

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE PRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN EN UNA EMPRESA METALMECÁNICA, TRUJILLO 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Bach. Julio Abel Ramirez Paredes

Bach. Rodrigo Alonzo Figueroa Silva

Asesor:

Ing. Mario Alberto Alfaro Cabello

Trujillo - Perú

2021



DEDICATORIA

A nuestro Padre Celestial y a nuestra Santísima Virgen de la Puerta por cuidarme en la enfermedad, guiarme en el camino correcto, darme la oportunidad de realizar mis metas y estar con mi familia en los momentos más tristes y felices que me ha dado la vida. A mis padres Carlos Figueroa, Fanny Silva por ayudarme e impulsarme en los momentos más difíciles y más alegres de mi vida, por siempre estar presente en todo recuerdo feliz y toda enseñanza adquirida, por inculcarme el respeto, la perseverancia, la paciencia y la resistencia de nunca rendirme y por apoyarme cuando más lo necesite y nunca dejar de creer en mí.

AGRADECIMIENTO

Ante todo, agradezco a Dios por permitirme culminar esta Tesis con éxito y contribuir al cumplimiento de mis metas, bendecirme con salud, dedicación y unidad familiar.

Agradezco a mis maestros, desde los grandes formadores de mi institución educativa Claretiana que me inculcaron valores, sapiencia y formación religiosa, hasta mis formadores universitarios y de especialización, los cuales me proporcionaron conocimientos técnicos, capacidad crítica y perspectiva dentro de cada trabajo realizado, gracias por ayudarme a descubrir mi profesión brindándome su motivación y experiencia en cada momento.

Finalmente agradezco a mi familia ya que con su aporte, motivación y continua insistencia pude subir este peldaño de mi progreso profesional para así encaminar de nuevo mis metas.

Rodrigo Alonzo

DEDICATORIA

A mis padres Julio Ramírez, Rosa Paredes por confiar siempre en mí y ser el soporte que siempre está presente en todo momento de mi vida. Por apoyarme en todas mis decisiones y ser los mejores ejemplos de vida. A mis hermanos, familiares y amigos que siempre me mostraron su apoyo incondicional y confiaron todo momento en mí.

AGRADECIMIENTO

A Dios nuestro Padre Celestial por darme la vida, protegerme, ser mi guía, por cuidar de los míos, por darme un día más de vida para poder alcanzar mis metas.

A mis formadores, excelentes profesionales que gracias a sus enseñanzas me ayudaron a llegar al punto en que me encuentro.

A la universidad por haberme dado la oportunidad de conocer a excelentes personas y profesionales y por haber vivido experiencias únicas y maravillosas que quedaran por siempre en mi memoria.

Julio Abel

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática.....	1
1.2. Antecedentes.....	8
1.3. Bases Teóricas.....	13
1.4. Definición de Términos.....	44
1.5. Formulación del problema.....	47
1.6. Objetivos.....	47
1.7. Hipótesis.....	48
1.8. Justificación.....	48
1.9. Aspectos Éticos.....	49
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	50
2.1. Tipo de investigación.....	50
2.2. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos.....	50
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	53
2.4. Procedimiento.....	54
Misión y Visión.....	54
Organigrama.....	55
Distribución de la Empresa.....	55
Clientes.....	56
Proveedores.....	56
Principales Productos.....	56
Mapa de procesos.....	57
Diagrama de Proceso productivo de la Empresa.....	58
Evaluación Económica y Financiera.....	97
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	100
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	104
4.1. Discusión.....	104
4.2. Conclusiones.....	105
REFERENCIAS.....	107
ANEXOS.....	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos	50
Tabla 2. Instrumentos y métodos de procesamiento de datos	53
Tabla 3. Priorización por impacto económico	61
Tabla 4. Matriz de indicadores	62
Tabla 5. Operacionalización de variables	63
Tabla 6. Beneficio por Causa Raíz	68
Tabla 7. Sobrecostos por deficiente supervisión.....	70
Tabla 8. Monetización del tiempo perdido por desplazamiento actual	71
Tabla 9. Monetización de la pérdida de material por mal corte	74
Tabla 10. MTTR del torno.....	77
Tabla 11. MTTR del taladro	77
Tabla 12. Resumen de indicadores de mantenimiento.....	78
Tabla 13. Resumen de paradas por rubro	78
Tabla 14. AMFE del torno.....	79
Tabla 15. AMFE del taladro	80
Tabla 16. Priorización de atención a máquinas según su NPR	81
Tabla 17. Pareto según NPR.....	81
Tabla 18. Cronograma de mantenimiento del torno	82
Tabla 19. Cronograma de mantenimiento del taladro.....	82
Tabla 20. Descripción del puesto de trabajo del tornero.....	84
Tabla 21. Descripción del puesto de trabajo de talador y soldadura.....	85
Tabla 22. Temario, costo y cronograma de capacitación.....	87
Tabla 23. Cronograma de capacitación.....	87
Tabla 24. Curso de supervisión mecánica.....	88
Tabla 25. Recorrido entre máquinas realizado por operarios	89
Tabla 26. Desplazamientos nuevo layout	91
Tabla 27. Potencia requerida por la planta	92
Tabla 28. Cotización de estabilizador de voltaje	98
Tabla 29. Flujo de caja proyectado.....	99
Tabla 30. Estado de resultados	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Crecimiento de Producción de Pollo en Países de América.....	1
Figura 2. Incremento de las Exportaciones del Sector Metalmeccánico en el Perú	3
Figura 3. Registro de la colocación de pollos en granjas avícolas.....	4
Figura 4. Distribución del tiempo empleado por tipo de equipo	5
Figura 5. Motivos de paralizaciones.....	6
Figura 6. Distribución de planta - Mejora	17
Figura 7. Principios de la distribución de planta	18
Figura 8. Estudio de tiempos Westinghouse.....	26
Figura 9. Evolución del Mantenimiento	27
Figura 10. Fases de la metodología AMFE	38
Figura 11. Matriz de decisión	40
Figura 12. Tipos de cambio de comportamiento en razón de la capacidad	43
Figura 13. Procedimiento de trabajo en la empresa metalmeccánica	54
Figura 14. Organigrama de la empresa.....	55
Figura 15. Layout actual del área de trabajo.....	55
Figura 16. Mapa de procesos.....	57
Figura 17. Diagrama de operaciones actual	58
Figura 18. Camino crítico de construcción de peladora de pollos	59
Figura 19. Diagrama Causa Efecto de la problemática de la empresa.....	60
Figura 20. Pareto de causas raíz de la problemática.....	61
Figura 21. Parada de máquina	69
Figura 22. Layout actual.....	71
Figura 23. Dimensiones de la carcasa de máquina peladora	73
Figura 24. Layout actual de corte de láminas	73
Figura 25. Esquema general de la propuesta	75
Figura 26. Esquema del proceso de capacitación	83
Figura 27. Matriz triangular de Muther.....	89
Figura 28. Diagrama de panal de abeja del layout propuesto.....	90
Figura 29. Layout propuesto.....	90
Figura 30. Precios del software corteperfecto.com.....	94
Figura 31. Nueva distribución de piezas sobre la plancha con Corteperfecto	95
Figura 32. Resultados de Corteperfecto	96
Figura 33. Estabilizador de voltaje	97
Figura 34. Cotización de corteperfectocom.....	98
Figura 35. Reducción de Costos de Producción	101
Figura 36. Pérdida por CR1. Falta mantenimiento preventivo	101
Figura 37. Pérdida por CR2. Falta capacitación	102
Figura 38. Pérdida por CR3. Voltaje deficiente	102
Figura 39. Pérdida por CR4. Deficiente supervisión.....	102
Figura 40. Pérdida por CR5. Layout deficiente.....	103
Figura 41. Pérdida por CR6. Corte no optimizado	103

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo general aplicar la propuesta de mejora en la gestión de producción y mantenimiento de la empresa metalmecánica en la ciudad de Tarapoto mediante el uso de herramientas de ingeniería industrial para la reducción de costos de producción, ya sean por falta de mantenimiento preventivo, falta de capacitación, voltaje deficiente, deficiente supervisión, layout deficiente y corte no optimizado.

Planteado el problema, objetivos, hipótesis y variables, se hizo uso de la gestión de producción y mantenimiento, en el cual se aplicaron herramientas como estudio de tiempos, camino crítico CPM, árbol de problemas, árbol de decisiones, AMFE, criticidad, plan de mantenimiento, capacitación, compra estabilizador, layout- Muther y app para optimizar corte, dichas propuestas de mejora se aplicaron a cada una de las causas raíz que presentaba la empresa mediante el diagrama Ishikawa, enfocándose en las que tienen mayor impacto en la rentabilidad de la empresa con un total de 6.

Las propuestas de mejora se basaron en la implementación de herramientas de ingeniería industrial lo que permitió eliminar o disminuir actividades que no generaban valor alguno para la empresa ocasionando insatisfacción en el cliente. Implementando dichas mejoras, se obtendría una ganancia total de S/7,375.19. El VAN fue S/1,255. El TIR, 72.55% El Beneficio-Costo 4.06 y el Periodo de Retorno de Inversión (PRI), 7 meses. Estos indicadores demuestran la conveniencia de la propuesta.

Palabras clave: gestión de producción, gestión de mantenimiento, costos de producción.

ABSTRACT

The general objective of this work is to apply the proposal for improvement in the management of production and maintenance of the metalworking company in the city of Tarapoto through the use of industrial engineering tools to reduce production costs, whether due to lack of maintenance preventive, lack of training, poor voltage, poor supervision, poor layout and not optimized cut.

Once the problem, objectives, hypotheses and variables were raised, production and maintenance management was used, in which tools such as time study, critical path CPM, problem tree, decision tree, FMEA, criticality, plan of maintenance, training, stabilizer purchase, layout-Muther and app to optimize cutting, said improvement proposals were applied to each of the root causes presented by the company through the Ishikawa diagram, focusing on those that have the greatest impact on the profitability of the company with a total of 6.

