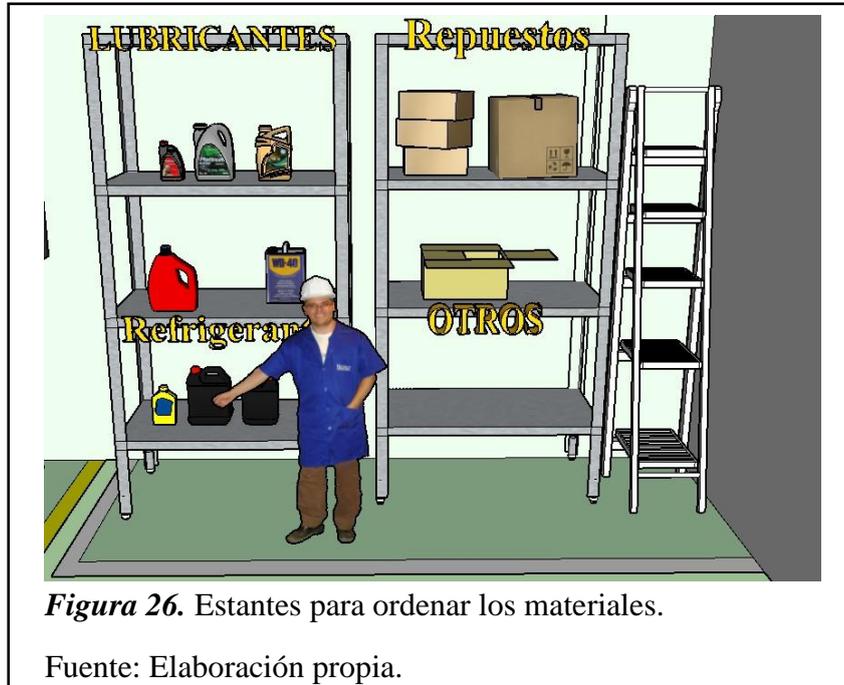
Color	Marcaje	Área
Amarillo		Pasillos, calles de tránsito y estaciones de trabajo.
Blanco		Material y equipamiento de estaciones de trabajo, estantes.
Azul, verde, negro		Materiales y componentes, incluyendo materia prima, trabajo en proceso y producto terminado.
Naranja		Materiales o productos detenidos para inspección, revisión.
Rojo		Materiales con defectos, mermas, desechos, reproceso, devoluciones.
Fotoluminiscente		Escalones y demarcaciones perimetrales para identificar rutas de salida en emergencias sin luz.
Rojo y blanco		Áreas que se deben mantener libres por motivos de seguridad/normativa (áreas enfrente de paneles eléctricos, equipo contra incendios y equipo de seguridad, como estaciones de lavado de ojos, lavamanos de emergencia y estaciones de primeros auxilios).
Negro y blanco		Áreas que se deben mantener libres por propósitos de operaciones (no relacionados con la seguridad y normativa).
Negro y amarillo		Áreas que podrían exponer a los empleados a riesgos especiales ya sea físicos o de salud.

Figura 25. Señalización de pisos.

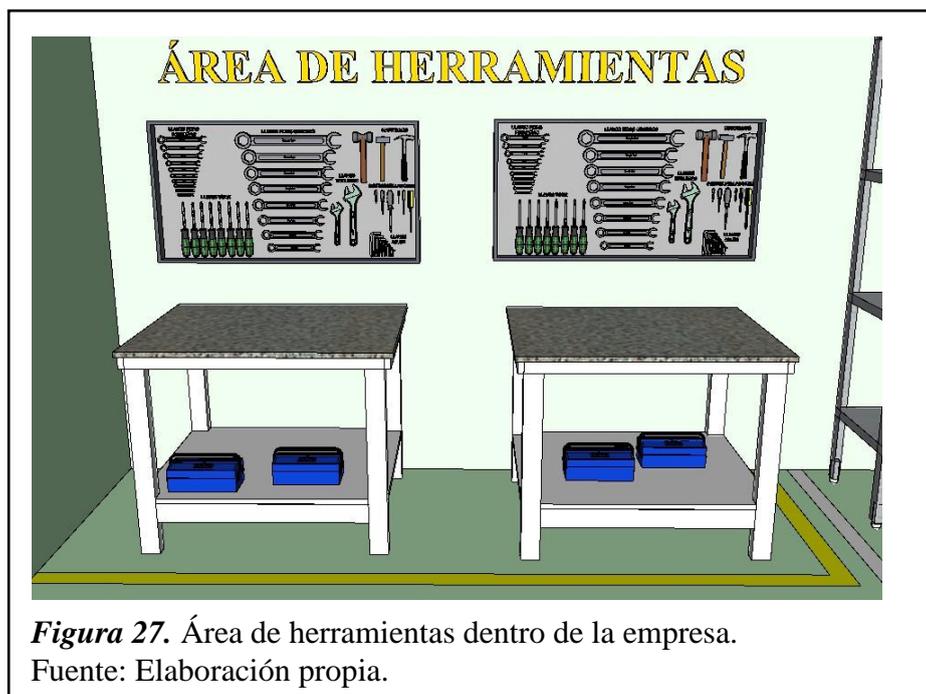
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 26 mostrada con anterioridad se puede apreciar las señalizaciones, la cual se colocarán en el área de producción de pernos; respetando desde luego cada tipo de señalización.

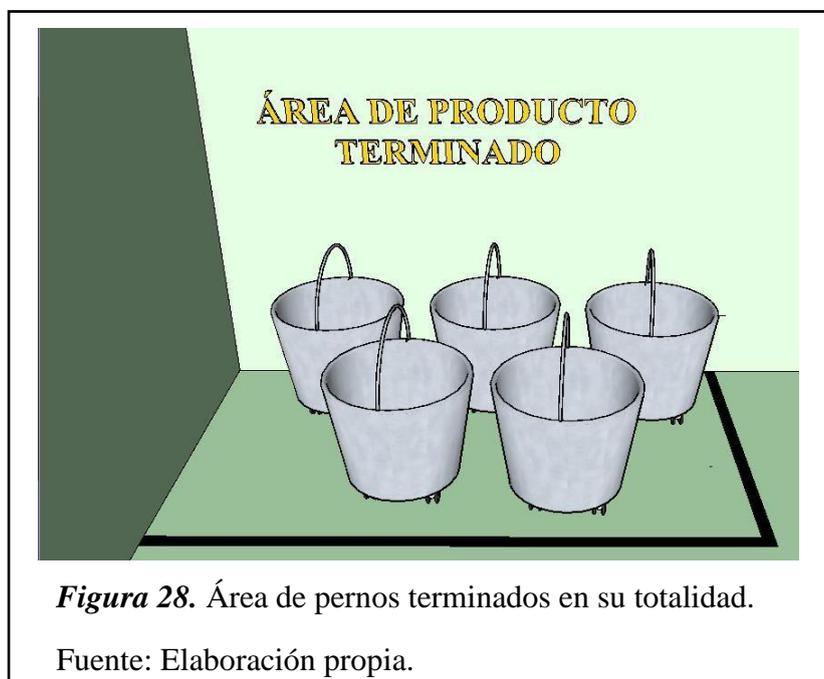
Para una mejor ubicación de lubricantes, combustible, repuestos y otros se propone ubicarlos en estantes de manera que sea fácil de acceder para los colaboradores. Además, se pintará el piso con la señalización que corresponde como se visualiza en la figura 27.



También, en la figura 28 se ve que se propone implementar una pequeña área donde se encuentren las herramientas que se necesitan para realizar las actividades diarias, de modo que haya un orden y facilite el encuentro de estas.



Por otro lado, también habrá un área de producto terminado donde irán los pernos ya realizados en su totalidad, la cual se encontrarán dentro de recipientes grandes como se ve en la figura 29.



En la figura 30 se aprecia cómo se añadirá una pequeña área al costado de la puerta de entrada en una esquina donde se colocarán los diferentes útiles de limpieza como los recogedores, las escobas y alguna franela o trapo que se utilice se colocará en los estantes.



Tabla 22

Materiales para implementar las segunda S.

Materiales	Unidades	Precio en soles
Estantes para materiales	2	500
Recipientes para productos en proceso.	5	150
Señalización de pisos		400
Recipientes para producto terminado.	5	150
Total		1200

Fuente: Elaboración propia.

De modo que, en las siguientes figuras 31, 32 y 33 se puede observar un ángulo más general de como estaría ordenada el área de producción de pernos con lo que se necesitaría implementar para un mayor orden de herramientas, materiales, etc. La cual contará con una puerta de entrada y una puerta donde estará la materia prima para proceder a realizar los pernos.



Figura 30. Área de producción de pernos ordenada.

Fuente: Elaboración propia.

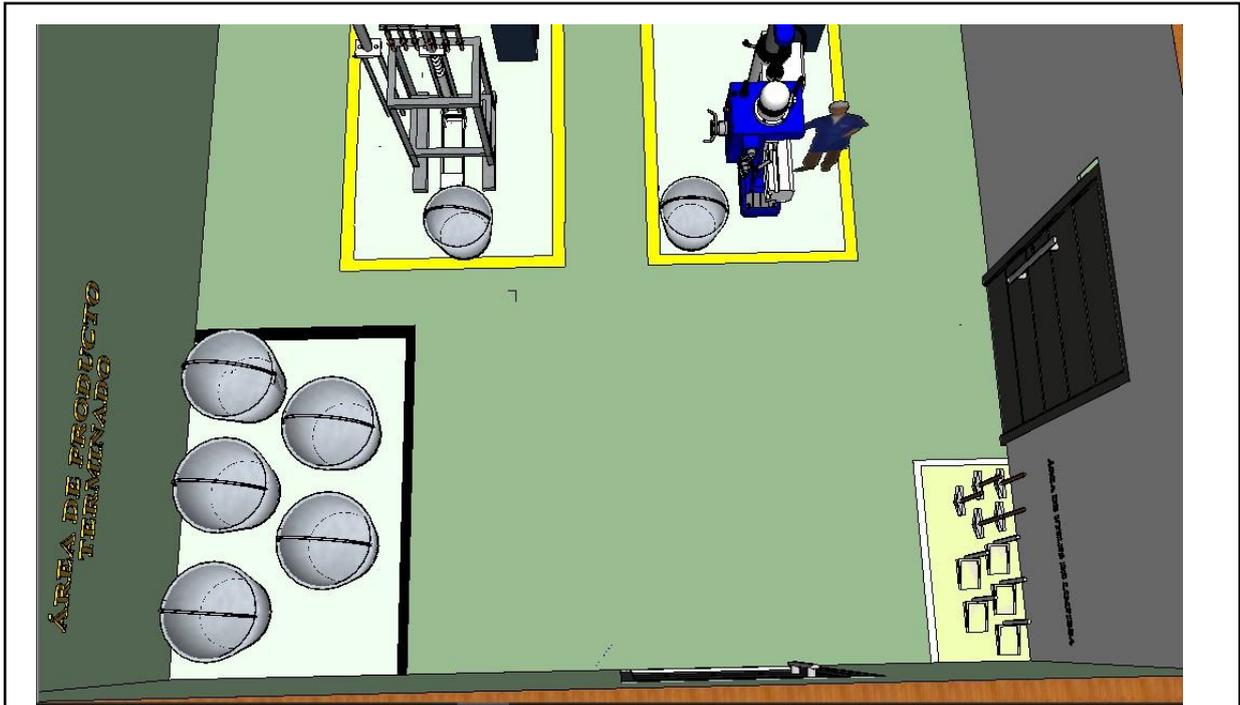


Figura 31. Área de producción ordenada desde la entrada.
 Fuente: Elaboración propia.

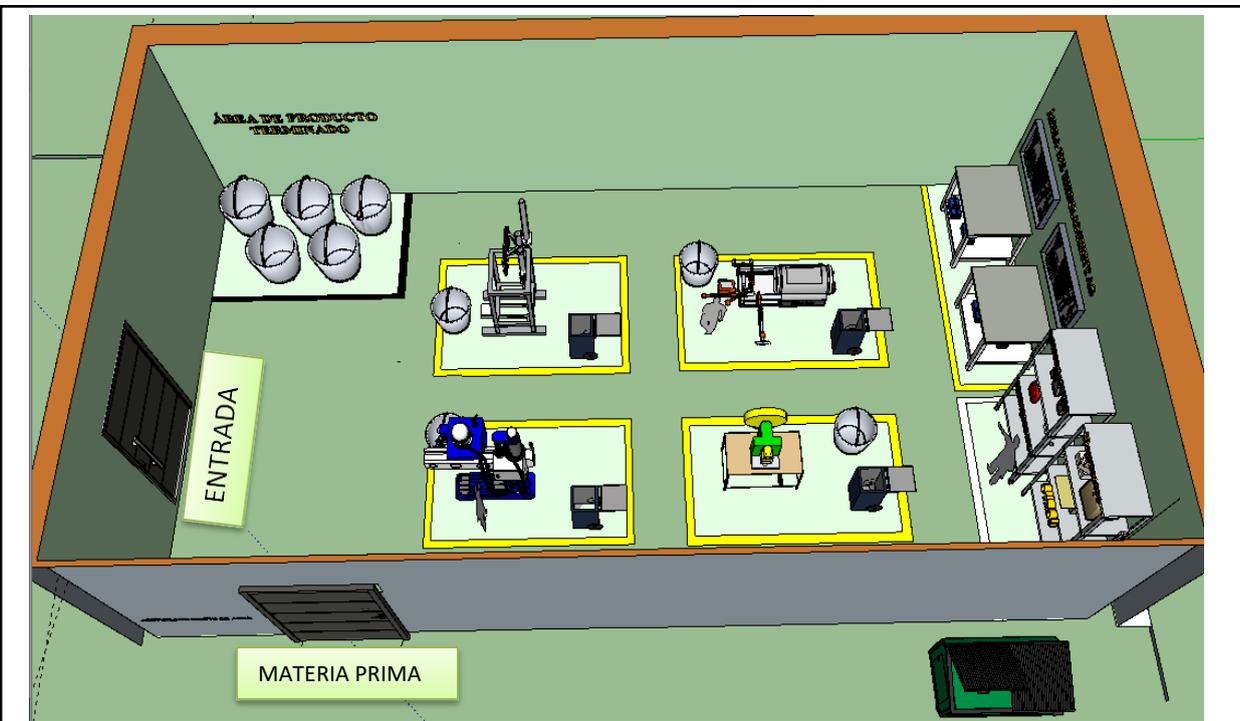


Figura 32. Área de producción de pernos con una visualización panorámica.
 Fuente: Elaboración propia.