Proposals for improvement were based on the implementation of industrial engineering tools, which made it possible to eliminate or reduce activities that did not generate any value for the company, causing customer dissatisfaction. Implementing these improvements, a total profit of S / 7,375.19 would be obtained. The NPV was S / 1,255. The IRR, 72.55% The Benefit-Cost 4.06 and the Period of Return on Investment (PRI), 7 months. These indicators demonstrate the suitability of the proposal.

Keywords: production management, maintenance management, production costs.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En la actualidad el sector avícola goza de un incremento e industrialización en sus procesos debido al incremento de la población mundial el cual genera mayor demanda y obliga a las empresas en el mundo a industrializarse para aumentar y optimizar las actividades. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2016), el desarrollo y la transferencia de las tecnologías de alimentación, sacrificio y elaboración han mejorado la inocuidad y la eficiencia, pero favorecen a las unidades de gran escala, en detrimento de los pequeños productores.

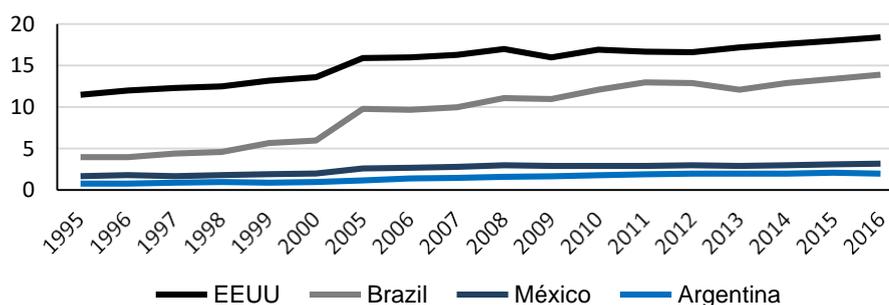


Figura 1. Crecimiento de Producción de Pollo en Países de América

Fuente. Departamento de Agricultura de los EEUU

Teniendo en cuenta que los EEUU son el mayor productor de carne avícola, las empresas manufactureras de maquinaria para dicha industria en ese país han aumentado su demanda, siguiendo esta tendencia en el mundo podemos afirmar que en los demás países dichos sectores tienden a tener un aumento y crecimiento con respecto al crecimiento poblacional.

En el Perú la producción avícola es de suma importancia para el continuo desarrollo, dicho esto, podemos ver que la industrialización de la práctica avícola es una

tendencia necesaria para la reducción de tiempos y el incremento de ganancias. Según Vera José (2016) El sector avícola peruano es uno clave en el desarrollo del Perú, representa el 28% del total de la producción agropecuaria del país y es responsable del 65% de la ingesta de proteína de origen animal. Añadiendo a esto se sabe que la tasa anual de crecimiento del sector es del 7.8%, esto representa un incremento en la demanda de maquinaria industrial para dicho sector, el cual podemos ver reflejada en las manufactureras que abastecen sus necesidades.

Al aumentar el sector avícola el desarrollo de prácticas sanitarias se ha vuelto de vital importancia ya que se corre el riesgo de poder presentar enfermedades como influenza aviar o enfermedad de Newcastle, dicho peligro se ve diezmado al mecanizar los procesos dentro de la crianza y preparación del pollo, una gran ayuda en este ámbito son las metodologías de inocuidad alimentaria y las maquinarias industriales como las peladoras de pollo, al realizar estas máquinas las empresas manufactureras del Perú encuentran un nicho abierto para convertirse en proveedores de las avícolas industrializadas y por industrializarse.

Según el Ministerio de Agricultura y Riego (2016), las regiones con mayores colocaciones de pollos fueron: Lima (54,3%), La Libertad (17,9%), Arequipa (9,9%), Ica (3,7%), Ancash (2,8%), San Martín (2,3%), Piura (1,8%), Tacna (1,7%), Loreto (1,6%) y Junín (1,3%). Esto nos indica que la centralización en el sector avícola no está pronunciándose de una manera creciente, lo que ayuda a las demás regiones además de Lima a aumentar su producción de manera exponencial y con ello la demanda de mejores maquinarias y proveedores que las fabriquen, como hemos mencionado anteriormente el incremento del sector avícola significa un incremento de producción de la metalmecánicas y el crecimiento y desarrollo de las

mismas, lo que a su vez vuelve a beneficiar al sector avícola y otros sectores del Perú como el minero e industrial los cuales ayudan a un mayor incremento de la economía Peruana.

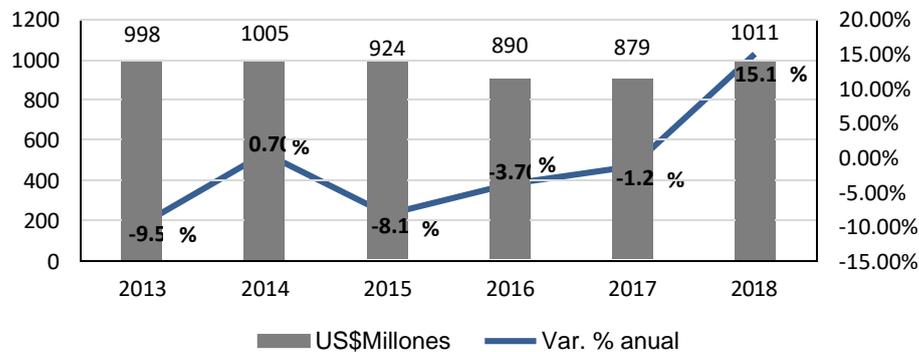


Figura 2. Incremento de las Exportaciones del Sector Metalmeccánico en el Perú

Fuente. ComexPerú (2018)

Como hemos mencionado anteriormente el incremento del sector avícola significa un incremento de producción de las metalmeccánicas lo que también conlleva a un aumento de problemas en las mismas. Entre los principales problemas de la industria metalmeccánica en el Perú se encuentran el desarrollo de nuevas tecnologías y la falta de mano de obra calificada, esto se debe al incremento del sector industrial y avícola generando una mayor demanda de proveedores. Una de las soluciones a la falta de mano de obra calificada es mejorar la calidad en el trabajo y ambiente laboral de las empresas metalmeccánicas teniendo en cuenta así las necesidades de sus colaboradores y partes interesadas, también se puede optar por una mejor organización para las pequeñas y medianas empresas siguiendo metodologías de manejo de la producción y evaluación de proveedores.

Según el Ministerio de Agricultura y Riego (2016), en la región San Martín se registró en el 2016 la colocación de 1314 miles de unidades de pollo en granjas avícolas de la región.

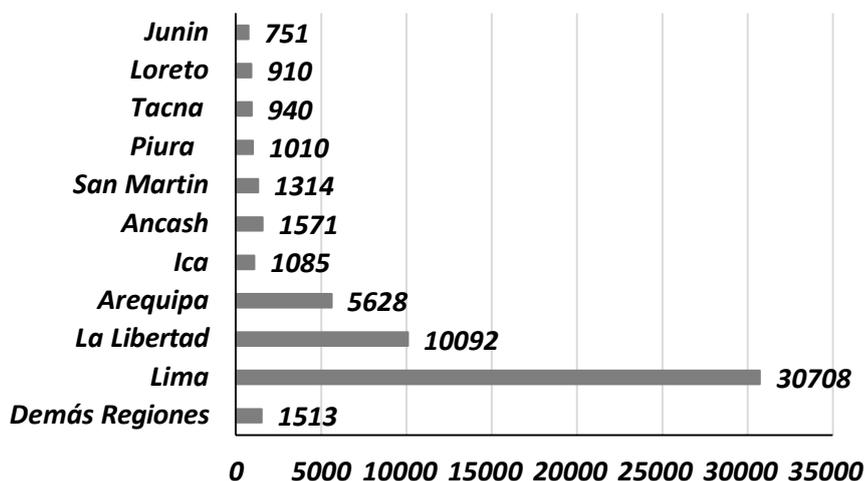


Figura 3. Registro de la colocación de pollos en granjas avícolas

Fuente. Ministerio de Agricultura y Riego (2016)

Al incrementar la crianza de pollos en la región San Martín potencializó el comercio avícola y metalmeccánico, esto trajo consigo un aumento de demanda en las empresas manufactureras dedicadas al abastecimiento de maquinarias para las avícolas. Como se mencionó anteriormente una de las maquinarias con mayor demanda son las peladoras de pollo las cuales evitan la contaminación del ambiente de trabajo con sangre u otros líquidos propios del animal, otros beneficios del uso de máquinas peladoras de pollo son la disminución de accidentes de trabajo en el personal obrero, la reducción de tiempos de producción y el aumento de la competitividad y productividad en la empresa

MAMTA S.R.L está ubicada en Tarapoto, departamento de San Martín. Se dedica a la construcción de equipos para la agroindustria. Principalmente, peladoras de pollos, tostadoras y molinos de granos.

La primera de ellas, es la de mayor presencia en sus ventas y la reducción de sus costos, será el tema que se desarrollará en la presente tesis.

El 43% de tiempo se dedicó a la construcción de peladoras. El 40% a fabricar molinos y el restante 17%, a producir tostadoras.