C. Implantación de la Tercera S: Limpiar

La limpieza dentro del área de elaboración de pernos debe ser de gran importancia, ya que de ese modo el personal realizará sus actividades diarias de manera cómoda. Además, se debe realizar una limpieza tanto a las máquinas como a las herramientas que utilizan para prevenir alguna falla que genere inconvenientes a la hora de elaborar los pernos; en pocas palabras se tendría que realizar un mantenimiento preventivo.

Es por ello, que se tomará en cuenta acciones para implementar la limpieza:

- a. La integración de la limpieza debe formar parte del trabajo que se realiza a diario.
- b. Aceptar que la limpieza debe ser parte de un área de inspección diariamente.
- c. Enfocarse más en eliminar focos cables donde hay demasiada suciedad.

Fases de Limpieza

- a. **Limpieza a profundidad.** Se debe realizar una limpieza tanto en los suelos, los equipos, las estanterías y las máquinas.
- b. **Limpieza del área en el proceso de producción.** El jefe de planta quien es el líder de la metodología de las 5S, es el que está a cargo de ejecutar y hacer que se cumpla el programa de limpieza.

Programa de limpieza dentro del área de elaboración de pernos.

Se procederá a realizar la limpieza dentro del área por medio de las etapas que se verán a continuación:

Antes del proceso. Quiere decir que se hará la limpieza antes de iniciar la labor o comenzar una nueva indicación, debe ser aseada por parte de los colaboradores, teniendo en cuenta los lugares donde proviene la suciedad identificando los lugares de difícil acceso con la finalidad de poder cubrir en totalidad la limpieza dentro del área.

Durante el proceso. Se retirará los tachos con residuos o desperdicios originado por los procesos de troquelado, despuntados, forjados y roscado con la finalidad de mantener las áreas totalmente limpias.

Después del proceso. Antes de finalizar el turno laboral, los colaboradores deben asegurarse realizando una limpieza general de todos los equipos, máquinas y herramientas.



Tabla 23

Implementación de la tercera S.

Cantidad (unidades) y (kg)	Herramienta	Costo (soles)
5 unidades	Escoba	35
5 unidades	Recogedor	25
1 unidades	Contenedor de basura	80
4 unidades	Tachos de residuos	160
5kg	Trapos industriales	22
	Total	322

Fuente: Elaboración propia.

D. Implantación de la Cuarta S: Estandarizar

Esta implantación de la cuarta S va a lograr afianzar las metas después de haber asumido las tres anteriores “S”, porque al organizar todo aseguró unos efectos duraderos, porque si no existiera un proceso no podría mantenerse los logros que se hicieron y se perderá las acciones que se habían planteado.

En la etapa 4 se va a tener en cuenta pasos que se mencionarán a continuación:

a) Establecer responsabilidades y asignaciones

Para ello se necesitará que los colaboradores de la empresa La casa del tornillo S.A.C. tengan en claro las responsabilidades que tienen dentro de la empresa y acatar la implementación de las 5s para que en un periodo de tiempo las primeras 3S mejoren.

b) Desarrollar de manera continua las 3 primeras S

Esto se realizará de manera continua, es decir hacer tareas que mantengan las primeras tres S.

Seiri. Desechar cualquier elemento que no sea necesario estar dentro del área de elaboración, así no esté en las tarjetas rojas.

Seiton. Se debe tener un lugar indicado para cada material o herramienta de trabajo, con su determinada identificación para que facilite a los colaboradores al momento de localizarlos.

Seiso. Se limpiará de manera diaria el área de elaboración de pernos.

c) Verificar y mejorar continuamente las 3 primeras S

Se vera de forma periódica la lista de verificación que es la siguiente.

Evaluación	Criterio	Calificación (0 -3)
Seiri	¿Existen objetos innecesarios en las áreas de trabajo?	
Seiton	¿El área de trabajo está organizada y ordenada?	
Seiso	¿El área de trabajo, elementos, maquinaria, etc., se encuentran limpias?	
Puntaje Total		
Clasificación Puntaje total obtenido		
0 - 2	Deficiente	
3 - 5	Regular	
6 - 7	Bueno	
8 - 9	Excelente	

Figura 36. Lista de verificación.
Fuente: Elaboración propia

d) Identificar oportunidades de mejora

La administración de la empresa debe incentivar a las personas a proponer nuevas ideas para mejorar el área de trabajo y fomentar a realizar la implementación de manera continua. Las ideas se realizarán mediante sugerencias en las reuniones que tenga la empresa

CAPACITACIONES CADA DOS MESES	S/.150
ACERCA DE LAS 5S	

E. Implantación de la quinta S: Disciplina

Por último en esta implantación se busca que se cumplan tanto el respeto así como todos los estándares y procedimientos que se establecen gracias a la metodología para que se cumpla de forma “inconsciente” de los colaboradores, es decir que tanto el mantenimiento como el orden y la limpieza formen parte de una cultura porque así no lo verán como una obligación diaria, sino por el contrario sentirán que es una “necesidad” que tienen que satisfacer para poder continuar con sus labores teniendo un ambiente limpio y agradable.

Sin embargo, para alcanzar ese nivel de compromiso, se necesita impulsar constantemente las 5s y también estimular al personal que está involucrado, para ello se tiene que formar un Consejo de Promoción 5s que se ocupe de difundir de manera continua la metodología y de estimular a los operarios para que cumplan con las actividades que les sea otorgada.

La función de este consejo será el de colocar carteles y repartir volantes donde se vea detalladamente que son las 5S y cuáles son los beneficios. De la misma forma se colocarán posters y afiches con mensajes motivacionales por cumplir con las tareas destinadas a cada operario que los hagan sentir orgullosos de los logros que alcanzaron.

Además, se puede fomentar mediante diferentes pasos que se mostrarán a continuación:

Realización de actividades para fomentar la participación de todos

- a) Lograr fortalecer la comunicación interna.
- b) De manera abierta discutir las decisiones que se van a tomar.
- c) Coordinar con el comité 5S algunas medidas para mejorar.
- d) Capacitación constante.
- e) Presentar sugerencias y algunas recomendaciones.

Establecer disciplina en algunas situaciones, para ello se debe respetar normas

- a) La puntualidad.
- b) Después de haber utilizado los elementos, dejarlos en su sitio.
- c) Al iniciar y finalizar limpiar su área de trabajo.
- d) Utilizar los implementos de seguridad.
- e) Tener respeto hacia las normas y políticas realizadas por la empresa.

Beneficios de aplicar las 5S

Uno de los beneficios que se genera por realizar o aplicar las 5S es que se logrará reducir los tiempos de acceder a los avíos, también a las herramientas y por supuesto a otros elementos que apoyarán en la mejora del flujo de trabajo.

Además, al tener un lugar más limpio y todo en su lugar (ordenado) conlleva al surgimiento de un aumento importante en la efectividad del equipo de manera global, ya que se disminuye los despilfarros tanto de materiales como de la energía mejorando de forma significativa la calidad que tendrá el producto y evitando que haya pérdidas para facilitar el acceso de elementos que se solicitan rápidamente en el trabajo. También mejorará la información que se obtenga en el sitio de trabajo porque así se evitaría la mayor cantidad de errores y de ese modo desarrollar el aseo o limpieza con mayor facilidad.

De acuerdo a la propuesta de mejora gracias a la utilización de la herramienta de Lean Manufacturing se estima los resultados de la siguiente tabla 24.

Radar de las 5s con la propuesta

Tabla 24

Puntuación de las 5S ya implementadas.

Descripción	Puntaje
Ordenar	4.5
Clasificar	3.5
Limpiar	4
estandarizar	4
disciplina	3.5

Fuente: Elaboración propia.

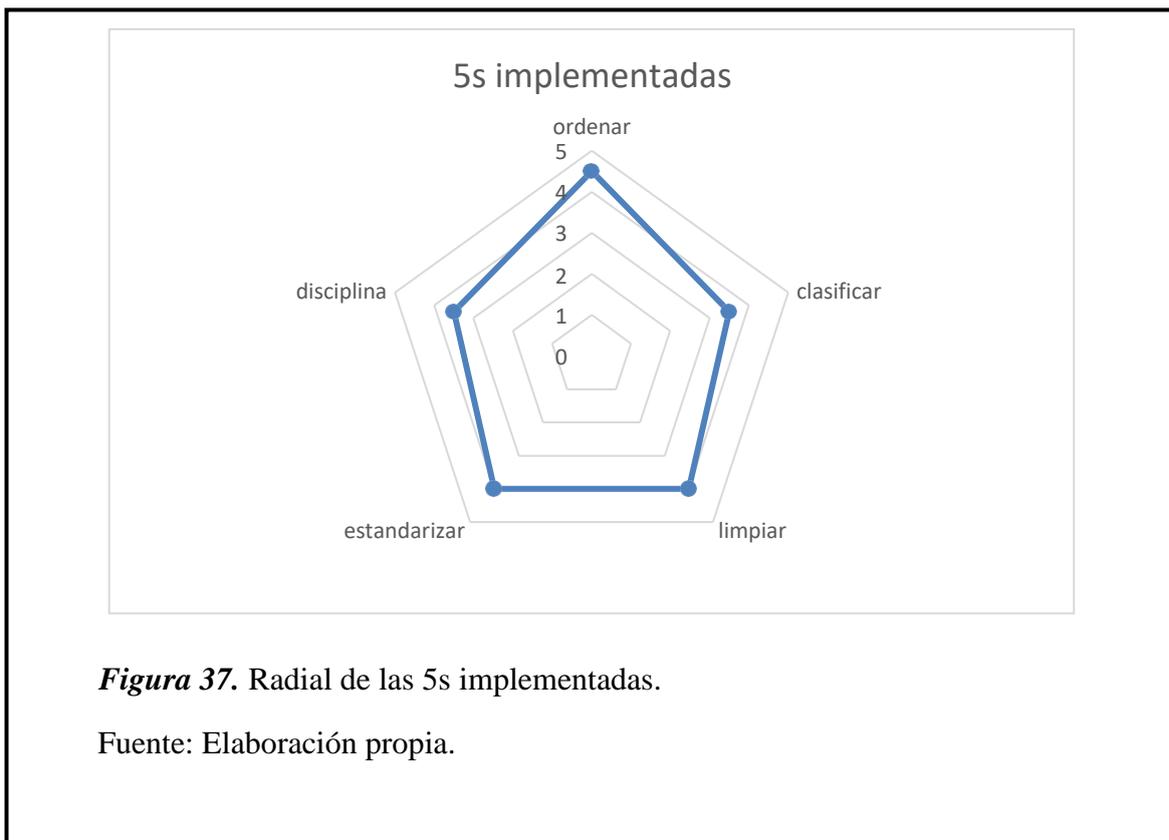


Figura 37. Radial de las 5s implementadas.

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó un reordenamiento dentro del área de elaboración de pernos, el cual se encontró sobrantes de metal que estaban dañados y también herramientas en mal estado, es decir oxidadas que solo ocupaban espacio. Por lo tanto, se deberá conversar con el dueño de la empresa para que se venda como chatarra y así se obtenga un beneficio. Entonces, se averiguó que una empresa recicladora paga 0.80 céntimos por kilogramo de metal.

Tabla 25

Beneficio por sobrantes de metal dañados y herramientas oxidadas.

N°	Detalle	Cantidad	Costo por kg	Costo Total
1	Sobrantes de metal dañados	50 kg	0.80	S/40.00
2	Herramientas oxidadas	10 kg	0.80	S/8.00
Total				S/48.00

Fuente: Elaboración propia.

Costo de la Implementación de las 5s.

Tabla 26

Costos de implementación de las 5s.

N°	Detalle	Costo Total
1	Implementación de la primera S: Planificar	S/21.00
2	Implementación de la segunda S: Organizar	S/1200.00
3	Implementación de la tercera S: Limpieza	S/322.00
4	Implementación de la cuarta S: Estandarizar	S/750.00
5	Implementación de la quinta S: Disciplina	
Total		S/2293.00

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3.1.2. Implementación del RCM

Elaboración e implementar un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) en las máquinas para aumentar la producción.

Antes de iniciar la elaboración del plan para el mantenimiento se hallará algunos indicadores iniciales que son importantes en el desarrollo del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM).

Indicadores de mantenimiento

Los indicadores son aquellos que evalúan el comportamiento de operación de las instalaciones y/o maquinarias del cual será útil para el plan, lo cual tratará de modificar la labor de mantenimiento

Tiempo total de operación (TTO)

Como el proceso de producción de pernos es de manera continua se sabe que las máquinas en general están operativas y se puede afirmar que trabajan todas las cantidades de horas por igual en todo el proceso, lo cual tomaremos el tiempo programado de horas en el tiempo de estudio de la tabla 28 que es de 2072 horas.

Para calcular el tiempo total de operación (TTO) se debe restar el tiempo programada de horas de cada máquina menos la cantidad de horas que se demoran en reparar por la falla de cada máquina o también llamado tiempo total de reparación (TTR) que se resume en la tabla 27.

Tabla 27

Número de fallas y tiempo en horas que estuvo paralizado por fallas en las maquinas.

Máquina	N^a de Fallas por máquina	Tiempo total de Reparación (TTR) en horas
Prensa Excéntrica	12	14
Máquina Despuntadora	19	18
Prensa de Fricción	13	15
Máquina Roscadora	19	18
Total	63	65

Fuente: Elaboración propia basada en datos históricos de la empresa.

Después de hallar el tiempo total de reparación (TTR) se calcula el tiempo total de operación (TTO) como se indica en la tabla 28.

Tabla 28

Tiempo total de Operación (TTO) de las máquinas de enero a octubre del 2019.

Máquina	Tiempo total programado para producir (horas)	Tiempo total para reparar (TTR)(horas)	Tiempo total de operación (TTO) (horas)
Prensa Excéntrica	2072	14	2058
Máquina Despuntadora	2072	18	2056
Prensa de Fricción	2072	15	2057
Máquina Roscadora	2072	18	2054

Fuente: Elaboración propia basada en datos históricos de la empresa.