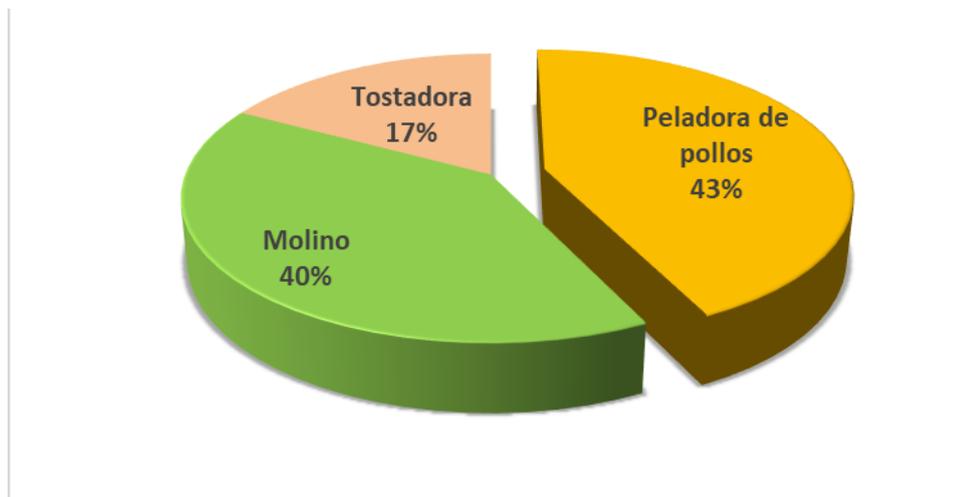


Figura 4. Distribución del tiempo empleado por tipo de equipo

Fuente. Información de la empresa

Las máquinas que emplean son torno y taladro. Los equipos de apoyo son soldadoras y esmeriladoras. Estos, prestan servicio en la fabricación de los diferentes equipos que fabrican.

La disponibilidad combinada de las máquinas de fabricación es 84.7 %. La Confiabilidad, 86.6%.

Ambos valores son deficientes y fueron propiciados por el inexistente mantenimiento preventivo; la mala práctica y por la baja calidad de la energía eléctrica.

La distribución fue de la siguiente manera.

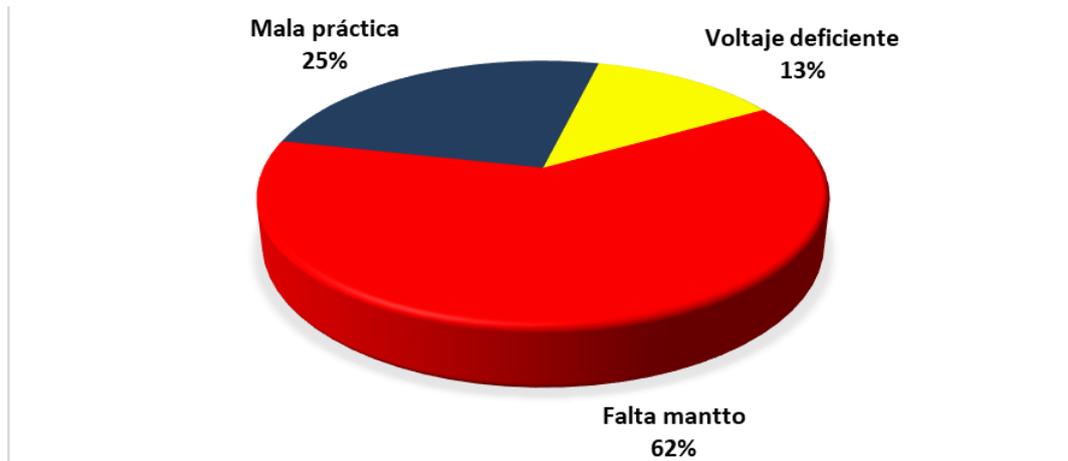


Figura 5. Motivos de paralizaciones

Fuente. Información de la empresa

Las paralizaciones no programadas totalizaron 427 horas en el año de estudio. De estas, el 43%, o sea 184 horas, se asignaron a la fabricación de máquinas peladoras. La atención que se les da a estas, es casi siempre correctiva.

Muchas de las 114 horas de para en el año, pudieron haberse evitado de haber habido previsión en el mantenimiento. El lucro cesante por este concepto fue S/6,670

Los operarios no tienen formación técnica. No prevén problemas en las operaciones ni tienen planes de contingencia ante ellos. Su desempeño lo sustentan en la experiencia. Se registran fallas por mala práctica, que originaron 46 horas de paralizaciones no programadas. El lucro cesante fue S/2,729.

Electro Oriente, distribuidor de energía eléctrica en la región, recientemente ha conseguido grupos generadores destinados a reforzar el servicio eléctrico de Caballococha, para fortalecer el actual sistema operativo, que es insuficiente y que ocasiona fluctuaciones en el voltaje, que afectan el funcionamiento de las máquinas, e incluso, atentan seriamente contra su vida útil.

El año 2020, se suscitaron 24 horas de paralizaciones no programadas por este motivo. El lucro cesante fue S/1,390.

Las planchas de inoxidable de 1.5 mm de espesor, se expende en rollos de 1500 mm de ancho, por el largo que se solicite. Manta acostumbra a comprar secciones de 1500 x 3000 mm.

En ellas, se trazan los perfiles de las diferentes partes, que, al armarse, forman el cajón donde se colocará el sistema motriz, compuestos por el motor, eje y poleas. Sobre el cual se instalará el tambor giratorio, que tiene insertados los dedos de goma, que desprenden las plumas de las aves.

El diseño del trazado es empírico y motiva que el aprovechamiento del material sea solo del 82%.

El desperdicio anual, considerando que se confeccionan 40 peladoras, es S/1,338.

La deficiente supervisión del trabajo en proceso, ocasiona frecuentes reprocesos, que implican pérdida de tiempo y de materiales, para subsanar los errores de fabricación.

El sobrecosto promedio de estos recursos, fue del 1.8% sobre el costo de producción de una máquina peladora. El lucro cesante anual fue S/1,961.

Las máquinas con las que se construyen las peladoras. Fueron ubicadas conforme se fueron adquiriendo. Su ubicación no es la idónea y ocasiona que el personal se cruce, estorbándose y, haciendo largos e improductivos desplazamientos.

El lucro cesante del tiempo perdido en desplazamientos, estimado para la fabricación de las 40 peladoras, fue S/1,770.

Los suministros para la fabricación de las peladoras, se reciben desde Trujillo. El control de inventarios es deficiente y obligó a que se recurra a compras reactivas, en proveedores de la región, generalmente más caros.

El sobre costo por compras reactivas fue S/1,310, durante el año.

1.2. Antecedentes

Antecedentes Internacionales

Gómez, M. (2019) Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo en el taller de metalmecánica de la empresa ensamblajes S.A. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

El presente trabajo propone una solución para minimizar las paradas en los procesos y prolongar la vida útil en las máquinas del taller de metalmecánica de la empresa Ensamblajes S.A, consiguiendo con ello reducir los costos que se generan por paradas y por mantenimientos correctivos. Mediante la observación directa de las condiciones actuales de las máquinas, se determinó que existe pérdidas por paradas en las máquinas y tiempos improductivos, dichas pérdidas son de \$114,048 anuales, debido a la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo. Con la propuesta de implementar este plan basado en un conjunto de tareas de mantenimientos a cada parte de las máquinas se reducirán las paradas y por ende las pérdidas, con una inversión de \$6,685 anuales, en materiales y repuestos la empresa mantendrá en buen estado las máquinas, llevará un mejor control en los costos por mantenimientos correctivos, mejorará el rendimiento de los procesos operativos y podrá entregar a tiempo los pedidos de los clientes lo que le generará utilidades.

Palacios, E. (2016) Mejora de la Productividad de la Planta de Producción de la Empresa MB Mayflower Buffalos S.A. mediante la Implementación de un Sistema de Producción Esbelta. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.

El presente trabajo presenta una falta de estandarización de los procesos y para solucionar esta problemática se calcularon los tiempos básicos y estándar de producción, con la calificación del ritmo de trabajo y estimación de tolerancias, además, se presentó un sistema de producción esbelta el cual trae como resultado flujos continuos de materiales y amentar la productividad de la mano de obra en el procesamiento de cárnicos en un 21.01%, de 6.42 a 7.77 kg de producto obtenido por hora hombre trabajada semanalmente, con un aumento en las cantidades de materias primas procesadas y productos finales del 35.71% y 33.69% respectivamente, además las eficiencias de los ciclos de los procesos de producción de corte chaufa de cerdo, corte chaufa de pollo, presas de pollo, corte chaufa de res y filetes de lomo aumentaron en un 1.30%, 71.00%, 11.37%, 1.01%, 4.61% y 1.60% respectivamente. Y como conclusión en el trabajo la productividad alcanzada ha permitido evitar producciones en jornadas extendidas de trabajo, salvo en fechas de alta demanda como en festividades de fin de año y otras de gran concurrencia de clientes en los locales.

Antecedentes Nacionales

Chávez, E., Solís, E., Ticona, E. y Valdivia, J. (2017). Diagnóstico operativo empresarial planta de producción de AiD Ingenieros S.A.C. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

La presente tesis se realiza con la finalidad de reducir costos en una empresa metalmeccánica, luego del análisis inicial se plantea una mejora en la distribución

de planta lo cual optimiza los procesos, reduciendo tiempos, mejorando la productividad; asimismo también se mejoró el planeamiento agregado, la programación de operaciones productivas, se propuso automatizar inicialmente algunos procesos, con ello la productividad del personal operativo mejoró, trayendo ahorro económico por la mejor eficiencia del personal. En referencia al plan de mantenimiento, la empresa anteriormente corregía una vez sucedidos las fallas de los equipos e instalaciones, la propuesta de mejora planteada es implementar el mantenimiento preventivo que genera ahorros de tiempo operativo, reduciendo tiempos de parada. El aseguramiento y control de calidad de la empresa es deficiente, por ello es rechazada parte de la producción, ante ello se propuso las mejoras en el aseguramiento de la calidad e implementar el mismo. Es importante la implementación de las mejoras propuestas, con ello la empresa será más competitiva en costos, calidad y plazo de ejecución, lo que le generará mayor utilización de planta, mejor productividad, mejores procesos, mayor automatización (el cual deberá incrementarse a futuro), mayores ventas y ganancias económicas. Con lo evaluado y propuesto se estimó que AID INGENIEROS SAC tengan mayores beneficios y ahorros de S/ 2'000,000.00 que representan el 30% de su ingreso anual en fabricaciones metalmeccánicas.

Huamán, W. (2016) Ingeniería en la capacitación de operarios para la industrial de la confección textil. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Este trabajo es el resultado de una investigación en la que está involucrada una de las industrias más florecientes, la cadena TEXTIL Y CONFECCIONES que los últimos años ha generado más puestos de trabajo y representa en la actualidad un tercio dentro de las exportaciones no tradicionales de nuestro país. La producción

del sector textil y confecciones se centra en la utilización del algodón y los pelos finos como la alpaca, existiendo también una importante industria de fibras sintéticas y artificiales. La ventaja comparativa de que dispone la actividad la constituyen las materias primas, sin embargo, para transformar y darle un valor agregado se necesita de mano de obra calificada que en si ya representa una ventaja comparativa porque es barata. La esencia del trabajo consiste en la introducción de una nueva metodología en la formación de operarios para la industria de la confección textil. Esta metodología llevará por nombre ICO y está formado por las iniciales de Ingeniería, Capacitación y Operario que en su sentido más amplio sería Ingeniería en la Capacitación de Operarios.

Antecedentes Locales

Becerra, W. y Vilca, E. (2016) Propuesta de desarrollo de Lean Manufacturing en la reducción de costos por reprocesos en el área de pintado de la empresa factoría Bruce S.A. Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

Este trabajo tuvo como principal objetivo reducir los costos por reproceso mediante la metodología Lean Manufacturing en el área de pintado de la empresa Factoría Bruces S.A. de acuerdo a esto se empezó describiendo el estado actual del área de pintado de la empresa para que así se pueda plantear los costos por reprocesos y a la vez se pueda realizar un análisis de la propuesta. Después de analizar el estado actual de dicha área del mapeo actual mostraba un tiempo de producción de 4.4375 días, con un tiempo de procesos de 1234 min, con un 42.07% sin valor agregado y un 57.93% con valor agregado. Finalmente, el mapeo

propuesto muestra un tiempo de producción de 4.3956 días, un tiempo de proceso de 1364 min, un 35.05% sin valor agregado y un 64.95% con valor agregado.

Céspedes, P. (2016) Propuesta de redistribución de planta y su efecto en la productividad, en el taller de maestranza turbinas de la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

La presente investigación tiene como objetivo principal determinar la influencia que una correcta reubicación de las estaciones de trabajo de Maestranza-Turbinas tendría en la productividad del taller de Agroindustrias San Jacinto S.A.A. La investigación empezó con un diagnóstico de la situación actual del taller, resaltando las deficiencias observadas. Consultando el sistema SAP, se obtuvo la lista de productos fabricados por el taller en el periodo de estudio. Luego, se logró identificar las líneas productivas, relacionando productos con equipos utilizados. Ya que no todas las líneas tienen la misma capacidad de producción, se seleccionó a las más importantes mediante un diagrama de Pareto, determinando que solamente 7 son las que representan aproximadamente el 80% de los trabajos del área. Además, se describió la lista de recursos productivos con los que cuenta el taller. Con esta información, se diseñó la redistribución bajo los lineamientos del Planeamiento Sistémico de Distribución. Así, empleando la metodología de Muther, se definieron las nuevas estaciones de trabajo y diagramas de operaciones en conjunto para obtener el diagrama de relaciones. Posteriormente, se aplicó la metodología de Guerchet para determinar el tamaño recomendado para cada una de las estaciones. Realizando iteraciones, se consiguió diseñar dos alternativas, de las que se eligió la mejor posible mediante una evaluación de factores. Con la propuesta de redistribución se estimó como resultado el incremento de la

productividad mediante el indicador de la productividad parcial del insumo humano. El resultado obtenido mostró un incremento de la productividad del taller en 15.24%, al pasar de un índice de 0.984 a 1.134 si se logra implementar la propuesta. Finalmente se realizó la evaluación económica, en donde se determinó la viabilidad del proyecto, después de obtener un VAN de S/.21138.85, una TIR de 3.80% y un indicador B/C de 1.25.

1.3. Bases Teóricas

Gestión de Producción

En las empresas industriales la aplicación de la gestión de producción es la clave para que asegure su éxito. Por lo tanto, en estas empresas su componente más importante es la producción, en tanto es fundamental que cuenten con un buen control y planificación para que mantengan su desarrollo en un nivel óptimo. Gestión de producción es el conjunto de herramientas administrativas, que va a maximizar los niveles de la productividad de una empresa, por lo tanto, la gestión de producción se centra en la planificación, demostración, ejecución y control de diferentes maneras, para así obtener un producto de calidad.

La gestión de producción abarca la actividad de la elaboración o fabricación de bienes y/o servicios, que se inicia con el diseño, de allí se continúa con el proceso de planificación, y una vez puesta en marcha, se realiza la operación, el control de personal, de las materias primas, las maquinarias, los capitales, y todo lo necesario para poder alcanzar los objetivos propuestos.

El sistema de producción, además, interactúa con otros sistemas de la empresa para definir las estrategias y las acciones que comparten; Por ejemplo, la gestión de

producción interacciona con la gestión de comercialización cuando éste establece una demanda del mercado.

El producto es el resultado del proceso productivo. Un producto es un conjunto de características y atributos tangibles (forma, tamaño, color...) e intangibles (marca, imagen de empresa, servicio...) que el comprador acepta, en principio, como algo que va a satisfacer sus necesidades.

Los factores productivos que incluye la gestión de producción son:

- Entradas: Son los elementos que se utilizan para llevar a cabo el proceso o transformación productiva. Los principales se denominan materias primas o insumos. Los insumos primarios que pueden ser el trabajo de las personas y los recursos provenientes de la naturaleza; y los secundarios son los que se adquieren de otras empresas.
- Transformación productiva: Son todos los procesos o pasos a seguir para lograr que las entradas se conviertan en el producto.
- Resultado: Es lo que resulta de la transformación productiva, ya sea un bien físico o un servicio brindado. Por ejemplo, del proceso anterior, se obtiene como resultado el papel.
- Acontecimientos fortuitos: son todos los obstáculos que se presentan durante la planificación. Pueden ser: los fenómenos climáticos, dificultades técnicas, etc.
- Retroalimentación: son los datos con que cuenta la empresa para definir y controlar la estrategia de producción de acuerdo a las circunstancias del momento.

La producción estándar

Es una técnica de producción que usan aquellas empresas que no tienen gran diversidad de productos y tiene como beneficio la reducción de partes componentes y niveles de stock. Esto permite la reducción de los costos adicionales.

Etapas del proceso de producción

El proceso productivo de una Empresa se puede dividir en tres procesos principales:

- **Planeamiento:** Es la etapa previa a la elaboración del bien o servicio; es la fijación de las metas y los objetivos, y de todas las acciones, denominadas cursos de acción, para poder alcanzar las metas propuestas. Permite una amplia visión del futuro, una aplicación óptima de los recursos y generar medidas de control.

Este proceso incluye:

- El diseño del proceso de producción para obtener el resultado.
- El establecimiento de las materias primas y recursos necesarios.
- Selección de muebles e inmuebles que serán afectados.
- Establecimiento de pautas o pasos a seguir, y de medidas de control.
- Diseño de la distribución de las maquinarias y sectores dentro de la fábrica.
- Capacitación de los empleados.

Todos estos pasos se tienen en cuenta tanto como en la fabricación de un producto tangible o bien en la producción de un servicio.

Presupuesto de producción

El presupuesto de producción es la valorización de las unidades a producir en función de los costos que se determinen. Este proceso de llevar las unidades de la producción a unidades valorizadas se llama presupuestación

Para realizar el diseño de este sistema presupuestario se parte de la estimación de las ventas, y a partir de allí surgen las necesidades del área de Producción. Éste a su vez, desarrolla una programación de lo requerido por el área Comercial, calculando, por ejemplo, cuáles serían los insumos necesarios para producir, los niveles de stock, las compras necesarias y sus frecuencias.

- **Gestión:** Es la acción que permite transformar lo propuesto anteriormente en realidad, es decir, llevar a la práctica las decisiones planificadas.
- **Control:** Es una comparación entre los resultados obtenidos luego de la gestión y lo establecido anteriormente en la planificación, incluyendo todas las actividades o medidas que el gerente lleva a cabo para que no existan diferencias entre los resultados preestablecidos y los reales. Se realiza absolutamente en todas las actividades realizadas.

Según García (2005), la distribución de planta es un concepto relacionado con la disposición física de los medios industriales, tales como maquinaria, equipo, trabajadores, espacios reducidos para el movimiento de materiales y su almacenaje, además de conservar el espacio necesario para la mano de obra indirecta y servicios auxiliares. La finalidad fundamental de la distribución en planta consiste en

organizar estos elementos de manera que se asegure la fluidez de los procesos de trabajos, materiales, personas e información a través del sistema productivo.

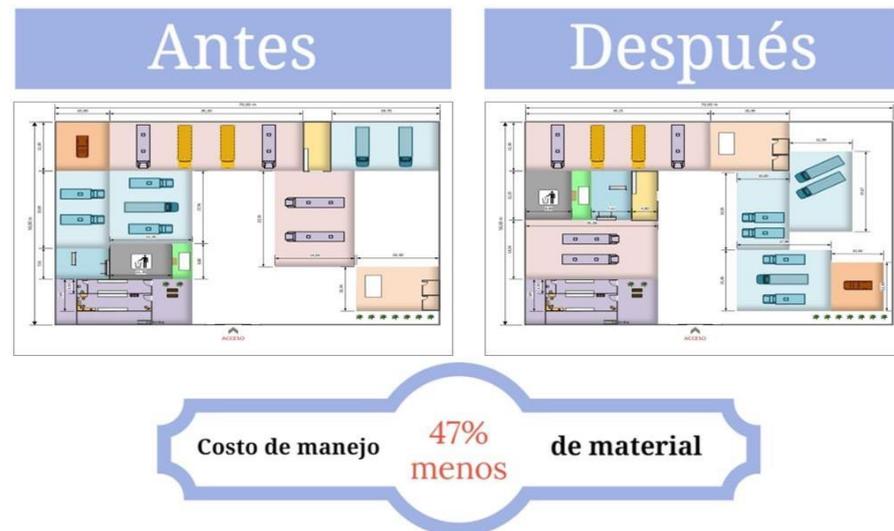


Figura 6. Distribución de planta - Mejora

A. Objetivos de la distribución de planta

Los objetivos básicos que han de conseguirse tras una buena distribución en planta, según Rojas (1996), son:

- Reducir los costos y ciclos de los trabajadores.
- Fomentar la calidad del producto.
- Incrementar la flexibilidad.
- Minimizar el manejo de materiales.
- Mejorar el uso del espacio.
- Mejorar el mantenimiento.
- Reducir demoras en el trabajo y pérdidas de tiempo.
- Mejorar los métodos de trabajo y con ello la utilización de la mano de obra.
- Identificar y eliminar los cuellos de botella.