Tiempo medio hasta el fallo – MTTF (Confiabilidad).

Este indicador mide la capacidad que cuenta la maquinaria para operar hasta antes de la interrupción por fallas en un tiempo o periodo, es un indicador de confiabilidad.

$$MTTF = \frac{\text{Tiempo total de operación por máquina}}{\text{Número de fallas totales por máquina}} = \frac{\sum TTF}{n}$$

En seguida, en la tabla 29 se calcula el tiempo medio hasta el fallo tomando datos como el tiempo total de operación de la tabla anterior y el número de fallas de la tabla 27.

Tabla 29

Tiempo medio hasta el fallo (MTTF) de enero a octubre del 2019.

Máquina	Tiempo total de Operación-TTO (horas)	Nº de Fallas por máquina	Tiempo medio hasta el fallo-MTTF (horas)
Prensa Excéntrica	2058	12	171.5
Máquina Despuntadora	2056	19	108.21
Prensa de Fricción	2057	13	158.23
Máquina Roscadora	2054	19	108.11

Fuente: Elaboración propia basada en datos históricos de la empresa.

Tiempo medio para reparar- MTTR (Mantenibilidad)

El MTTR es un indicador que mide la efectividad o probabilidad que se tiene para reemplazar o restituir la pieza a óptimas condiciones para operar nuevamente después de encontrarse fuera de servicio por una falla.

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total para restaurar por máquina}}{\text{Número de fallas totales por máquina}} = \frac{\sum TTR}{n}$$

Posteriormente, en la tabla 30 se hallará el tiempo medio para reparar por cada máquina donde se toma datos como tiempo total para reparar por máquina (TTR) de la tabla 27.

Tabla 30

Tiempo medio para reparar- MTTR por cada máquina de Enero a Octubre del 2019.

Máquina	Tiempo para reparar-TTR (horas)	Nº de Fallas por máquina	Tiempo medio para reparar-MTTR (horas)
Prensa Excéntrica	14	12	1.17
Máquina Despuntadora	18	19	0.95
Prensa de Fricción	15	13	1.15
Máquina Roscadora	18	19	0.95

Fuente: Elaboración propia basada en datos históricos de la empresa.

Disponibilidad Operativa

Consiste en que es la probabilidad que tiene un equipo o instalación de funcionar en tiempo o periodo dado en un estudio.

$$\text{Disponibilidad Operativa} = \frac{\text{Horas Operativas} - \text{Horas Inoperativas}}{\text{Horas Operativas}} \times 100$$

Para calcular la disponibilidad operativa de área de producción, tomaremos las horas programadas como horas operativas de la tabla 28 y la cantidad de horas del tiempo por paradas como horas inoperativas de la tabla 30. Con los datos mencionados se calcula de la siguiente manera.

$$\text{Disponibilidad Operativa} = \frac{2072 \text{ horas} - 65 \text{ horas}}{2072 \text{ horas}} \times 100$$

$$\text{Disponibilidad Operativa} = \mathbf{96.86\%}$$

Aplicación del RCM en la empresa “La casa del Tornillo” S.A.C

Para iniciar todo plan de mantenimiento se necesita primero conocer el registro de máquinas con las que cuenta la empresa “Industrias la casa del tornillo” S.A.C. lo cual se toma del registro de máquinas de la fabricación de pernos como se ve en la tabla 31.

Tabla 31

Registro de máquinas para la producción de pernos.

Área de Empresa	Máquina
Área de producción de pernos	Prensa Excéntrica
	Máquina Despuntadora
	Prensa de Fricción
	Máquina Roscadora

Fuente: Elaboración propia basada en información de la empresa.

Luego se realiza la matriz de criticidad de los equipos o máquinas de la empresa en general. Los dichos criterios que se toman para conocer si un equipo es crítico, semicrítico o no crítico, se define tanto por la empresa y estudiante o investigador por lo que se ha tomado en cuenta la experiencia del jefe de planta y los operarios.

Así mismo, se toma en cuenta las fallas ocurridas en la maquinas durante los diez meses de estudio que son de los meses de enero a octubre del 2019, ya que también se podría verificar si hay repeticiones de falla. Cabe recalcar que para el plan de mantenimiento se tomará a las máquinas que salgan críticos o semicrítico de la matriz de criticidad.

Para los factores ponderados se hará uso de la una tabla diseñada para un proceso de jerarquización de frecuencia y consecuencia de fallos, lo cual se puede apreciar en la tabla 32.

Tabla 32*Factores ponderados para el análisis de criticidad.*

ÍTEM	FACTOR
Frecuencia de falla	
Frecuente: mayor de 2 fallas	4
Promedio: de 1 a 2 fallas	3
Bueno: solo una falla	2
Impacto a la Producción	
Pérdidas de producción mayor al 75%	10
Pérdidas de producción entre el 50% al 74%	7
Pérdidas de producción entre el 25% al 49%	5
Pérdidas de producción entre el 10% al 24%	3
Pérdidas de producción menor al 10%	1
Flexibilidad Operacional	
No cuentan con unidades de reserva para cubrir la producción	4
Hay unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial la producción	2
Se cuenta con unidades de reserva en línea	1
Costos de mantenimiento	
Costos por reparación, materiales y mano de obra mayores a 3000 soles	2
Costos por reparación, materiales y mano de obra entre 1 a 3000 soles	1
Impacto a seguridad y medio ambiente	
Riesgo elevado de pérdida de la vida y posibles daños de gravedad hacia la salud	8
Riesgo medio de perder la vida, daños significativos en la salud y mayor incidente ambiental	6
Riesgo bajo de pérdida de vida y daños menores tanto a la salud como al incidente ambiental	3
No hay riesgo de perder la vida, ni afección en la salud y mucho menos al ambiente	1

Fuente: Parra (2012).

Análisis de Criticidad

Se presenta el análisis de criticidad para constituir las máquinas que se encuentran críticos o semicrítico para con la finalidad de tomar buenas decisiones y aplicar el análisis AMEF.

Criticidad Total = Frecuencia de falla x Consecuencia.

Frecuencia = Número de fallas en un tiempo determinado.

Consecuencia = (Impacto a la producción x flexibilidad operacional) + Costo Mantenimiento + Impacto a la seguridad y medio ambiente.

Tabla 33

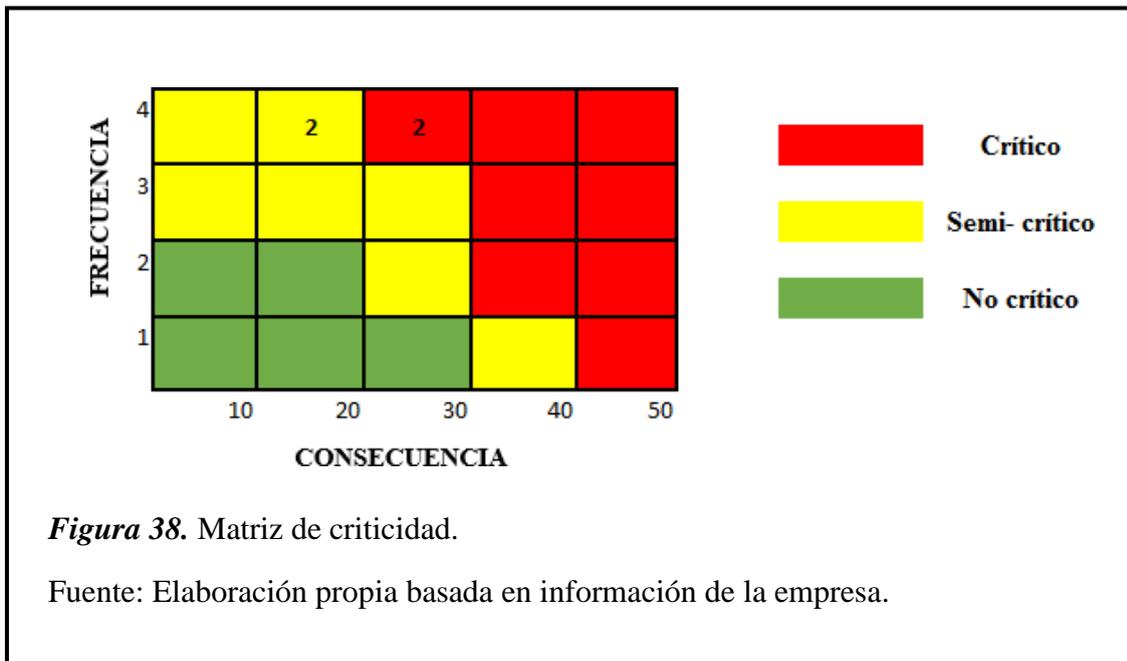
Análisis de criticidad de los equipos o máquinas de la producción de pernos.

Equipo	Frecuencia Falla	Impacto a la Producción	Flexibilidad Operacional	Costo de mantenimiento	Impacto a SMA	Consecuencia	Total	Jerarquización
Prensa Excéntrica	4	3	4	2	3	17	68	Semi-crítico
Máquina Despuntadora	4	5	4	1	3	24	96	Critico
Prensa de Fricción	4	3	4	2	3	17	68	Semi-crítico
Máquina Roscadora	4	5	4	1	3	24	96	Critico

Fuente: Elaboración propia.

Una vez de hacer el análisis de criticidad de las máquinas de la producción de pernos de la empresa “La casa del tornillo” S.A.C se procede a elaborar la matriz de criticidad con los resultados encontrados. Lo cual se puede apreciar en la figura 33.

Como ya menciono anteriormente los resultados del análisis de criticidad nos ayuda para después realizar el AMEF, ya que las maquinas que resulten ser de estado crítico y semi-crítico serán las que se tome en cuenta para el plan de mantenimiento, en este caso de las cuatro máquinas dos son críticas y dos son semi-críticas, por lo cual se afirma que se trabajara con las cuatro máquinas en el plan de mantenimiento.



Después de haber graficado la matriz de criticidad y conociendo que maquinas se trabajaran en el plan de mantenimiento, se procede a realizar el análisis AMEF como siguiente paso del RCM.

Análisis de modo efecto y falla del (AMEF)

La herramienta AMEF permitió determinar las fallas funcionales, el modo de fallo y las causas potenciales, información determinante para elaborar los planes de mantenimiento en adelante para cada máquina en análisis; así también permitió saber el NPR que significa Número de prioridad de Riesgo, actual comprendido en cada falla funcional.

Para calcular el NPR que es el número de prioridad de riesgo, se tendrá en cuenta la siguiente formula en cada componente de la maquina tomado en cuenta.

$$NPR = Severidad (S) Ocurrencia (O) Detección (D)$$

Falla indeseable > 200

Falla reducible <=200 y/o >150

Falla aceptable <150

Tabla 34

Análisis de modo efecto falla (AMEF) realizado en la máquina PRENSA EXCENTRICA.

Nombre del equipo: Prensa Excéntrica				Realizado por: Jenner Bravo Pérez				N° de AMEF: Pág. N° 1					
Función: Troquelar barra de acero				Aprobado por: Ing. Joselito Sánchez Pérez				Condiciones existentes					
Componente	F	Función	F	Falla de Función	M	Modo falla	Efectos del modo falla	Causa potencial	C. Actual	G	O	D	NPR
Matriz	1	Realizar el corte de la barra de acero de acuerdo a la medida establecida	A	Inexactitud del corte de la barra de acero	1	Desgaste	Deficiencia de troquelado	Falta de rectificación	M. Correctivo	7	3	7	147
Fajas de transmisión	1	Transmitir movimiento de rotación en el volante de inercia	B	Incapacidad de transmitir movimiento	1	Desgaste	Disminuye el funcionamiento de la maquina	Desgaste por actividad	M. Correctivo	7	4	7	196

Fuente: Elaboración propia basada en información de Industrias Casa del Tornillo S.A.C.

En la tabla 34 se describe el AMEF de la máquina Prensa Excéntrica, en el cual presenta fallas funcionales como el desgaste de matricería, fajas y la falta de lubricación alcanza un NPR de 147 y 196 considerado como reducibles.

Tabla 35

Análisis de modo efecto falla (AMEF) realizado en la máquina Despuntadora.

Nombre del equipo: Despuntadora				Realizado por: Jenner Bravo Pérez				N° de AMEF: Pág. 1						
Función: despuntar la barra de metal troquelada				Aprobado por: Ing. Joselito Sánchez Pérez				Condiciones existentes						
Componente	F	Función	F	Falla de Función	M	Modo falla	Efectos del modo falla	Causa potencial	C. Actual	G	O	D	NP	R
Cuchillas	1	Reducir el diámetro de la barra de metal.	A	Incapacidad de reducir el diámetro establecido	1	Desgaste de cuchillas	Disminuye la capacidad de reducir el diámetro del metal	Desgaste por actividad	Mant. Correctivo	9	3	9	243	

Fuente: Elaboración propia basada en información de Industrias Casa del Tornillo S.A.C.

De igual forma en la tabla 35 se describe el AMEF de la máquina Despuntadora, en la cual las averías ocurridas son fallas en el motor y el desgaste de cuchillas que alcanzan un NPR de 243 y 196 considerado falla indeseable y reductible respectivamente.

Tabla 36

Análisis de modo efecto falla (AMEF) realizado en la máquina Prensa De Fricción.

Nombre del equipo: Prensa de fricción		Realizado por: Jenner Bravo Pérez				N° de AMEF: 1 Pág. 1						
Función: Dar forma a la cabeza del perno		Aprobado por: Ing. Joselito Sánchez Pérez				Condiciones existentes						
Componente	F Función	F F	Falla de Función	M F	Modo-falla	Efectos del modo falla	Causa potencial	Controles Actuales	G	O	D	NPR
Fajas	1	A	Permitir en movimiento de los rodajes de manera continua. Incapacidad de transmitir movimiento.	1	Desgaste	Disminuye el funcionamiento de las maquinas	Se desgastan por la constante actividad y la falta de lubricación	Mant. Correctivo	7	4	7	196
Pulsador de mando	1	B	Permite el paso de corriente eléctrica hacia el motor No pasa electricidad hacia el motor	1	Contactos eléctricos oxidados y corroídos	Limita la función del motor eléctrico	Oxidación y corrosión por falta de limpieza	Mant. Correctivo	4	3	7	84

Fuente: Industrias Casa del Tornillo S.A.C.

Así mismo en la tabla 36 se describe el AMEF de la Prensa Excéntrica, en la cual presenta fallas funcionales como el desgaste de fajas, el desgaste de los accesorios y la vida útil como es el pulsador, aquellos alcanzan un NPR de 196 y 84 considerados reducibles y aceptable.

Tabla 37

Análisis de modo efecto falla (AMEF) realizado en la máquina Roscadora.

Nombre del equipo: Roscadora		Realizado por: Jenner Bravo Pérez				N° de AMEF: 1 Pág.							
Función: Roscar pernos		Aprobado por: Ing. Joselito Sánchez Pérez				Condiciones existentes							
Componente	F	F	F	F	M	F	Efectos del modo falla	Causa potencial	Controles Actuales	S	O	D	NPR
Peines de 1.5mm y 1.25mm	1	Roscar pernos	A	Incapacidad de roscar los pernos a diámetros establecidos	1	Desgaste y ruptura	Paras en el proceso por baja calidad de forjado	Se desgastan por la constante actividad	Mant. Correctivo	9	5	9	405
Motor	1	Transformar un tipo de energía a energía mecánica que se realice un trabajo	B	Ruidos extraños en el motor	1	Desgaste de rodamientos y lubricación	Desgaste y mal funcionamiento de motor	Falta de mantenimiento	Mant. Correctivo	7	4	7	196

Fuente: Elaboración propia basada en información de Industrias Casa del Tornillo S.A.C.

Así mismo en la tabla 37 se describe el AMEF de la máquina Roscadora, en la cual presenta fallas funcionales como lo son el desgaste de peines de 1.5mm y 1.25mm y fallas en el motor que alcanzan un NPR de 405 y 196 que es considerado indeseable y reducible respectivamente.

Tabla 38*Resultado de clasificación de AMEF.*

N ^o	COMPONENTE	Modo de fallo	Efectos del modo falla	CAUSA POTENCIAL	NPR	ESTADO
1	Peines de 1.5mm y 1.25mm – roscadora	Desgaste y ruptura	Paras en el proceso por baja calidad de roscado.	Desgaste por actividad	405	Falla indeseable
2	Cuchillas – despuntadora	desgaste	Disminuye la capacidad de reducir el diámetro.	Desgaste por actividad	243	Falla indeseable
3	Fajas de transmisión – prensa excéntrica	Desgaste	Disminuye el funcionamiento de la maquina	Desgaste por actividad	196	Falla reducible
4	Fajas de transmisión – prensa de fricción	Desgaste	Disminuye el funcionamiento de la maquina	Desgaste por actividad y falta de lubricación	196	Falla reducible
5	Motor- máquina despuntadora	Motor no enciende	Falta de alimentación eléctrica	Falta de mantenimiento	196	Falla reducible
6	Motor- máquina roscadora	Desgaste de rodamientos	Desgaste y mal funcionamiento de motor	Falta de mantenimiento	196	Falla reducible
7	Matriz – prensa excéntrica	Desgaste	Deficiencia de troquelado	Falta de rectificación	147	Falla aceptable
8	Pulsador de mano – prensa de fricción	Contactos eléctricos oxidados y corroídos	Limita la función del motor eléctrico	Oxidación y corrosión por falta de limpieza	84	Falla aceptable

Fuente: Elaboración propia basada en información de la empresa en investigación.

De acuerdo al AMEF y la clasificación que se obtuvo mediante el NPR, de los 8 modos de falla examinados, se consiguió la siguiente información:

2 Fallas Indeseable (25 %).

4 Fallas para reducción deseable (50 %).

2 Fallas que son Aceptables (25 %).

A continuación, una vez realizado el AMEF, se procede a realizar un diagrama de decisión RCM a los modos de falla.

Hoja de decisión de R.C.M.

Posteriormente con la hoja de información obtenida del AMEF se desarrolló la famosa hoja de decisiones para implantar las tareas a realizar (dícese de tareas a la condición, el reacondicionamiento cíclico y/o sustitución cíclica) y la frecuencia de para llevar a cabo dichas tareas con los respectivos responsables. En la hoja de decisión es imprescindible establecer cada qué periodo de tiempo se debe realizar la tarea propuesta por lo que es necesario detallar los criterios tomados en cuenta.

A continuación, se procede a realizar los diagramas de decisión RCM de cada modo de falla como se en las siguientes tablas.

Tabla 39

Resultado de la hoja de decisión de la máquina Prensa Excéntrica.

Hoja de decisiones															
R.C.M															
Área: troquelado						Equipo: prensa excéntrica									
Referencias de Información		Referencias de Información				H1	H2	H3	Acción a falta de			A			
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4	Tarea Propuesta	Intervalo inicial	realizarse por
							O1	O2	O3						
							N1	N2	N3						
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S				Rectificación de matriz	Semanal	Operario
1	B	1	S	N	N	S	N	N	S				Cambiar correa de transmisión	6 meses	Mecánico Eléctrico

Fuente: Elaboración propia basada en información de Industrias Casa del Tornillo S.A.C.

En la tabla 39 se puede apreciar la hoja de decisión de la máquina prensa excéntrica, donde se propone tareas con intervalos de tiempo y encargado, cabe recalcar que para decisión de las tareas propuestas se tomó en cuenta un manual de mantenimiento preventivo de correas y transmisiones y sugerencia de la experiencia de los operarios.

Tabla 40

Resultado de la hoja de decisión de la máquina DESPUNTADORA.

Hoja de decisiones R.C.M														
Área: Despuntado							Equipo: Despuntadora							
Referencias de Información			Referencias de Información				H1	H2	H3	Acción a falta de		Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5			
							O1	O2	O3					
							N1	N2	N3					
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S			Cambiar cuchillas	2 meses	Operario
1	B	1	S	N	N	S	S					Limpieza e inspección del motor	mensual	Mecánico Eléctrico

~~Fuente: Elaboración propia basada en información de Industrias Casa del Tornillo S.A.C.~~

En la tabla 40 se puede observar la hoja de decisión de la máquina despuntadora, donde se propone tareas con intervalos de tiempo y encargado, cabe recalcar que para decisión de las tareas propuestas se tomó en cuenta la sugerencia de la experiencia de los operarios e investigación del estudiante.

Tabla 41

Resultado de la hoja de decisión de la máquina Prensa De Fricción.

Hoja de decisiones													
R.C.M													
Área: forjado							Equipo: prensa de fricción						
Referencias de Información			Referencias de Información				H1 H2 H3			Acción a falta de	Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4 H5 S4			
							O1	O2	O3				
							N1	N2	N3				
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S		Cambiar correa de transmisión	6 meses	Mecánico Electricista
1	B	1	S	N	N	S	N	N	S		Cambiar pulsador	Anual	Electricista

Fuente: Elaboración propia basada en información de Industrias Casa del Tornillo S.A.C.

En la tabla 41 se puede percibir la hoja de decisión de la máquina prensa de fricción, donde se propone tareas con intervalos de tiempo y encargado, cabe recalcar que para decisión de las tareas propuestas se tomó en cuenta la sugerencia de la experiencia de los operarios, investigación del estudiante y un manual de mantenimiento preventivo de correas y transmisiones.

Tabla 42

Resultado de la hoja de decisión de la maquina Roscadora.

Hoja de decisiones R.C.M															
Área: roscado							Equipo: roscadora								
Referencias de Información			Referencias de Información				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4			
							O1	O2	O3						
							N1	N2	N3						
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S				Cambiar peines de 1.5mm y 1.25mm	6 meses	Mecánico
1	B	1	S	N	N	N	N		S				Cambiar rodamientos del motor	8 meses	Mecánico

Fuente: Elaboración propia basada en información de Industrias Casa del Tornillo S.A.C.

En la tabla 42 se puede apreciar la hoja de decisión de la máquina roscadora, donde se propone tareas con intervalos de tiempo y encargado, cabe recalcar que para decisión de las tareas propuestas se tomó en cuenta la sugerencia de la experiencia de los operarios e investigación del estudia

Planes y Cronogramas de mantenimiento para las máquinas

El plan de mantenimiento que se desarrolla, señala que las actividades para el mantenimiento que se desarrollarán, los materiales y herramientas, el periodo o frecuencia, el personal necesario, la condición con la cual se encuentra la máquina y tiempo que utiliza para hacer la actividad asignada.

Para las actividades. Se extrajeron de la hoja de decisión del RCM, además se ha tomado en cuenta las opiniones del personal de mantenimiento quienes se encuentran a diario con dichas averías y cuentan con mayor experiencia.

Para el periodo o frecuencia. Se ha calculado el Tiempo Medio entre la Falla (MTTF), manuales o guías de mantenimiento relacionados a los componentes, con el fin de poder anticipar la falla antes de que suceda, así mismo se tomó en consideración la experiencia del personal de mantenimiento. Resaltando que se estos tiempos ya fueron determinados en la hoja de decisión del RCM.

Personal responsable. Se ha tomado en cuenta la actividad a realizar, ya sea por la parte eléctrica, mecánica o por el mismo operario, previo a una capacitación.

Para las horas de la actividad. En este caso se ha tomado netamente la experiencia del personal de mantenimiento, por ser quienes montan y desmontan las máquinas y desde luego dominan los tiempos por cada actividad ejecutada.

En cuanto al cronograma de mantenimiento, este nos ayudará a realizar de forma planificada y organizada las tareas a condición, de reacondicionamiento cíclico y de sustitución cíclica; a fin de que las acciones de mantenimiento se realicen en el tiempo establecido y oportuno, lo cual tiene como objetivo minimizar los daños en las máquinas que posteriormente causas paradas de producción.

En cronograma fue extraído del SOFTWARE MP-2009, con la previa introducción de los datos determinados en los AMEF, hoja de decisión y Planes de mantenimiento, antes ya desarrollados. Cabe mencionar que en dicho plan de mantenimiento además que se hará una capacitación a los operarios sobre mantenimiento a las máquinas, se contratará a un mecánico eléctrico para que verifique o realice las tareas mencionadas en el plan, la visita del técnico que se menciona será los días domingos que no se labora para que no se pare la producción y será mensualmente. Se

presenta el plan de mantenimiento y los cronogramas de las distintas máquinas encontradas en la empresa La casa del tornillo S.A.C.

Tabla 43

Plan de mantenimiento RCM propuesto para la Prensa Excéntrica.

PLAN DE MANTENIMIENTO RCM, PARA LA PRESNA EXCÉNTRICA DE LA EMPRESA LA CASA DEL TORNILLO S.A.C								
Componente	Actividad	Descripción de actividad	Material	Herramienta	Periodo	Personal requerido	Estado de la máquina	Tiempo requerido
Matriz	rectificado	Rectificar la matriz de acuerdo al diámetro del producto		torno revolver, calibrador	semanal	Operario	Apagado	90 min
Componentes en general	Inspección	Inspección visual de los componentes en busca de defectos	Trapo industrial		Diario	Operario	En movimiento	15 minutos
Componentes en general	Limpieza	Limpieza total de la máquina de impurezas	Trapo industrial y guantes		Semanal	Operario	Apagado	20 minutos
Faja de transmisión	Cambio	Reemplazar por una nueva correa de Transmisión	Correa SPB 1900	Llave Stilson llave francesa, Comba, Desarmador plano y Cincel mediano.	6 meses	Mecánico	Apagado	30 min

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44

Cronograma de mantenimiento Prensa Excéntrica.

		CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO RCM, PARA LA PRENSA EXCÉNTRICA																																			
Equipo	Actividad	Mes																																			
		Enero			Febrero			Marzo			Abril			Mayo			Junio			Julio			Agosto			Setiembre			Octubre								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	
Prensa Excéntrica	Rectificar matriz	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s
	Reemplazar fajas por una nueva faja de transmisión																																				6m
	Inspección visual en busca de defectos	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d
	Limpieza de los componentes de impurezas	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s

Fuente: Elaboración propia

	Cronograma
d	Diario
s	Semanal
6m	6 meses

Tabla 45

Plan de mantenimiento RCM propuesto para la máquina Despuntadora.

PLAN DE MANTENIMIENTO RCM, PARA LA MAQUINA DESPUNTADORA DE LA EMPRESA LA CASA DEL TORNILLO S.A.C								
Componente	Actividad	Descripción de actividad	Material	Herramienta	Periodo	Personal requerido	Estado de la máquina	Tiempo requerido
Cuchillas	Cambio	Reemplazar por nuevas cuchillas		Llave Stilson llave francesa.	2 meses	Operario	Apagado	30 min
Motor	Inspección	Inspeccionar y verificar si está en buen estado el cable del motor o tal vez rotos o pelados y cambiarlos si es fuera necesario	Trapo industrial y guantes	Multímetro	4 meses	Mecánico Eléctrico	En movimiento	20 minutos
Motor	Limpieza	Limpiar el motor, el ventilador porque a veces la falta de limpieza propicia a que el motor se recaliente.	Trapo industrial y guantes		Semanal	Operario	Apagado	30 minutos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 47*Plan de mantenimiento RCM propuesto para la Prensa De Fricción.*

PLAN DE MANTENIMIENTO RCM, PARA LA MAQUINA PRESNA DE FRICCIÓN DE LA EMPRESA LA CASA DEL TORNILLO S.A.C								
Componente	Actividad	Descripción de actividad	Material	Herramienta	Periodo	Personal requerido	Estado de la máquina	Tiempo requerido
Fajas de transmisión	Cambio	Reemplazar por una nueva faja de transmisión	Correa SPB 1900	Llave Stilson llave francesa, Comba, Desarmador plano y Cincel mediano.	6 meses	Mecánico	Apagado	30 min
Pulsadores manuales	Cambio	Reemplazar por unos nuevos pulsadores	Pulsador rasante – TELEMECANIQ UE de 20 Amperios	Destornillador estrella y plano, Alicata de corte, Alicata de pinzas, Cinta 3M, Precintos, Juego de perilleros, Piloto de corriente alterna, Multitester, Calador, Esquema Eléctrico y Zapatos dieléctricos.	Anual	Electricista	Apagado	1h
Pulsadores	Limpieza	Limpieza e inspección de los pulsadores	Trapo industrial	Pinza amperométrica	8 Semanas	Electricista	Apagado	30 minutos
Fajas de transmisión	Inspeccionar	Inspeccionar la faja de manera visual para buscar si hay algún desgaste.	Trapo industrial		8 Semanas	Mecánico o Electricista	Apagado	30 minutos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49*Plan de mantenimiento RCM propuesto para la Máquina roscadora.*

PLAN DE MANTENIMIENTO RCM, PARA LA MAQUINA ROSCADORA DE LA EMPRESA LA CASA DEL TORNILLO S.A.C								
Componente	Actividad	Descripción de actividad	Material	Herramienta	Periodo	Personal requerido	Estado de la máquina	Tiempo requerido
Peines de 1.5mm y 1.25mm	Cambio	Reemplazar por nuevos peines	Peines de 1.5 mm y 1.25 mm	Llave Stilson llave francesa.	6 meses	Operario	Apagado	90 min
Motor	Cambio	Cambio de rodamientos de motor	Grasa industrial ,rodamientos SKF y trapo industrial	Llaves y extractor de rodamientos	10 meses	Mecánico Eléctrico	Apagado	2 horas
Motor	Limpieza	Limpiar el motor, el ventilador porque a veces la falta de limpieza propicia a que el motor se recaliente.	Trapo industrial y guantes		Semanal	Operario	Apagado	30 minutos
Componentes en general	Inspección	Inspección visual de los componentes en busca de defectos	Trapo industrial		Diario	Operario	En movimiento	15 minutos

Fuente: Elaboración propia.