B. Principios de la distribución de planta

Las distribuciones de espacios no se realizan al azar. Estas deben estar orientadas por reglas o normas para que su aplicación cumpla con los objetivos de la organización que lo realice. De acuerdo con lo sustentado por D'Alessio (2004), se deben de seguir una serie de principios básicos con los que se podrá sacar provecho a la efectividad de este:



Figura 7. Principios de la distribución de planta

- Principio de la integración total: La distribución óptima será aquella que integre coherentemente mano de obra, materiales, maquinarias, métodos y actividades auxiliares, de tal manera que funcionen como un equipo único. No es suficiente conseguir una distribución adecuada para cada área, sino que debe ser también adecuada para otras áreas que tengan que ver indirectamente con ella.

- Principio de la distancia mínima a mover: En igualdad de circunstancias, será aquella mejor distribución la que permita mover el material a la distancia más corta posible entre operaciones consecutivas. Al trasladar el material se debe procurar el ahorro, reduciendo las distancias de recorrido; esto significa que se debe tratar de colocar operaciones sucesivas inmediatamente adyacentes unas a otras.
- Principio de flujo: Se debe lograr que la interrupción entre los movimientos de los elementos entre operaciones sea mínima. Este es un complemento del principio de la mínima distancia y significa que el material se moverá progresivamente de cada operación a la siguiente, sin que existan retrocesos o movimientos transversales, buscando un progreso constante hacia su terminación sin interrupciones e interferencias. Esto no implica que el material tenga que desplazarse siempre en línea recta, ni limita el movimiento en una sola dirección.
- Principio del espacio: Será más económica aquella distribución que utilice los espacios horizontales y verticales, ya que se obtienen ahorros de espacio. Una buena distribución es aquella que aprovecha las tres dimensiones en igual forma.
- Principio de satisfacción y seguridad: La mejor distribución será la que proporcione a los trabajadores seguridad y confianza para el trabajo satisfactorio de los mismos. La seguridad es un factor

de gran importancia, una distribución nunca puede ser efectiva si somete a los trabajadores a riesgos o accidentes.

- Principio de flexibilidad: La distribución en planta más efectiva, será aquella que pueda ser ajustada o reordenada con el mínimo de inconvenientes y al costo más bajo posible. Las plantas pierden a menudo dinero al no poder adaptar sus sistemas de producción con rapidez a los cambios constantes del entorno, de ahí que la importancia de este principio es cada vez mayor.

C. Factores que afectan a la distribución de planta

Al momento de realizar una distribución o redistribución, se debe tener mucha cautela y evaluar consideraciones. De acuerdo a D'Alessio (2004), los factores que más influyen en el planteamiento de una distribución en planta son:

- Material: Este factor es uno de los más importantes, ya que en él se incluye el diseño, características, variedades, cantidades y las operaciones necesarias y su secuencia. No se debe ignorar este factor, porque la mayor parte de la calidad de un producto depende también del material del que ha sido hecho.
- Maquinaria: Se deberá escoger la maquinaria idónea para la creación del producto. El equipo de proceso y la maquinaria son factores que influyen mucho en la distribución de una planta.
- Mano de obra: Este factor también influye en la distribución de la planta, pero con este factor tenemos un grado de ventaja, ya el personal es un elemento muy flexible, el cual se adapta a

cualquier tipo de distribución con un mínimo de problemas, y también, es muy importante en este factor tomar las condiciones de trabajo.

- Movimiento: El movimiento de los materiales, el cual se le aconseja a la industria que pueda tener un departamento especializado para el manejo de materiales.
- Almacenamiento y retrasos: Este factor tiene relación con el movimiento del material, pero el objetivo es reducir los circuitos de flujo de material a un costo mínimo. Cuando se detiene el material se detiene el proceso de fabricación, se tendrá una pérdida de dinero, el cual es vital para la industria.
- Servicios: Los servicios son las actividades y los elementos que laboran a la producción, ya sea con diferentes herramientas, personal, maquinaria, etc. Los servicios pueden ser al personal, al material o a la maquinaria.
- Edificio: El dueño de la industria y sus asesores deben ser muy inteligentes en cuanto a esto, más si se habla de una fábrica de producto, ya sea tóxico, electrónico, alimento, o cualquier otra clase de producto, y no de servicio, aunque en algunos casos dependerá de lo que ofrece a los clientes. Muchas industrias requieren diseños y procesos específicos de producción.
- Flexibilidad: Se debe planear la distribución de tal forma que se adapte a cualquier cambio de los elementos básicos de la

producción y evitar la sorpresa de que la distribución propuesta no funcione.

Para realizar una correcta distribución, debe existir un conjunto de pasos, un método general que organice de la mejor manera el ordenamiento de las áreas productivas y nos guíe hacia el objetivo de mejora en la organización. Muther (1981) sostiene que el planeamiento sistémico de la distribución es una forma racional y organizada para realizar la planeación de una distribución y está constituida por cuatro fases o niveles que a la vez constan de una serie de procedimientos o pasos, para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas de la mencionada planeación. Este método es igualmente aplicable a distribuciones completamente nuevas como a distribuciones de plantas ya existentes. Los proyectos de distribución no siempre empiezan desde la primera fase, la mayoría de ellos solo abarca las fases I y II, centradas totalmente en el diseño de la distribución, y un pequeño porcentaje de la fase IV.

Fases para el desarrollo de una distribución de planta

FASE I: Localización Es donde se decide dónde va a estar el área que va a ser organizada, esta fase no necesariamente se incluye en los proyectos de distribución.

FASE II: Distribución general del conjunto Es donde se planea la organización completa a modo general. Aquí se establece el patrón de flujo para el área que va a ser organizada y se indica también el tamaño y la interrelación de áreas, sin preocuparse todavía de la distribución en

detalle. El resultado de esta fase es un bosquejo o diagrama a escala de la futura planta.

FASE III: Plan de distribución detallada Es la preparación en detalle del plan de organización e incluye planear donde van a ser localizados los puestos de trabajo, así como cada pieza de maquinaria o equipo.

FASE IV: Instalación Esta última fase implica los movimientos físicos y ajustes necesarios, conforme se van colocando los equipos y máquinas, para lograr la distribución en detalle que fue planeada.

Proceso

La metodología y pasos a seguir, toman como base el método del Planeamiento Sistémico de la Distribución adaptado al contexto del taller de la empresa y a las facilidades para la realización del trabajo; los pasos en el proceso son los siguientes:

PASO 1: Obtención de datos básicos Contempla la identificación de información requerida, el análisis de los distintos diagramas del proceso y los datos proyectados hacia futuro.

PASO 2: Análisis de factores Que constituye el levantamiento de información de acuerdo a cada uno de los factores que afectan a la distribución, siendo uno de los pasos primordiales para que el diseño de la distribución tenga éxito.

PASO 3: Análisis de flujos y áreas

- Establecer los factores de proximidad, que indiquen que área deben de estar localizada cerca unas de otra, y conseguir el

gráfico de trayectoria, que refleja cualitativamente los factores de proximidad de áreas.

- Elaboración del Diagrama Relacional de Actividades (DRA), a partir del gráfico de trayectoria, que permita observar un panorama visual más claro del análisis del flujo e interrelación de actividades.

PASO 4: Desarrollo del diagrama general de conjunto (DGC)

- Establecer los requisitos de espacio. A través de la estimación de la demanda, de la tasa de producción del proceso o de la estimación de la cantidad de equipo y personal.
- Elaborar el DGC o plano de bloques en el cual se bosquejan las áreas con sus respectivas proporciones de espacios y los factores de proximidad previamente establecidos. En este diagrama se deja de lado el detalle de la distribución para poner énfasis en la ubicación de las distintas áreas de la empresa.

PASO 5: Diseño de las Áreas de la Empresa Que consiste en la disposición física detallada de todos los elementos de cada área de manera que encajen en el diagrama general de conjunto que se ha elaborado.

PASO 6: Presentación del Diseño Final de la Distribución Consistente en preparar los planos finales de la distribución para proceder posteriormente a la instalación.

Según Vélez, J.; Montoya, E., & Oliveros, C. (1999) el estudio de tiempos es el análisis sistemático de los métodos de trabajo empleados en una actividad productiva y se realiza con el fin de:

- Desarrollar las mejores secuencias y sistemas.
- Normalizar dichos sistemas y métodos.
- Determinar el tiempo necesario para que una persona calificada, y convenientemente entrenada, realice cierta tarea u operación, trabajando a marcha normal.
- Ayudar a la capacitación de operarios, siguiendo el mejor método.

El estudio de tiempos es una herramienta la cual sirve para determinar los tiempos estándar de cada una de las operaciones que componen cualquier proceso (Tejada, N.; Gisbert, V.; Pérez, A.; 2017). En cuanto al tiempo estándar, este es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación. Se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estudio de tiempos. Los tiempos elementales concebidos o asignados se evalúan multiplicando el tiempo elemental medio transcurrido, por un factor de conversión esto para poder determinar con la calificación Westinghouse.