Lineamientos del mantenimiento

- a. El jefe o jefa de producción tiene la responsabilidad de supervisar los programas de mantenimiento preventivo que se realiza a las máquinas de la producción de pernos.
- b. Diariamente los operarios deben hacer una limpieza de las máquinas antes de empezar la producción y después de la producción para evitar impurezas que después afecten el funcionamiento de los equipos.
- c. Los operarios deben hacer una inspección rápida antes del funcionamiento y cuando se encendió las máquinas para saber si todo va con normalidad y ven que algún componente de una máquina está fallando o muestra signos de falla avisar inmediatamente al jefe de producción para que se pueda ver si se puede dar solución rápida o si se tendrá que llamar al mecánico eléctrico.
- d. El mantenimiento preventivo de las máquinas comprende revisión de fajas, revisión de fallas, revisión de motor, limpieza de motor, alineación de componentes, medición de amperaje y voltaje, etc.
- e. La compra de repuestos que serán necesarios y/o herramientas que serán necesarias para el plan de mantenimiento se harán con anticipación al tiempo programado, dicha compra se hará con el mecánico eléctrico para que verifique si son las correctas para las máquinas de la empresa.
- f. Cabe recalcar que los mantenimientos preventivos de las máquinas será realizado por el mecánico eléctrico los días domingos para evitar paradas de producción entre los días laborales.

Costos de implementación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)

Tabla 51

Costos incurridos en la implementación del plan de mantenimiento (RCM).

Detalle	Cantidad	Valor (S/.)	Total (S/.)
Materiales			
Correa SPB 1900	2	S/ 50.00	S/ 100.00
Precintos	12	S/ 0.50	S/ 6.00
Cinta 3M	5	S/ 3.00	S/ 15.00
Pulsador TELEMECANIQUE 20 AMP	1	S/ 38.00	S/ 38.00
Trapo industrial en kg	30	S/ 3.50	S/ 105.00
Guantes para técnicos	10	S/ 6.00	S/ 60.00
Cinta aislante	10	S/ 2.00	S/ 20.00
Grasa industrial en kg	5	S/ 5.00	S/25.00
Rodamientos (juego)	1	S/50.00	S/50.00
Peines de 1.5 mm	1	S/104.00	S/104.00
Peines de 1.25 mm	1	S/120.00	S/120.00
Cuchillas para la Despuntadora	1	S/48.00	S/48.00
Sub Total			S/ 691.00
Herramientas			
Calibrador	1	S/ 70.00	S/ 70.00
Llave Stilson	2	S/ 50.00	S/ 100.00
Llave Francesa	2	S/ 35.00	S/ 70.00
Comba	2	S/ 20.00	S/ 40.00
Cinzel	2	S/ 10.00	S/ 20.00
Juego de alicates	1	S/ 30.00	S/ 30.00
Juego de destornilladores	1	S/ 35.00	S/ 35.00
Juego de llaves	1	S/ 80.00	S/ 80.00
Multímetro	1	S/ 60.00	S/ 60.00
Sub Total			S/ 505.00
Otros			
Mecánico Electricista (cada 2 meses)	5	S/ 200.00	S/ 1,000.00
Capacitación de mantenimiento (cada 5 meses)	2	S/ 150.00	S/ 300.00
Sub Total			S/ 1300.00
Total General:			S/ 2496.00

Fuente: Elaboración propia.

Beneficio de la implementación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)

Ahorro en la nueva gestión de mantenimiento

Por las paradas de producción por causas de falta de un mantenimiento preventivo, la empresa en investigación actualmente aplica el mantenimiento correctivo, por lo cual se presenta los costos incurridos en un tiempo de 10 meses causado por las fallas ocurridas en las máquinas.

Tabla 52

Costos de repuestos y mano de obra del mantenimiento correctivo.

Máquina	Falla	Actividad	Cantidad	Costos total de Repuestos	Costo de mano de obra	Sub total
Prensa Excéntrica	Inexactitud de corte	Rectificación de matriz	7		S/300.00	S/300.00
	Desgaste de la faja	Cambio de fajas	5 fajas	S/250.00	S/200.00	S/450.00
	Desgaste de Cuchillas	Cambio de cuchillas	12 cuchillas	S/576.00	S/600.00	S/1176.00
Máquina Despuntadora	Motor no enciende	Revisión y cambio de cables	7	S/300.00	S/560.00	S/856.00
Prensa de Fricción	Desgaste de fajas	Cambio de fajas	10 fajas	S/500.00	S/400.00	S/900.00
	No pasa electricidad al motor	Cambio de pulsadores	3 pulsadores	S/114.00	S/120.00	S/234.00
Máquina Roscadora	Desgaste y ruptura de peines	Cambio de peines	10 peines	S/1200.00	S/500.00	S/1700.00
	Ruidos extraños en motor	Revisión y mantenimiento	9		S/720.00	S/720.00
Total						S/6336.00

Fuente: Elaboración propia basada en datos históricos de la empresa.

Además del costo de repuestos y la mano de obra en el mantenimiento correctivo de las maquinas también hubo costos en la mano de obra por horas inoperativas que se dieron cuando hubo paros en la producción provocadas por las fallas que se dieron en las maquinas, se sabes como dato de la tabla que las horas inoperativas fueron 65 horas y se sabe que son 3 operarios que tienen un sueldo de 930 soles mensuales, como también que se trabaja de lunes a sábado con turno de 8 horas diarias. Por lo que se calcula de la siguiente manera.

$$\text{Horas mes} = 26 \text{ días/mes} \times 8 \text{ horas/día} = 208 \text{ horas/mes}$$

$$\text{costo hora hombre} = \frac{930 \text{ soles/mes}}{208 \text{ horas/mes}} = 4.47 \text{ soles/hora}$$

$$\text{Costo total de horas inoperativas} = 3 \times 65 \text{ horas} \times 4.47 \text{ soles/hora}$$

$$\text{Costo total de horas inoperativas} = \mathbf{S/871.65 \text{ soles}}$$

Al sumar los dos costos producidos por la falta del mantenimiento preventivo se logra un total de **S/ 7207.65 soles**, al restar con el costo de mantenimiento propuesto se tendría el siguiente resultado.

$$\text{Diferencia de costo de gestión de mantenimiento} = S/7202.65 - S/2496.00$$

$$\text{Diferencia de costo de gestión de mantenimiento} = \mathbf{S/ 4711.65}$$

Se puede apreciar que al aplicar este plan para el mantenimiento propuesto se lograría un ahorro de S/4711.65 soles por lo cual sería un beneficio de la propuesta en investigación.

Mayor producción equivalente a mayor ingreso económico

Al aplicar el mantenimiento preventivo se consultó al encargado de producción y se estimó que se estaría recuperando 60 horas de las 65 horas inoperativas, por lo que se toma los datos referentes a la producción y se conoce que se produce 31.25 pernos por hora y que cada perno tiene el precio de S/1.50 soles, por lo cual la producción de pernos aumentaría en la siguiente manera.

$$\text{Aumento de producción} = 60 \text{ horas} \times 31.25 \text{ pernos/hora} = 1875 \text{ pernos}$$

$$\text{Ingreso por aumento de producción} = 1875 \text{ pernos} \times S/1.5 \text{ soles/perno}$$

$$\text{Ingreso por aumento de producción} = S/2812.5 \text{ soles}$$

Se puede apreciar que se estaría aumentando la producción y consecuentemente el ingreso de S/ **2812.5 soles**, ya que muchas veces por las paradas de máquinas no se logra completar los pedidos de ventas y se estaría perdiendo mayores ingresos económicos y la credibilidad hacia los clientes.

Disponibilidad operativa

La nueva disponibilidad operativa del área de producción de pernos sería de la siguiente manera.

$$\text{Disponibilidad Operativa} = \frac{\text{Horas Operativas} - \text{Horas Inoperativas}}{\text{Horas Operativas}} \times 100$$

$$\text{Disponibilidad Operativa} = \frac{2072 \text{ horas} - 5 \text{ horas}}{2072 \text{ horas}} \times 100$$

$$\text{Disponibilidad Operativa} = 99.76 \%$$

3.2.3.1.3. Metodología SMED

Con el objetivo de erradicar o minimizar los tiempos del SET UP, se implementó la herramienta SMED para el proceso del despuntado de pernos. Para la aplicación del SMED, se tomó en cuenta cinco fases:

Fase número 1

Esta fase está centrada en el cambio del tipo de cuchillas en la máquina despuntadora, que lo realiza un trabajador, es por eso que se pide que el jefe de producción ponga en capacitación a los operarios brindándole la información requerida para que realice un

análisis en el proceso del despuntado y sus cambios de herramientas. Por otro lado, aquel trabajador brindara los datos para que se registre los tiempos y movimientos que dura el proceso.

Fase número 2

En esta fase se tuvo en cuenta 3 puntos importantes para hacer un análisis cuando se realiza el cambio de cuchillas a la máquina despuntadora.

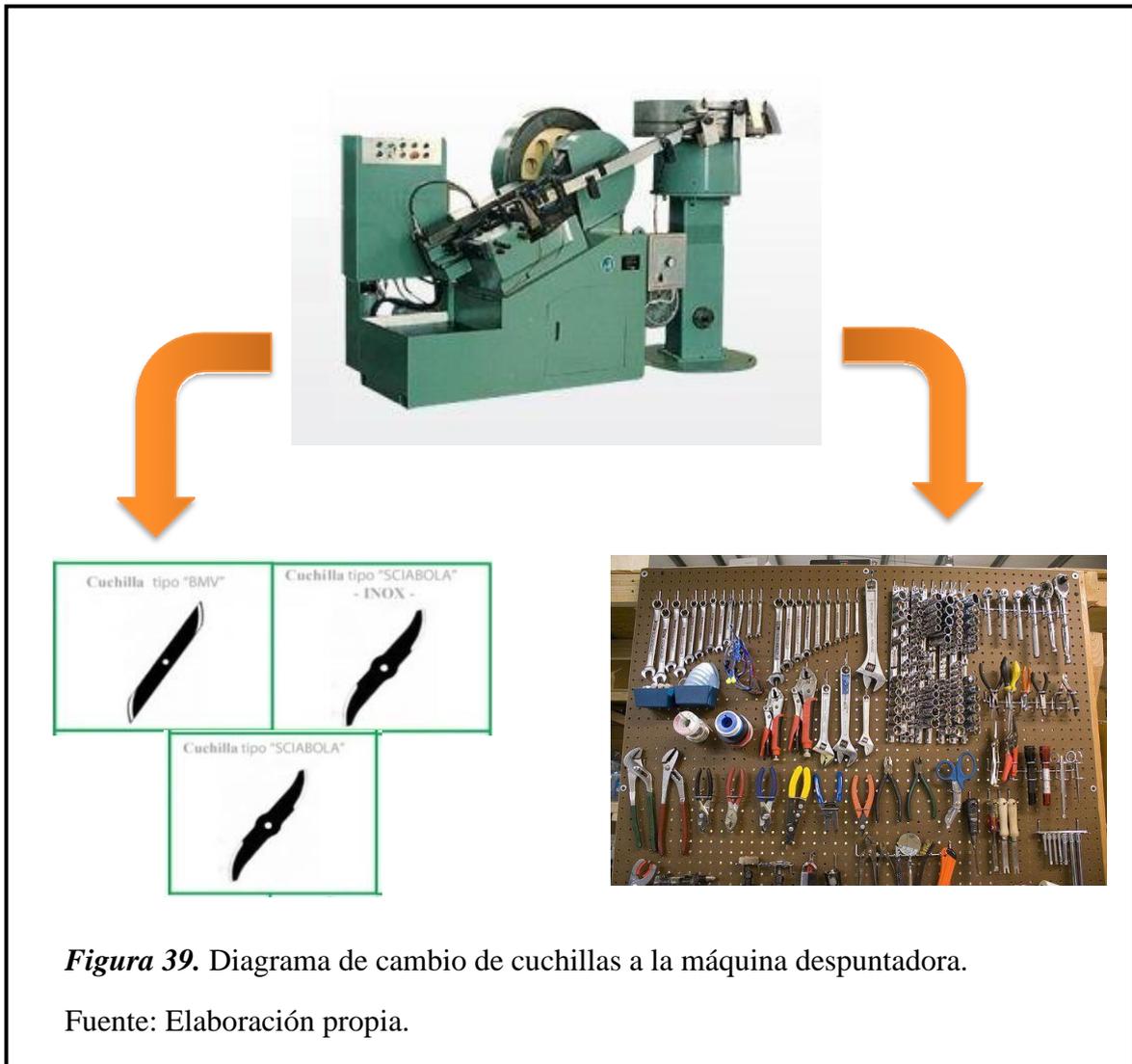
- a. Primero se tuvo que examinar e identificar toda la operación del cambio de cuchillas de la despuntadora y se definió la tarea que se realizará el colaborador.
- b. Se elaboró y analizó un diagrama con la finalidad de examinar el recorrido del trabajador
- c. Se realizó la toma de los tiempos con el objetivo de verificar el tiempo que el operario tarda en la operación del cambio de cuchillas, para ello se usará la hoja de disminución de cambios o sistema Smed. Lo cual, se obtiene que el trabajador tiene un total de 23 minutos en realizar el cambio de cuchillas.