<u>HABILIDAD</u>			<u>ESFUERZO</u>		
+ 0.15	A1	Extrema	+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.13	A2	Extrema	+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.11	B1	Excelente	+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente	+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Buena	+ 0.05	C1	Bueno
+ 0.03	C2	Buena	+ 0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
- 0.05	E1	Aceptable	- 0.04	E1	Aceptable
- 0.10	E2	Aceptable	- 0.08	E2	Aceptable
- 0.16	F1	Deficiente	- 0.12	F1	Deficiente
- 0.22	F2	Deficiente	- 0.17	F2	Deficiente
<u>CONDICIONES</u>			<u>CONSISTENCIA</u>		
+ 0.06	A	Ideales	+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.04	B	Excelentes	+ 0.03	B	Excelente
+ 0.02	C	Buenas	+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
- 0.03	E	Aceptables	- 0.02	E	Aceptable
- 0.07	F	Deficientes	- 0.04	F	Deficiente

Figura 8. Estudio de tiempos Westinghouse

La Evolución del Mantenimiento en siglo XX

La evolución del mantenimiento durante siglo XX ha tenido tres etapas de las cuales llamaremos a partir de ahora, primera, segunda y tercera generación, por el cual se muestra en la siguiente figura.

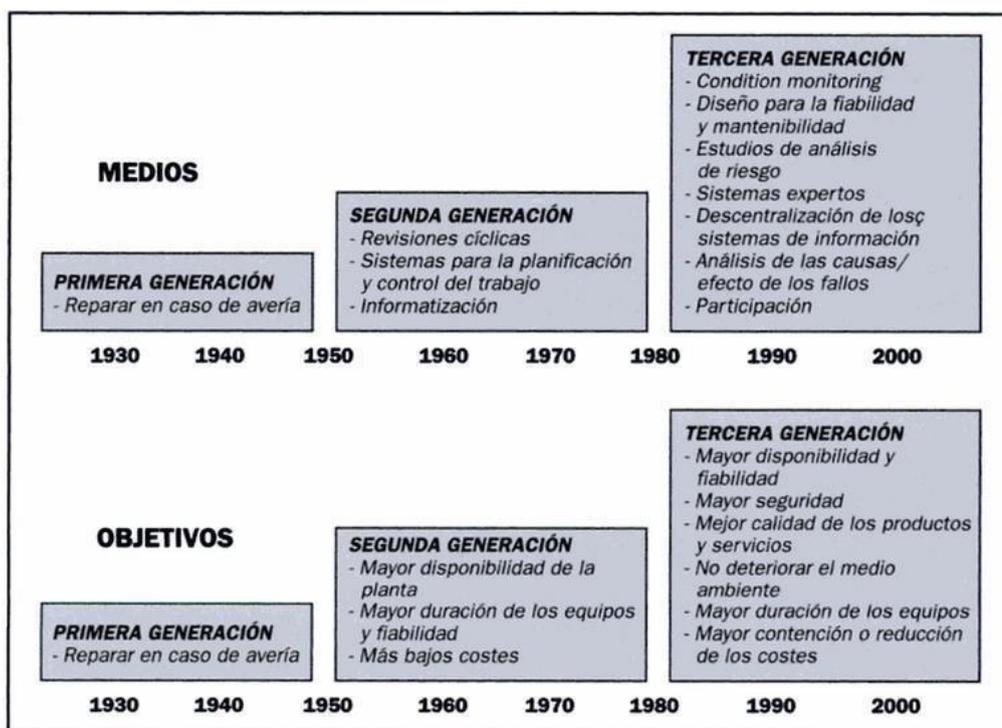


Figura 9. Evolución del Mantenimiento

Fuente. García Garrido, 2003

Según muestra la figura 9, en la primera generación que es aproximadamente entre 1930 y 1950 se muestra que no hubo ningún tipo de mantenimiento por el cual solo se dedican a realizar reparaciones, solo y cuando había averías.

Gestión

Se denomina gestión al correcto manejo de los recursos de los que dispone una determinada organización, aplicada a un sistema técnico y social cuya función básica es crear bienes o servicios que contribuyan a elevar el nivel de vida de la humanidad (García Garrido, 2003)

¿Qué es el mantenimiento?

Se entiende por mantenimiento a la función empresarial a la que se encomienda el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto las

productivas como las auxiliares y de servicios. En ese sentido se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo (García Garrido, 2003)

Normas respecto al mantenimiento

- **Seguridad**

Para cualquier responsabilidad de mantenimiento es básico conocer la ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, que establece una clara preponderancia de los aspectos preventivos en materia de seguridad e higiene frente a una actuación asistencial (García Garrido, 2003).

- **Medio Ambiente**

El mantenimiento es el proceso mediante el cual se asegura la fiabilidad de los equipos y donde se ejecutan el mayor número de actividades que pueden ocasionar daños al medio ambiente, por lo tanto, la protección del medio ambiente se debe ser integrada a los procesos donde se originan los impactos. El efecto ecológico del mantenimiento se garantiza mediante la gestión eficaz y eficiente de este y su mejoramiento continuo dentro de un sistema de gestión ambiental (SGA).

Tipos de Niveles de Mantenimiento

Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo puede definirse como la programación de actividades de inspección de los equipos, tanto de funcionamiento como de limpieza y calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica con base en un plan de aseguramiento y control de calidad. Su propósito es de

prevenir las fallas, manteniendo los equipos en óptima operación. (García Garrido, 2003).

El mantenimiento preventivo se lleva a cabo para asegurar la disponibilidad y confiabilidad del equipo. La disponibilidad del equipo puede definirse como la probabilidad de que un equipo sea capaz de funcionar siempre que se le necesite. La confiabilidad de un equipo es la probabilidad de que el equipo esté funcionando en el momento. (Duffuaa, Raouf, & Campbell, 2000).

Ventajas del mantenimiento preventivo:

- Disminuir el número de paradas realizando varias reparaciones en un solo paro de la máquina.
- Aprovechar el momento más oportuno sin interferir en el proceso de producción para realizar mantenimiento.
- Evitar averías mayores producidas por pequeños fallos provocados con el paso del tiempo. (Rey Sacristan, 2001)

Mantenimiento Correctivo y de Emergencia

Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos o máquinas mecánicas y que son reparadas cuando se presente ante una falla o avería (Paéz Espinal, 2011)

Mantenimiento Predictivo

Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento es necesario identificar variables físicas

(temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Para este tipo de mantenimiento es más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados y de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y técnicos. (García Garrido, 2003)

Costos de Mantenimiento

El costo de las reparaciones es una parte más del precio final del producto. Independientemente de la buena o mala gestión del mantenimiento, siempre será un gasto que debemos asumir. El costo de mantenimiento debe ser lo más bajo posible. A estos costos de mantenimiento lo podemos dividir en:

- Costos fijos: son independiente del volumen de producción y ventas, asegurando el buen estado del equipo a medio plazo.
- Costos Variables: son proporcionales a la producción realizada, consiste en la mano de obra y los materiales necesarios para el mantenimiento.
- Costos financieros: son dependientes del valor de los repuestos y las amortizaciones duplicadas de aquellas empresas que posean una máquina que trabaja en paralelo.
- Costos de Fallo: producido por malas reparaciones provocando pérdidas en materia prima, producción y energética. (Rey Sacristan, 2001).

Objetivos del Mantenimiento

Es abarcar, asegurar la disponibilidad planeada al menor costo posible dentro de las recomendaciones de garantía, uso, instalaciones y normas de seguridad establecidas por los fabricantes. Para ello se actúa sobre:

- La continuidad de la operación

- El tiempo de paradas, cuando éstas se producen.
- El tiempo efectivo de reparación que es función del diseño, herramientas disponibles y destreza y capacitación del personal.
- El tiempo de espera del Soporte, que es función de la organización, sistemas y rutinas, herramientas y talleres disponibles, documentación técnica, capacitación, entrenamiento y suministro de piezas y/o repuestos

El mantenimiento, por su incidencia significativa sobre la producción y la productividad de las empresas, constituye uno de los modos idóneos para lograr y mantener mejoras en eficiencia, calidad, reducción de costos y de pérdidas, optimizando así la competitividad de las empresas que lo implementan dentro del contexto de la Excelencia Gerencial y Empresarial.

Al respecto, debe destacarse que:

- El mantenimiento no es un costo.
- No se reduce a un conjunto más o menos discreto de personas con habilidades mecánicas, eléctricas, electrónicas y/o de computación.
- Requiere excelencia en su manejo gerencial y profesional.
- Implica tenerlo presente desde el momento que se diseña y monta una planta industrial o que se modifica y/o reacondiciona total o parcialmente, etc.
- Requiere información e insumos y produce resultados e información.

Gestión de Mantenimiento

La gestión del mantenimiento industrial moderno se presenta como un conjunto de técnicas para cuidar la tecnología de los sistemas de producción a lo largo de todo su ciclo de vida, llegando a utilizarlos con la máxima

disponibilidad y siempre al menor costo, garantizando, entre otras cuestiones, una asistencia técnica eficaz a través de una buena formación y gestión de competencias en el uso y mantenimiento de dichos sistemas asegurando la disponibilidad planeada dentro de las recomendaciones de garantía y uso de los fabricantes de los equipos e instalaciones.

Gestión del Mantenimiento es el conjunto de operaciones con el objetivo de garantizar la continuidad de la actividad operativa, evitando atrasos en el proceso por averías de máquinas y equipos.

La Gestión del Mantenimiento es importante porque permite rebajar costes optimizando el consumo de materiales y el empleo de mano de obra. Para ello es imprescindible estudiar el modelo de organización que mejor se adapta a las características de cada empresa; es necesario también analizar la influencia que tiene cada uno de los equipos en los resultados de la empresa, de manera que la mayor parte de los recursos se utilicen en aquellos equipos que tienen una influencia mayor; es necesario, igualmente, estudiar el consumo y el stock de materiales que se emplean en mantenimiento; y es necesario aumentar la disponibilidad de los equipos, no hasta el máximo posible, sino hasta el punto en que la indisponibilidad no interfiera en el Plan de Producción.

En una gestión de mantenimiento, la planificación y programación representan el punto de partida. Ella lleva involucrada la necesidad de imaginar y relacionar las actividades probables que habrán de cumplirse para lograr los objetivos y resultados esperados. A continuación, se describen cada una de las etapas de la gestión de mantenimiento:

- **Planificación.**

Es un proceso que consiste en la definición de rutinas, procedimientos y elaboración de planes detallados para horizontes relativamente largos, usualmente semestrales o anuales, lo cual implica la determinación de las operaciones necesarias, mano de obra requerida, materiales a emplear, equipos a utilizar y duración de las actividades.

En la planificación del mantenimiento se debe considerar los siguientes aspectos:

1. Se deben tener establecidos objetivos y metas en cuanto a los objetos para mantenimiento.
2. Se debe garantizar la disponibilidad de los equipos o sistemas.
3. Establecer un orden de prioridades para la ejecución de las acciones de mantenimiento.
4. Sistema de señalización y codificación lógica.
5. Inventario técnico.
6. Procedimientos y rutinas de mantenimiento.
7. Registros de fallas y causas.
8. Estadísticas de tiempo de parada y tiempo de reparación.

- **Programación.**

El proceso de programación consiste en establecer las frecuencias para las asignaciones del mantenimiento preventivo, las fechas programadas son esenciales para que exista una continua disponibilidad de equipos e instalaciones. Se inicia con la solicitud y envío de la orden de trabajo.

- **Ejecución, control y evaluación.**

Estos procesos vinculan dos acciones administrativas de singular importancia como son la dirección y la coordinación de los esfuerzos del grupo de realizadores de las actividades generadas en los procesos de planificación y programación cuya finalidad es garantizar el logro de los objetivos propuestos. En general la ejecución, el control y la evaluación, permiten que las actividades se realicen tal cual fueron planificadas.

Indicadores de Mantenimiento

Según la autora María Gabriela Marcano Borromé (2013), dentro de los principales parámetros indicadores de mantenimiento se pueden mencionar:

- **Disponibilidad (D)**

Aptitud de un sistema (maquina o proceso), de cumplir una función requerida dentro de un tiempo determinado.

$$D = \text{TFR} / \text{TFP}$$

TFR : Tiempo de Funcionamiento Real

TFP : Tiempo de Funcionamiento Programado.

Para el caso específico de mantenimiento medimos la Disponibilidad Propia (Dp) de la máquina. Esto es tomando en cuenta solo fallas de máquina.

$$D_p = (\text{TFP} - T_f) / \text{TFP}$$

Tf : Tiempo de fallas.

- **Confiabilidad (C)**

Probabilidad de buen funcionamiento de un sistema (máquina o proceso) bajo ciertas condiciones y durante un período determinado. En otras palabras, es el tiempo promedio de funcionamiento entre fallas.

$$C = TF / Nf$$

TF : Tiempo de Funcionamiento

Nf : Numero de fallas.

- **Mantenibilidad (M)**

Esta representa un sistema en el cual se decide la cantidad de esfuerzo que debemos requerir para poder así conservar el funcionamiento normal o para restituirlo una vez se ha presentado un evento de falla. De esa forma se podrá decir si un sistema es "Altamente mantenible" cuando el esfuerzo que necesitemos, a comparación con la restitución sea bajo y se dirá si un sistema es poco mantenible o de "Baja mantenibilidad" si para restituirse o sostenerse se requieren grandes esfuerzos.

En otras palabras, es la duración promedio de las fallas.

$$M = Tf / Nf$$

Tf : Tiempo de fallas

Nf : Numero de fallas

El AMFE, o Análisis de Modos de Fallo y Efectos es una metodología que ayuda a estimar y predecir los fallos que puede tener un producto que está en fase de diseño, con la finalidad de incorporar, desde el inicio, los componentes y funciones del producto que garanticen su fiabilidad, seguridad y el cumplimiento de los parámetros de las funciones que los clientes exigirán de ese nuevo producto.

AMFE ayuda a reducir el tiempo y el coste del desarrollo de un producto, proceso o servicio. Ayuda en el análisis preventivo de los fallos potenciales más probables que puede tener un producto, sus sistemas o una

funcionalidad de éste. La ocurrencia de fallos genera una serie de sobre costes en el producto como pueden ser pérdida de rendimiento o la parada imprevista de cualquiera de las funciones del producto diseñado o analizado, ocasionando reclamaciones de los clientes.

AMFE también es utilizado por empresas fabricantes durante las fases del ciclo de vida del producto para resolver reclamaciones de productos o gamas de productos que pierden su competitividad frente a otros que tienen un mejor diseño y mejores especificaciones.

De forma más específica AMFE tiene como objetivos:

- Reducir los plazos y aumentar la eficacia de los proyectos de desarrollo de nuevos productos y mejorar los productos actuales, porque predice cuáles pueden ser los fallos potenciales que se pueden producir en un futuro, en la fabricación o durante las operaciones, simulando durante el diseño las causas probables de los modos de fallos y cuáles pueden ser las acciones correctivas.
- Analizar y evaluar la eficacia de las acciones adoptadas, establecer un proceso de mejora continua alrededor de la mejora de la calidad de los productos.
- Familiarizar y educar al personal en el trabajo en equipo durante el diseño, con el fin de que sean ellos mismos quienes prevean los fallos, identifiquen las causas probables, propongan acciones preventivas en el diseño y valoren los resultados en fases posteriores al diseño.

Tipos de AMFE

Las aplicaciones AMFE pueden ser utilizadas para:

- Concepto: Análisis de sistemas o subsistemas en las fases iniciales y antes del diseño.
- Diseño: Análisis de productos antes del prototipo y pre-series y antes de su producción.
- Proceso: Análisis de los procesos de fabricación y montaje.
- Máquinas y Equipos: Análisis de productos, maquinaria y equipos para mejorar su eficacia y calidad.
- Sistema: Análisis del sistema y sus funciones específicas.
- Software: Análisis de las funciones del software.
- Servicio: Análisis de los procesos del sector servicio antes de que sean puestos en marcha y el impacto de los fallos probables sobre el cliente o consumidor.

Fases de la Metodología AMFE aplicada a diseñar un nuevo producto o mejorar uno existente

El proceso de análisis de modos de fallos es un proceso de mejora continua que busca la excelencia en la calidad de los productos, por tal motivo se debe estructurar con la finalidad de hacer tantos análisis como sean necesarios para mejorar los indicadores de calidad del producto.

Las fases de la Metodología AMFE se representan a continuación:

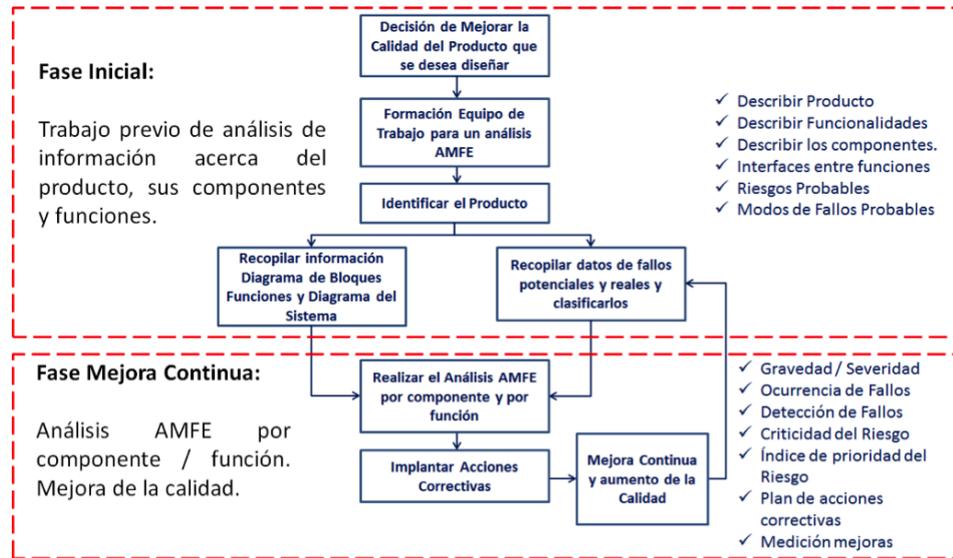


Figura 10. Fases de la metodología AMFE

Fase Inicial: Trabajo previo de recolección y análisis de la información del producto o proceso:

Para comenzar, es necesario describir el producto, el sistema y sus funciones, ya que un buen entendimiento del mismo simplifica su análisis. De esta forma el equipo de trabajo puede comprobar que usos del producto son adecuados y cuáles no. Seguidamente debe crearse un Diagrama de Bloques del Producto. Este diagrama ofrece una visión general de los principales componentes y funciones, y cómo éstos están relacionados entre sí. Esto recibe el nombre de relaciones lógicas alrededor de las cuales puede desarrollarse un AMFE.

Posteriormente se elabora la Matriz AMFE y así responder a las siguientes preguntas que se realizan sobre el producto que se desea mejorar o diseñar:
¿Cuál es el componente o pieza del componente que creemos podrá fallar?
¿Cuál es la función que vamos a analizar?: Establezca las funciones prioritarias a analizar. Una a Una.

Modos de fallo: Es la forma en que se produce el fallo. Suele responder a la pregunta: ¿Cómo se produjo el fallo? Modos de fallo típicos: Rotura – Deformación – Fuga – Cortocircuito – etc.

Causas potenciales de fallo: Son todas las causas asignables a cada modo de fallo. Ejemplos: Material incorrecto – Manipulación inadecuada – componentes deficientes – programas deficientes – funciones no incluidas en el diseño – otras causas.