Tabla 53

Estudio de tiempos del cambio de cuchillas de la máquina despuntadora.

ITEM	ACTIVIDAD	TIEMPO (MINUTOS)
1	Retirar producto en proceso.	2
2	Dirigirse al almacén por las cuchillas.	3
3	Dirigirse a la máquina Despuntadora.	3
4	Buscar llaves necesarias.	2
5	Buscar trapo industrial.	1
6	Apagar máquina, limpiar y sacar tuercas.	5
7	Retirar cuchillas y cambiar de cuchillas.	3
8	Ajustar tuercas e inspeccionar.	3
9	Encender máquina y esperar.	1
	TOTAL	23

Fuente: Elaboración propia.



Fase número 3

Para aplicar el estudio del procedimiento de cambio se utilizará un formato de reducción de cambios rápidos – Sistema SMED. Esta investigación se hace con la finalidad de examinar todas las tareas que se realiza durante el proceso de tiempos de cambio, como tiempo de espera, transporte, etc. En la figura 40 se puede apreciar que el 60.87% de tareas que se realiza en el procedimiento de cambio de cuchillas, es la operación de cambio que se refiere a las tareas más importantes o puntuales en el proceso. Por otro lado, se puede observar que el 26.09% pertenece al transporte, por ejemplo: Dirigirse al almacén por las cuchillas, buscar un trapo para la limpieza de las piezas antes del cambio y la búsqueda de herramientas necesarias.

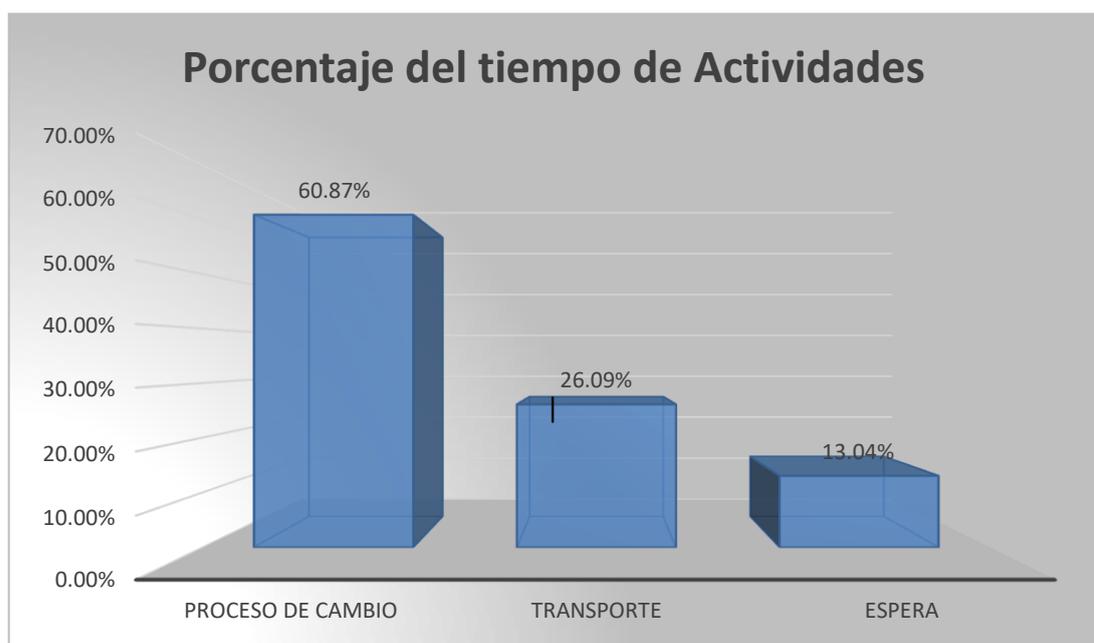


Figura 40. Tiempo de actividades en porcentajes.

Fuente: Elaboración propia.

Fase número 4

Se identifica todas las tareas internas y externas, con el objetivo de reducir los tiempos.

- a. El operario emplea tiempo innecesario en buscar las herramientas requeridas. Para erradicar esa operación se propone una ubicación de las herramientas nuevas que sería al costado de la máquina y en vista de los demás trabajadores, el nuevo orden esta conjuntamente aplicado con las 5s; además las herramientas necesarias para el cambio de cuchillas como las cuchillas estarán en un casillero para que el trabajador ya no tenga buscar las herramientas o recurrir al almacén por las nuevas cuchillas.
- b. El tiempo que se tarda en ubicar el trapo industrial para limpiar las cuchillas o parte de la maquina antes del cambio, por lo cual se plantea que cada trabajadora tenga un trapo industrial en un bolsillo del mameluco o uniforme, además que en cada máquina también se tendrá un trapo industrial.

Fase número 5

Realizado el análisis, en esta fase busca la estandarización del trabajo con el objetivo de erradicar o disminuir los tiempos de cambio, que en esta investigación sería el cambio de cuchillas con 10 minutos y se realizará con la ayuda de SMED. Con aquello se normaliza la operación por medio del estudio de las fases que nos permitió examinar e identificar entre actividades internas y externas.

Las hojas de trabajo – SMED deber estar cerca de los operarios, por eso se ubicará en un estante o en un archivador para tener un mejor control.

Para una adecuada implementación del sistema SMED, se desarrollará un control diario y se mostrará los tiempos de cambio de cuchillas de la máquina despuntadora, también será necesario el uso de la hoja de ocurrencias siempre y cuando esta operación se pase de los 10 minutos.

Tabla 54

Reducción de tiempos en el cambio de cuchillas de la maquina despuntadora.

ITEM	ACTIVIDAD	INTERNA	EXTERNA	TIEMPO ESPERADO(MIN)
1	Retirar producto en proceso.	X		2
2	Dirigirse al almacén por las cuchillas.	X		0
3	Dirigirse a la máquina Despuntadora.	X		0
4	Buscar llaves necesarias.	X		0
5	Buscar trapo industrial.	X		0
6	Apagar máquina, limpiar y sacar tuercas.	X		3
7	Retirar cuchillas y cambiar de cuchillas.	X		2
8	Ajustar tuercas e inspeccionar.	X		2
9	Encender máquina y esperar.	X		1
	TOTAL			10

Fuente: Elaboración propia.

Beneficio de la aplicación del sistema SMED

En la producción de pernos, el jefe de planta nos indicó que se realiza un cambio de cuchillas por día en la maquina despuntadora para realizar distintos despuntados en los pernos, lo cual equivale a realizar la operación de cambio 2 veces al día, conociendo que por cada operación de cambio de cuchillas se tendría un ahorro de 13 minutos, se procedió a conocer el tiempo total que se estaría obteniendo para una mayor producción.

$$\text{Tiempo obtenido por día} = 13 \text{ minutos} / \text{cambio} \times 2 \text{ cambios} / \text{día} = 26 \text{ minutos} / \text{día}$$

Se puede conocer que se obtiene 26 minutos por día, a continuación se procede a calcular cuánto sería el tiempo que se estaría ahorrando en los cambios de cuchillas en el periodo de estudio de 10 meses que se toma en la investigación.

$$\text{Tiempo obtenido por mes} = 26 \text{ minutos} / \text{día} \times 26 \text{ días} / \text{mes} = 676 \text{ minutos} / \text{mes}$$

$$\text{Tiempo obtenido en 10 meses} = 676 \text{ minutos} / \text{mes} \times 10 \text{ meses} = 6760 \text{ minutos}$$

En el periodo de 10 meses en estudio se pudo conocer que se estaría obteniendo 6760 minutos con la aplicación del sistema SMED disponibles para la producción de pernos. Por lo que procedemos a calcular cuántos pernos se estarían produciendo con este tiempo obtenido, utilizaremos los datos que anteriormente sabemos, como que en una hora se produce 31.25 pernos, antes de calcular la cantidad de pernos producidos cambiaremos de minutos a horas el tiempo obtenido.

$$\text{Tiempo obtenido en 10 meses} = 6760 \text{ minutos} \div 60 \text{ minutos} / \text{hora} = 112.67 \text{ horas.}$$

$$\text{Pernos producidos} = 112.67 \text{ horas} \times 31.25 \text{ pernos} / \text{hora} = 3520.83 \cong 3520 \text{ pernos.}$$

Se aprecia que se puede producir 3520 pernos adicionales a la producción aplicando el sistema SMED, que sería el cambio de rápido de herramientas (cuchillas). Para conocer el beneficio económico usaremos el dato del precio venta de un perno que es S/1.50 soles.

$$\text{Beneficio obtenido} = 3520 \text{ pernos} \times S/1.50 \text{ soles} / \text{perno} = S/5280 \text{ soles.}$$

Costo de la aplicación del sistema SMED

Tabla 55

Costo de implementación de la aplicación SMED.

Detalle	Cantidad	Valor (S/.)	Total (S/.)
Capacitación SMED trimestral	3	S/ 500.00	S/ 1500.00
Impresión de hojas SMED	900	S/ 0.20	S/ 180.00
Archivadores y útiles de oficina	10	S/ 50.00	S/500.00
Estante	1	S/ 200.00	S/ 200.00
Juego de herramientas para la máquina despuntadora	1	S/250.00	S/250.00
Total			S/2630.00

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3.1.4. Propuesta de selección de nuevos proveedores

En esta propuesta lo que se busca será evaluar el cumplimiento del proveedor actual con respecto a la entrega de la materia prima, esto se realiza porque de acuerdo a la recolección de datos la empresa hace hincapié que muchas veces la producción debe paralizarse ya que el proveedor actual no cumple con el pedido a tiempo y eso genera pérdidas en términos económicos ya que no se cumple con los pedidos de los clientes; es por esto que se ha realizado un formato para saber si la entrega se realiza en el momento y tiempo acordado o cuantas veces el proveedor no ha cumplido con la entrega.

A continuación, se presenta en la figura 42 el formato propuesto para evaluar a los actuales proveedores de la empresa en estudio, esta evaluación se realizará junto al gerente y jefe de producción ya que ellos tienen la información necesaria para realizar la evaluación de manera adecuada.

		EVALUACIÓN DE PROVEEDORES ACTUALES		
EMPRESA:				
DIRECCIÓN:				
MATERIAL				
PERSONAL DE:				
FECHA:				
CATEGORIA:	PUNTUACIÓN		OBSERVACIONES	
ASPECTOS TÉCNICOS	ASIGNADO	OBTENIDO		
Los bienes o servicios cumplen las especificaciones y las normas técnicas exigidas en el contrato, o con la totalidad de las condiciones exigidas en el contrato.	100			
El bien o servicio no cumple con la totalidad de las especificaciones, sin embargo es aceptado pero con observaciones en la recepción	80			
El bien o servicio no cumple con las especificaciones, condiciones del contrato o con las normas técnicas exigidas por lo tanto no se acepta.	1			
CUMPLIMIENTO DE FECHAS DE ENTREGA	ASIGNADO	OBTENIDO	OBSERVACIONES	
Entrega justo a tiempo o con anterioridad a la fecha pedida	100			
Hubo retraso imputable al contratista, este hecho sin embargo, no le genera impacto a La casa del tornillo S.A.C.	70			
Hubo retraso imputable al contratista generando impactos a La casa del tornillo S.A.C.	1			
CUMPLIMIENTO DE CANTIDADES DE	ASIGNADO	OBTENIDO	OBSERVACIONES	
Entregó la cantidad exacta y cumplió con el objetivo y alcance al contrato	100			
Cantidades excedidas que requieren devolución o cumplimiento parcial del objeto o alcance del contrato que no generan impacto a La casa del tornillo S.A.C.	80			
Cantidades menores o excedidas que generan impacto a La casa del tornillo S.A.C.	40			
No entregó	1			
FACTURACIÓN	ASIGNADO	OBTENIDO	OBSERVACIONES	
La factura es entregada a tiempo y cumple con el régimen tributario y las condiciones establecidas por La casa del tornillo S.A.C. No presenta observaciones.	100			
Se presentan observaciones menores a la factura o la factura no es entregada a tiempo	60			
No cumple con el estatuto tributario o las leyes aplicables o no entrega la factura.	1			
TOTAL				
PROMEDIO				
CATEGORIA		CONCLUSIÓN		
95 - 100 Altamente confiable				
80 - 94 Confiable				
01 - 79 No confiable				
PUNTAJE TOTAL:	CALIFICACIÓN	Realizado por Auditor Interno:		

Figura 41. Formato de Evaluación de Proveedores Actuales.

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a los resultados de la evaluación a los actuales proveedores, el gerente y jefe de producción tomarían la decisión de continuar con los mismos proveedores o de cambiar, por lo que se tomó la iniciativa de buscar nuevos proveedores mediante el uso de la web si en caso fuera la decisión de la gerencia de cambiar de proveedores. De la búsqueda de nuevos proveedores se seleccionó 5 empresas que tienen buenas referencias y que podrían ser tomados en cuenta por la gerencia de la empresa en estudio, A continuación, se observarán a las empresas que podría evaluar la gerencia:

Empresas para ser evaluadas como nuevos Proveedores	
Distribuidora de Tungsteno RAZO.	
Fejucy S.A.C.	
Viga carburo industrial.	
Conalum.	
Herralum.	

Figura 42. Empresas para ser evaluadas como nuevos proveedores.
Fuente: Elaboración propia basado de Google 2020.

Por otra parte, también se realizó un formato para evaluar a 5 nuevos proveedores que tienen la materia prima que se necesita para la producción de pernos, esto se ha realizado con la finalidad de que la empresa tenga otras alternativas o pueda cambiar de proveedor y no tenga que paralizar o detener su producción por falta de materia prima.

Desde luego la gerencia tendría que evaluarlos para ver cuál de ellos tiene el mejor precio, la mejor calidad y desde luego que sea puntual en las entregas para que la empresa no tenga pérdidas económicas por paralizar su producción y poder cumplir con los pedidos de los clientes lo cual sería de mucha importancia para la imagen de la empresa.

A continuación, en la figura 44 se presenta el formato de la evaluación de nuevos proveedores para la empresa industrias la casa del tornillo.

		EVALUACIÓN DE NUEVOS PROVEEDORES			
EMPRESA:					
DIRECCIÓN:					
MATERIAL					
PERSONAL DE:					
FECHA:					
CRITERIO	PROV1	PROV2	PROV3	PROV4	PROV5
Costo unitario					
Plazo de entrega					
Forma de pago					
Calidad					
TOTAL					
CATEGORIA			CONCLUSIÓN		
5 Mejor					
4 Muy bueno					
3 Bueno					
2 Regular					
1 Malo					
PUNTAJE TOTAL:	CALIFICACIÓN		Realizado por Auditor Interno:		

Figura 43. Formato de evaluación de nuevos proveedores para industrias la casa del tornillo.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.4. Situación de la variable dependiente con la propuesta

Para calcular la productividad después de las propuestas se tendría que tener en cuenta la nueva producción de pernos que se tendría, ya que se reduciría las horas por paradas de producción. Para lo cual se necesitaría los siguientes datos recopilados anteriormente.

Tabla 55

Datos referenciales de producción.

Datos	Descripción
Producción por hora	31.25 pernos
Producción total real (10 meses)	62719 pernos
Horas programadas durante el periodo	2072 horas
Horas inoperativas por paradas	65 horas
Horas que se recuperaría con las propuestas	60 horas

Fuente: Elaboración propia.

Para calcular la nueva producción se tendría que hallar la nueva cantidad de horas operativas para la producción de pernos para lo cual se obtendría de la siguiente manera.

$$\text{Horas inoperativas con la propuesta} = 65 \text{ horas (actual)} - 60 \text{ horas (recuperadas)}$$

$$\text{Horas inoperativas con la propuesta} = 5 \text{ horas.}$$

Al conocer que con las propuestas se tendría 5 horas inoperativas se restaría con las horas programadas y como resultado se tendría las horas operativas propuestas que sería **2067 horas**, y para calcular la nueva producción de pernos sería de la siguiente manera.

$$\text{Producción de pernos propuesta} = 2067 \text{ horas} \times 31.25 \frac{\text{pernos}}{\text{hora}}$$

$$\text{Producción de pernos propuesta} = 64593.75 \cong 64593 \text{ pernos}$$

A la producción esperada le adicionamos la producción de pernos generada con el tiempo de ahorro con la aplicación del sistema SMED, lo cual sería la nueva producción esperada en la investigación.

$$\text{Producción de pernos propuesta} = 64593 \text{ pernos} + 3520 \text{ pernos} = 68113 \text{ pernos.}$$

Productividad Parcial de la Mano de obra con la propuesta

Para calcular esta productividad con la propuesta se aplica la misma fórmula utilizada anteriormente.

$$Productividad_{Mo} = \frac{Producción}{N^{\circ} Operarios}$$

Datos en el periodo de 10 meses:

Producción propuesta en el periodo: 68113 pernos.

Cantidad de operarios: 3 operarios.

$$Productividad_{Mo} = \frac{68113 \text{ pernos}}{3 \text{ operarios}}$$

$$Productividad_{Mo} = 22704.33 \text{ pernos/operario}$$

Se puede observar que la nueva productividad de la mano de obra con la propuesta es de 22704.33 pernos por operario en el periodo de estudio, por lo que se podría afirmar que hay un incremento de la productividad.

Tabla 56

Variación de la productividad de la mano de obra.

Productividad de la mano de obra actual	Productividad de la mano de obra mejorada	$\Delta\%$ Productividad de la mano de obra
$Productividad_{Mo}$ = 20906.33 pernos /operario	$Productividad_{Mo}$ = 22704.33 pernos /operario	$\Delta\%$ = $\left(\frac{22704.33 - 20906.33}{20906.33}\right) \times 100$ $\Delta\% = 8.60\%$

Fuente: Elaboración propia.

Productividad Parcial de la Maquinaria

Para calcular la productividad parcial de la maquinaria propuesta se aplicará la misma fórmula utilizada anteriormente.

$$Productividad_{Mq} = \frac{Producción}{N^{\circ} máquinas}$$

Datos en el periodo de 10 meses:

Producción real en el periodo: 68113 pernos.

Cantidad de máquinas: 4 máquinas.

$$Productividad_{Mq} = \frac{68113 \text{ pernos}}{4 \text{ máquinas}}$$

$$Productividad_{Mq} = 17028.25 \text{ pernos/máquina}$$

Se puede apreciar que la nueva productividad de maquinaria con la propuesta es de 17028.25 pernos por máquina en el periodo de estudio, por lo que se podría afirmar que hay un incremento de la productividad parcial.

Tabla 57

Variación de la productividad de la maquinaria.

Productividad de la maquinaria actual	Productividad de la maquinaria mejorada	$\Delta\%$ Productividad de la maquinaria
$Productividad_{Mq}$ = 15679.75 pernos/máquina	$Productividad_{Mq}$ = 17028.25 pernos/máquina	$\Delta\%$ = $\left(\frac{17028.25 - 15679.75}{15679.75}\right) \times 100$ $\Delta\% = 8.60\%$

Fuente: Elaboración propia.

3.2.5. Análisis Beneficio/Costo de la propuesta

Tabla 56

Beneficio costo de la propuesta.

Propuesta	Costo por semestre(S/)	Beneficio por semestre(S/)
Implementación de las 5s.	S/2293.00	S/48.00
Implementación del RCM.	S/2496.00	S/7524.15
Metodología SMED	S/2630.00	S/5280.00
Total	S/7419.00	S/ 12852.15

Fuente: Elaboración propia.

$$B/C = \frac{12852.15}{7419}$$

$$\frac{B}{C} = 1.73$$

NOTA: El beneficio/ costo que se puede observar significa que, por cada sol que se invierte, se recupera y por consiguiente se obtiene una ganancia de 0.73 soles.

3.3. Discusión de resultados

En esta investigación realizada en la empresa La casa del tornillo S.A.C, aplicando las herramientas de recolección de datos como la guía de entrevista, guía de encuesta y la guía de documentación; se pudo conocer que la problemática de la empresa es la parada de las máquinas por falta de mantenimiento, la falta de conocimiento de mantenimiento en los trabajadores, la falta de liquidez y el incumplimiento a los clientes con la producción de pernos. Todo esto problemas estarían afectando en la productividad de la empresa causando bajos ingresos económicos; lo cual tiene relación con el trabajo realizado por Miriam Curillo en el año 2015 titulada “Análisis y propuesta de mejoramiento de la productividad de la fábrica artesanal de hornos industriales FACOPA” en Cuenca, donde también utilizó la encuesta, la entrevista al gerente y observaciones para conocer la problemática de la empresa que serían los cuellos de botella ocasionados en la producción de los hornos.

Además, en la empresa industrias la casa del tornillo S.A.C se aplicó herramientas de gestión de ingeniería como el DOP y el diagrama de Ishikawa; con lo cual se pudo conocer los problemas más relevantes que serían el desorden y falta de limpieza en el área de trabajo, como también la falta de mantenimiento preventivo en las máquinas de producción de pernos; esta problemática tendría relación con la investigación realizada por Antero Fernández y Luis Ramírez en el año 2017, en la empresa distribuciones A& B tuvo como objetivo principal proponer un plan de mejora, basándose en la gestión por procesos para aumentar la productividad y para ello utilizaron herramientas como lo es el diagrama de flujo, el mapa de procesos y el diagrama de causa – efecto; por lo que pudieron identificar la problemática de la empresa. La cual no contaba con un área para ese proceso, por eso no tenían un control ni de los materiales y mucho menos de los productos que estaban terminados; además se desconocía cuándo y cuánta cantidad de materia prima y/o materiales se deben requerir porque muchas veces se ha generado pérdidas de horas-hombre y horas-máquina lo cual impide el cumplimiento a la hora de entregar de los pedidos.

Con la propuesta en esta investigación de la implementación del 5s, el RCM y el sistema SMED en el área de producción de pernos de la empresa La casa del tornillo S.A.C, donde se pudo analizar mediante el AMEF, la hoja de decisión RCM y hojas SMED. Finalmente mediante la aplicación de la propuesta daría beneficios como el incremento de la producción de pernos de 62719 a 68113 pernos en un tiempo de diez meses lo que es equivalente al aumento de la productividad en 8.60 %, además de un ahorro de S/ 4711.65

soles tan solo en mantenimiento de las 4 máquinas dedicadas a la producción en un periodo de diez meses y también el incremento de la disponibilidad operativa en un 2.99% de la instalación; lo cual tendría relación con el trabajo de investigación de Mejía realizado en la ciudad de Chiclayo titulada “Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para lograr una mejor productividad en la empresa ERSA Transportes y Servicios S.R.L.”, donde menciona que a través de aplicar el RCM, se logró mejorar la mejor disponibilidad que llegó hasta un 16% y también la productividad aumentó en 7%, teniendo como ahorro un monto de S/ 27 387,46 anualmente.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

a) Se diagnosticó la situación actual en el área de elaboración de pernos por medio de la aplicación de técnicas como la encuesta, la entrevista y la observación directa. Mediante las herramientas de ingeniería como el diagrama de Ishikawa y DOP se pudo conocer los problemas más importantes que perjudican la producción y el rendimiento en la empresa como la ausencia de compromiso por parte de todos, la falta de contratar más personal, el incumplimiento de entregar los pedidos, los movimientos que no son necesarios y por último la falta de orden, mantenimiento y limpieza.

b) Conocida la problemática actual, se determinaron las herramientas de gestión que permitan mejorar tal situación a fin de mejorar la productividad: 5s, RCM y SMED, además de complementar con formatos para una evaluación de actuales y nuevos proveedores.

c) Después se plantearon las estrategias de mejora de la productividad en la producción de la empresa Industrias Casa del Tornillo con el uso de las herramientas seleccionadas. Mediante la implementación de la 5S se planteó mejorar el orden y limpieza de las áreas de trabajo; con la implementación del RCM se logrará reducir las paradas de las máquinas y aplicando el sistema SMED se logrará reducir los tiempos de recambio de herramientas. Se estima que aplicando estas estrategias la productividad aumentaría en 8.60%, ya que antes se producían 62719 pernos y ahora se estaría produciendo 68113 pernos. Además, se ahorraría en mantenimiento a la maquinaria con un valor de S/4711.65 soles en un tiempo de 10 meses.

d) Realizado el B/C de la propuesta de investigación con un periodo de 10 meses se obtendrá un resultado de 1.73, con lo que se puede establecer que por cada sol que la empresa invierta obtendría una ganancia de 0.73 soles.

4.2. Recomendaciones

a) En la investigación se pudo conocer que muchas veces el encargado del almacén de materia de prima como los productos terminados no tienen un buen control del inventario, ya que no cuentan con un sistema de almacenamiento e inventario, lo cual genera muchas veces extravíos de productos y posteriormente pérdidas económicas, por lo que se recomienda hacer un estudio en el área del almacén.

b) Se recomienda también realizar un estudio para redistribuir la planta en el área donde se realiza la producción ya que hay una mala distribución de los equipos y hay espacios reducidos lo que afectaría en la productividad y la eficiencia de la empresa La casa del tornillo S.A.C.

REFERENCIAS

- Anónimo (2018, 01 de febrero). EEUU: la productividad del cuarto trimestre de 2017 cae hasta el -0,1%. *El Economista*. Recuperado de: <https://www.eleconomista.es/economia/noticias/8908616/02/18/EEUU-la-productividad-trimestral-cae-hasta-el-01.html>.
- Arias, F. (2012). *El proyecto de Investigación. Introducción a la investigación científica*. (6a. Ed.). Caracas: Episteme.
- Balestrini, M. (1997). *"Como se Elabora el Proyecto de Investigación"*. Caracas: BI Consultores Asociados.
- Barreno, V. (2019, 02 de enero). Empresas aplicarán normas técnicas para la competitividad. *La Industria*. Recuperado de: <https://www.laindustriadechiclayo.pe/noticia/1546962648-empresas-aplicaran-normas-tecnicas-para-la-competitividad>.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la Investigación*. (3a. Ed.). Bogotá D.C: Pearson.
- Briones, G. (2000). *La investigación social y educativa*. Bogotá: Tercer Mundo Editores.
- Callo, P. (2017). *Propuesta de mejora para aumentar la productividad, basado en un estudio de tiempos y determinación del tiempo estándar de la línea de producción de vidrio insulado en la Corporación Vidrio Glass*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú.
- Cárdenas L. (2005). Diagnóstico de calidad y productividad en las empresas del sector metalmeccánica de la provincia de Valdivia. *Síntesis Tecnológica*, 2 (2), 75-78.
- Curillo, M. (2015). *Análisis y propuesta de mejoramiento de la productividad de la fábrica artesanal de hornos industriales FACOPA*. (tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca.
- Dávila, A. (2015). *Análisis y propuesta de mejora de procesos en una empresa productora de jaulas para gallinas ponedoras*. (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

- Diestra, J., Esquiviel, L. y Guevara, R. (2017). Programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para optimizar la disponibilidad operacional de la máquina con mayor criticidad. *Ingeniería ciencia, Tecnología e innovación*, 4(1), 1-10.
- Domínguez, S. (2017, 26 de Noviembre), “Una mayor productividad hará del Perú un país de ingresos altos”. *Diario El peruano*. Recuperado de: <http://www.elperuano.pe/noticia-una-mayor-productividad-hara-del-peru-un-pais-ingresos-altos-61471.aspx>.
- Fernández, A. y Ramírez, L. (2017). *Propuesta de un plan de mejoras, basado en gestión por procesos, para incrementar la productividad en la empresa distribuciones A & B*. (tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, Perú.
- Flores, W. (2017). *Análisis y propuesta de mejora de procesos aplicando mejora continua, técnica smed, y 5s, en una empresa de confecciones*. (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Galán, M. (2009, 29 de Mayo). La entrevista en investigación. *Metodología de la investigación*. Recuperado de http://manuelgalan.blogspot.com/2009_05_24_archive.htm.
- Gestión (2017, 13 de Abril), “Aceros Arequipa: Aleación para el éxito”. *Diario Gestión*. Recuperado de: <https://gestion.pe/economia/empresas/aceros-arequipa-aleacion-exito-133018-noticia/>.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. (6a. Ed.). México: Mc Graw-Hill.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. (5a. Ed.). México: Mc Graw-Hill.
- Infante, D. E. y Erazo, D. D. (2016). *Propuesta de mejoramiento de la productividad de la línea de camisetas interiores en una empresa de confecciones por medio de la aplicación de herramientas lean Manufacturing*. (tesis de pregrado). Universidad de San Buenaventura Cali, Cali.
- Jiménez, J.; Castro, A. y Brenes, C. (2009). *Productividad*. (1a. Ed). Argentina: El Cid Editor.

- Knutzen, K. (2015). *Propuesta de mejora de modelo de gestión logística para una empresa metalmeccánica en la ciudad de Chiclayo* (tesis de pregrado). Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Lambayeque.
- La República (2015, 21 de Noviembre), “Lambayeque ya exporta accesorios para motos al Ecuador”. *La República*. Recuperado de: <https://larepublica.pe/archivo/433759-lambayeque-ya-exporta-accesorios-para-motos-al-ecuador/>.
- León, M. (2009). *Productividad: su gestión y mejora continua: objetivo estratégico*. (1a. Ed). Argentina: El Cid Editor.
- López, J. (2013). *Productividad*. (2a Ed.). Estados Unidos: ISBN.
- Maya, J (2018). *Aplicación de RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para la metodología TPM* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- Mejía, R (2017). *Propuesta en un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para mejorar la productividad de la empresa ERSA Transportes y Servicios S.R.L.* (tesis de pregrado). Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Lambayeque.
- Morales, C. y Masis, A. (2014). La Medición de la Productividad del Valor Agregado: una aplicación empírica en una cooperativa agroalimentaria de costa rica. *TEC Empresarial*, 8(2), 41-49.
- Moubray, J. (1999). *Mantenimiento centrado en confiabilidad*. (2da. Ed). Colombia: ELSEVIER.
- Murillo, W. (2008, 18 de abril). *La investigación científica*. Recuperado de: <https://www.monografias.com/trabajos15/invest-cientifica/invest-cientifica.shtml>.
- Nemur, L. (2016). *Productividad: Consejos y atajos de productividad para personas ocupadas*. (1ra Ed.). Estados Unidos: Babelcube Inc.

- Olavarrieta, J. (1999). *Conceptos generales de productividad, sistemas, normalización y competitividad para la pequeña y mediana empresa*. (1a. Ed). México: UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA.
- Radajell, M y Sánchez, L (2010). *Lean Manufacturing La evidencia una necesidad*. (1a. Ed). España: DIAZ DE SANTOS.
- Reyes, A. (2017). Productividad laboral. *Entorno Empresarial*. Recuperado de: <http://revistaentornoempresarial.com/index.php/productividad-laboral>.
- Rodríguez, C. (1999). *La cultura de calidad y productividad en las empresas*. (1a. Ed). México: ITESO.
- Ruiz, J. (2012). *Metodología de la Investigación Cualitativa*. (1a. Ed.). Balboa: Deusto.
- Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing paso a paso*. (1a. Ed.). España: Marge Books.
- Supo, D. y Pérez, J. (2018). Gestión de mantenimiento para reducir costos en el área de electromecánica en el hospital regional Lambayeque. *Ingeniería ciencia, Tecnología e innovación*, 5(1), 1-11.

ANEXOS

ANEXO N°1

ENCUESTA A LOS COLABORADORES DE LA EMPRESA INDUSTRIAS CASA DEL TORNILLO S.A.C.

Objetivos. Obtener información concerniente al desempeño de las actividades en el área de producción que se realizan en la empresa Industrias Casa del Tornillo SAC.

Sexo: masculino () femenino ()

Cargo que desempeña:

Área:

Grado académico:

Tiempo que labora en el la empresa:

1. ¿La empresa les brinda capacitaciones?
 - a. Si
 - b. No
2. ¿La empresa les brinda equipos de protección personal (guantes, mascarillas, etc.)?
 - a. Si
 - b. No
3. ¿Cuentan con un correcto abastecimiento de materia prima?
 - a. Siempre
 - b. A veces
 - c. Nunca
4. ¿Existe suficiente espacio para almacenar el productor terminado?
 - a. Demasiado pequeño
 - b. Adecuado
 - c. Demasiado grande
5. ¿Existe suficiente espacio en el área de almacén de la materia prima?
 - a. Si
 - b. No
6. El ambiente donde labora está limpio y ordenado.
 - a. Si
 - b. No
 - c. A veces

7. ¿Con que frecuencia la máquina no está disponible debido a fallas de funcionamiento?
 - a. 1 vez por semana
 - b. 2 veces por semana
 - c. 3 veces por semana
 - d. otros
8. ¿Existe un plan de mantenimiento de las maquinas?
 - a. Si
 - b. No
9. ¿Conoce y/o utiliza el mantenimiento autónomo?
 - a. Si
 - b. No
10. ¿Si se dan paradas en la producción es por faltas en la maquinaria o por falta de MP?
 - a. Por fallas en la maquinaria
 - b. Por falta de MP
 - c. a y b
 - d. otros
11. ¿Considera que el tiempo de preparar las máquinas para su funcionamiento es un problema?
 - a. Si
 - b. No

ANEXO N°2

VALIDACIÓN DE ENCUESTA.



Universidad Señor de Sipán
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombre del experto: *Castro Torres Melosa Judith*
 Grado Académico: *Magister*
 Cargo e Institución: *Jefa de Grados y Títulos - Universidad Señor de Sipán*
 Nombre del instrumento a validar: *Encuesta*
 Autor del instrumento: *Bravo Pérez Jenner Cruz*
 Título del Proyecto de Tesis: *Plan de Mejora para aumentar la productividad en la empresa Industrias Casa del Tornillo S.A.C., Chiclayo:...*

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible.			X	
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems.			X	
Suficiente	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables.			X	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere.			X	
Viabilidad	Es viable su aplicación.			X	

Valoración:

Puntaje: (De 0 a 20) *15*
 Calificación: (De deficiente a muy bueno): *Buena*

Observaciones:

..... *Falta profundidad más en el tema en estudio.*

Fecha: *09-07-2018*

Firma: *[Firma manuscrita]*

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombre del experto: *Arascue Becerra Manuel Alberto*
 Grado Académico: *M.B.A.*
 Cargo e Institución: *Coordinador EAP Ing. Industrial*
 Nombre del instrumento a validar: *Encuesta*
 Autor del instrumento: *Bravo Pérez Jenner Cruz*
 Título del Proyecto de Tesis: *Plan de Mejora para aumentar la productividad en la empresa Industrias Casa del Tornillo S.A.C., Chiclayo.*

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible.			/	
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems.		/		
Suficiente	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables.		/		
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere.			/	
Viabilidad	Es viable su aplicación.			/	

Valoración:

Puntaje: (De 0 a 20)..... *15*

Calificación: (De deficiente a muy bueno): *X*

Observaciones: *Lo que se indica en el instrumento.*

Fecha: *09/07/18*

Firma: *[Signature]*
CIP 41882.

ANEXO N°3

ENTREVISTA A LA JEFA DE PLANTA DE LA EMPRESA INDUSTRIAS CASA DEL TORNILLO S.A.C.

Objetivos. Obtener información concerniente al desempeño de las actividades en el área de producción que se realizan en la empresa Industrias Casa del Tornillo SAC.

Sexo: masculino () femenino ()

Cargo que desempeña:.....

Área:

Grado académico:.....

Tiempo que labora en el la empresa:.....

1. **¿Cuáles son los problemas que sobresalen en la empresa?**

2. **¿Cuáles son las consecuencias que acarrearán estos problemas mencionados?**

3. **¿Qué medidas piensa tomar para solucionar estos problemas?**

4. **¿Puede expresarnos de forma cuantitativa las pérdidas que ha sufrido la empresa a causa de estas consecuencias?**

5. **¿Cree usted que su personal es eficiente**

- 6. ¿Existe una planificación tanto para compras como para producción?**

- 7. ¿Existe suficiente espacio para almacenar los insumos y la materia prima?**

- 8. ¿Existe demora o incumplimiento de parte de sus proveedores?**

- 9. ¿Existe un mantenimiento preventivo para las maquinarias?**

- 10. ¿Se realiza una inspección en la recepción de la materia prima e insumos?**

- 11. ¿Existen productos defectuosos**

- 12. ¿Cuál es el principal problema en el área de producción?**

- 13. ¿Existe un mantenimiento preventivo para las maquinarias?**

- 14. ¿Las entregas que realizan, llegan a tiempo?**

ANEXO N°4

VALIDACIÓN DE ENTREVISTA



Universidad Señor de Sipán
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombre del experto: Leandro Torres Velasco Tardía
 Grado Académico: Magister
 Cargo e Institución: Jefe de Grados y Títulos - Universidad Señor de Sipán
 Nombre del instrumento a validar: Entrevista
 Autor del instrumento: Bravo Pérez Jenner Cruz
 Título del Proyecto de Tesis: Plan de Mejora para aumentar la productividad en la empresa Industrias Casa del Tornillo S.A.C., Chiclayo.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible.			X	
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems.			X	
Suficiente	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables.			X	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere.			X	
Viabilidad	Es viable su aplicación.			X	

Valoración:

Puntaje: (De 0 a 20) 15

Calificación: (De deficiente a muy bueno): bueno

Observaciones:

Faltó profundizar más en el tema.

Fecha: 09-02-2018

Firma:

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombre del experto: Quiróz Orrego Carlos Alberto
 Grado Académico: Magister
 Cargo e Institución: Docente de la USS
 Nombre del instrumento a validar: Entrevista
 Autor del instrumento: Bravo Pérez Jenner Cruz
 Título del Proyecto de Tesis: Plan de Mejora para aumentar la productividad en la empresa Industrias Casa del Tornillo S.A.C., Chiclayo.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible.				/
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems.				/
Suficiente	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables.				/
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere.				/
Viabilidad	Es viable su aplicación.				/

Valoración:

Puntaje: (De 0 a 20) 17
 Calificación: (De deficiente a muy bueno): Muy Bueno

Observaciones:

.....

Fecha:

Firma:

[Firma]
 CIP: 32013

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombre del experto: *Amasue Becerra Monreal Alberto*
 Grado Académico: *MBA*
 Cargo e Institución: *coordinador EAP Ing. Industrial*
 Nombre del instrumento a validar: *Entrevista*
 Autor del instrumento: *Bravo Pérez Jenner Cruz*
 Título del Proyecto de Tesis: *Plan de Mejora para aumentar la productividad en la empresa Industrias Casa del Tornillo S.p.A., Chiclayo.*

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible.			/	
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems.		/		
Suficiente	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables.		/		
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere.		/		
Viabilidad	Es viable su aplicación.			/	

Valoración:

Puntaje: (De 0 a 20)..... *14*

Calificación: (De deficiente a muy bueno): *X*

Observaciones: *Lo que se indica en el Instrumento.*

Fecha: *09/07/18*
 Firma: *[Firma]*

ANEXO N°5

EVALUACIÓN DE PROVEEDORES ACTUALES

		EVALUACIÓN DE PROVEEDORES ACTUALES		
EMPRESA:				
DIRECCIÓN:				
MATERIAL				
PERSONAL DE:				
FECHA:				
CATEGORIA:	PUNTUACIÓN		OBSERVACIONES	
	ASIGNADO	OBTENIDO		
ASPECTOS TÉCNICOS				
Los bienes o servicios cumplen las especificaciones y las normas técnicas exigidas en el contrato, o con la totalidad de las condiciones exigidas en el contrato.	100			
El bien o servicio no cumple con la totalidad de las especificaciones, sin embargo es aceptado pero con observaciones en la recepción	80			
El bien o servicio no cumple con las especificaciones, condiciones del contrato o con las normas técnicas exigidas y por lo tanto no se acepta.	1			
CUMPLIMIENTO DE FECHAS DE ENTREGA	ASIGNADO	OBTENIDO	OBSERVACIONES	
Entrega justo a tiempo o con anterioridad a la fecha pedida	100			
Hubo retraso imputable al contratista, este hecho sin embargo, no le genera impacto a La casa del tornillo S.A.C.	70			
Hubo retraso imputable al contratista generando impactos a La casa del tornillo S.A.C.	1			
CUMPLIMIENTO DE CANTIDADES DE	ASIGNADO	OBTENIDO	OBSERVACIONES	
Entregó la cantidad exacta y cumplió con el objetivo y alcance al contrato	100			
Cantidades excedidas que requieren devolución o cumplimiento parcial del objeto o alcance del contrato que no generan impacto a La casa del tornillo S.A.C.	80			
Cantidades menores o excedidas que generan impacto a La casa del tornillo S.A.C.	40			
No entregó	1			
FACTURACIÓN	ASIGNADO	OBTENIDO	OBSERVACIONES	
La factura es entregada a tiempo y cumple con el régimen tributario y las condiciones establecidas por La casa del tornillo S.A.C. No presenta observaciones.	100			
Se presentan observaciones menores a la factura o la factura no es entregada a tiempo	60			
No cumple con el estatuto tributario o las leyes aplicables o no entrega la factura.	1			
TOTAL				
PROMEDIO				
CATEGORIA	CONCLUSIÓN			
95 - 100 Altamente confiable				
80 - 94 Confiable				
01 - 79 No confiable				
PUNTAJE TOTAL:	CALIFICACIÓN	Realizado por Auditor Interno:		

ANEXO N°6

EVALUACIÓN A NUEVOS PROVEEDORES

		EVALUACIÓN DE NUEVOS PROVEEDORES			
EMPRESA:					
DIRECCIÓN:					
MATERIAL					
PERSONAL DE:					
FECHA:					
CRITERIO	PROV1	PROV2	PROV3	PROV4	PROV5
Costo unitario					
Plazo de entrega					
Forma de pago					
Calidad					
TOTAL					
CATEGORIA			CONCLUSIÓN		
5 Mejor					
4 Muy bueno					
3 Bueno					
2 Regular					
1 Malo					
PUNTAJE TOTAL:	CALIFICACIÓN		Realizado por Auditor Interno:		