¿Cuáles son los Modos de fallos potenciales?: Es cada modo de fallo posible, sin ser necesario que el fallo haya podido ocurrir realmente. Suele responder a preguntas como:

¿En qué forma se concibe que podría fallar el componente, producto o proceso?

¿Cómo podría el componente dejar de cumplir las especificaciones y sus funciones?

Modos de fallo potenciales pueden ser: Roto, Torcido, Suelto, Mal montado, Omitido, entre otros fallos.

¿Cuáles son los efectos que el cliente percibe frente a cada fallo?: Cómo se traduce un fallo sobre el cliente en el caso de que el fallo ocurra: Ruidos – Olores – Humo – Excesivo calentamiento – Partes que no funcionan – Pérdida de Función, etc.

Después, se procede a cualificar y cuantificar cada Función evaluada y el Modo de Fallo, colocando un valor entre 0 – 9 para las siguientes variables:

SEVERIDAD (S): Determinar la Severidad del Fallo y sus efectos, también llamada “Gravedad”.

OCURRENCIA (O): Determinar la Ocurrencia del Fallo y sus efectos.

DETECCIÓN (D): Determinar los criterios y pruebas para la detección de Fallos y sus efectos.

CRITICIDAD: Criticidad de los Modos de Fallos y sus efectos.

Las conclusiones del AMFE nos permiten tomar las acciones correctivas y preventivas sobre el diseño del producto para aumentar la fiabilidad y la seguridad del mismo. Las conclusiones del AMFE y las acciones correctivas para eliminar los modos de fallos, se organizan según los criterios de esta matriz de decisión:

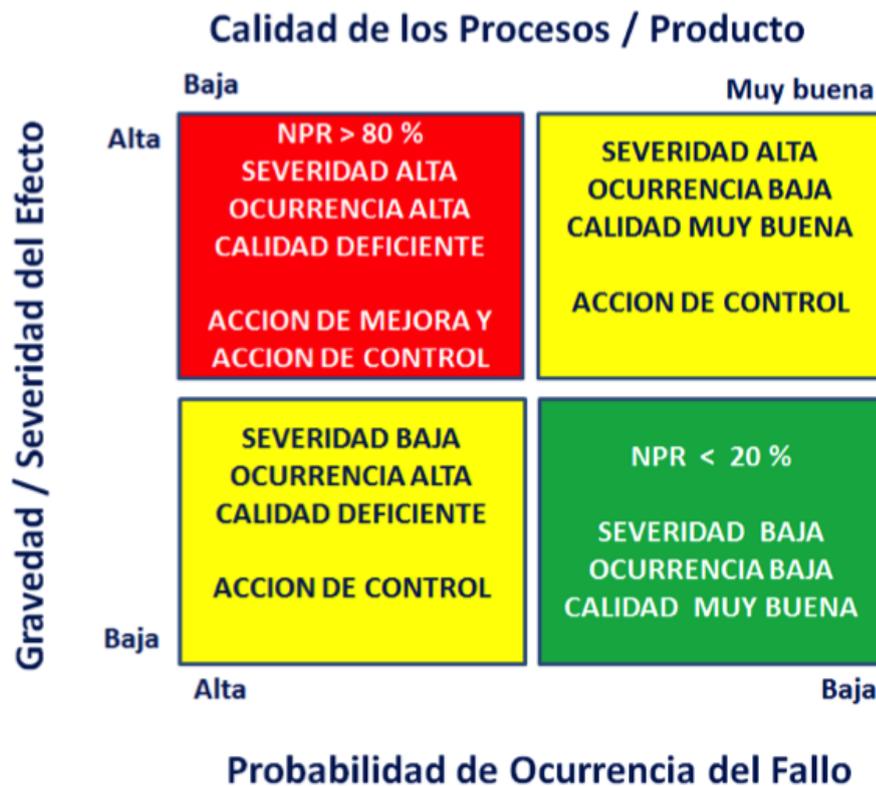


Figura 11. Matriz de decisión

Un criterio para llevar a cabo Acciones Correctivas de un producto o sus procesos asociados son:

- Conclusiones con un riesgo menor, de severidad baja, ocurrencia baja y ningún problema de calidad no se toma acción alguna y se entiende que el diseño es robusto.
- Conclusiones con un riesgo moderado, alguna acción de control se debe tomar.
- Conclusiones con un alto riesgo, acciones específicas se deben tomar. Se realiza una evaluación selectiva para implantar las mejoras específicas por orden de prioridad sobre componentes y/o funciones del producto.
- Conclusiones con un riesgo crítico, se deben realizar cambios significativos del sistema, modificaciones en el diseño y mejora de la fiabilidad de cada uno de los componentes que se han identificado para el producto.

La Metodología AMFE nos permite anticiparnos a los posibles fallos que un nuevo producto pueda tener, por lo tanto, es una herramienta eficaz que incorpora los principios de mejora continua del diseño y las mejoras enfocadas sobre los productos y la gama de productos que una empresa industrial tiene previsto lanzar al mercado en el corto y mediano plazo.

La capacitación del personal se basa en un proceso continuo de aprendizaje y enseñanza, mediante el cual se potencian habilidades, capacidades y destrezas que nos permiten mejorar el rendimiento del personal en el trabajo.

Según Amaya (2003) un plan de capacitación es la traducción de las

expectativas y necesidades de una organización para y en determinado periodo de tiempo. Éste corresponde a las expectativas que se quieren satisfacer, efectivamente, en un determinado plazo, por lo cual está vinculado al recurso humano, al recurso físico o material disponible, y a las disponibilidades de la empresa. Además, este autor afirma que capacitación es toda actividad realizada en una organización, respondiendo a sus necesidades, que busca mejorar la actitud, conocimiento, habilidades o conductas de su personal y que la necesidad de capacitación surge cuando hay diferencia entre lo que una persona debería saber para desempeñar una tarea, y lo que sabe realmente, estas diferencias suelen ser descubiertas al hacer evaluaciones de desempeño.

Según Chiavenato, I. (2011) La persona, por medio de la capacitación y el desarrollo asimila información, aprende habilidades, desarrolla actitudes y comportamientos diferentes y elabora conceptos abstractos. La mayor parte de los programas de capacitación se concentra en transmitir al colaborador cierta información acerca de la organización, sus políticas y directrices, las reglas y los procedimientos, la misión y la visión organizacionales, sus productos/servicios, sus clientes, sus competidores, etc. La información guía el comportamiento de las personas y las vuelve más eficaces. Otros programas de capacitación se concentran en desarrollar las habilidades de las personas a efecto de capacitarlas mejor para su trabajo. Otros más buscan el desarrollo de nuevos hábitos y actitudes para lidiar con los clientes internos y externos, con el trabajo propio, con los subordinados y con la organización.

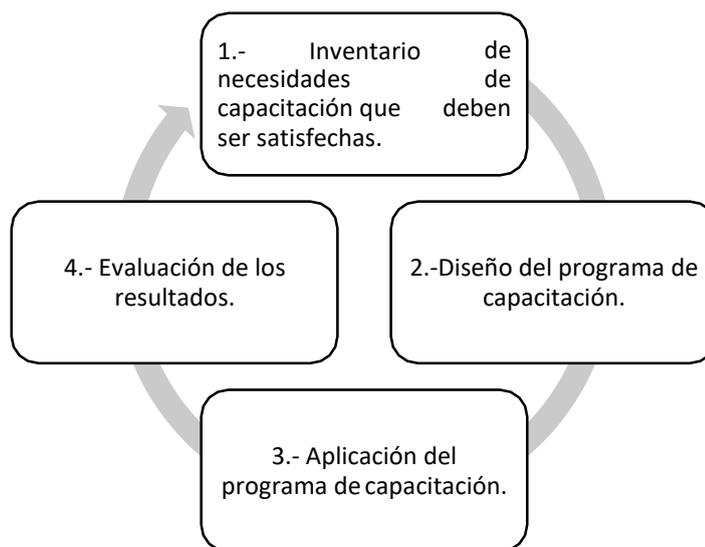


Figura 12. Tipos de cambio de comportamiento en razón de la capacidad
Fuente. Chiavenato, I. (2011).

Por otra parte, la capacitación del personal debe comenzar después de la inducción, capacitar es proporcionar a los empleados las habilidades que necesitan para realizar su trabajo, realizar la capacitación del personal es una de las bases de una buena administración que los gerentes siempre tienen que tener en cuenta, este es un proceso cíclico y continuo que consta con cuatro etapas:

- 1. Inventario de necesidades a satisfacer:** Consiste en realizar un inventario de todas las carencias o necesidades de capacitación que deben ser satisfechas por la empresa.
- 2. Diseño del programa:** Se desarrolla el programa de capacitación que se encargará de satisfacer todas las necesidades de capacitación inventariadas por la empresa.
- 3. Aplicación del programa de capacitación:** Se ejecuta y dirige el programa de capacitación, con la finalidad de satisfacer todas las necesidades de capacitación inventariadas por la empresa.

Evaluación de los resultados: Se evaluará los resultados obtenidos tras la aplicación del programa de capacitación.

1.4. Definición de Términos

- AMFE: El Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMFE), es un
- procedimiento que permite identificar fallas en productos, procesos y sistemas, así como evaluar y clasificar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos de identificación, para de esta forma, evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención. El AMEF aplicado a los procesos sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en las etapas de producción, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que puedan llegar a tener en el usuario o en etapas posteriores de cada proceso.
- Capacitación. Proceso que posibilita al capacitando la apropiación de ciertos conocimientos, capaces de modificar los comportamientos propios de las personas y de la organización a la que pertenecen.
- CPM. El método de la ruta crítica o del camino crítico es un algoritmo utilizado para el cálculo de tiempos y plazos en la planificación de proyectos.
- Distribución de planta. es la ordenación de los equipos industriales y de espacios necesarios para que un sistema productivo alcance sus objetivos con la eficiencia adecuada. Los equipos industriales es cualquier elemento que necesite un espacio y que intervenga en un proceso productivo.
- Eficiente. Con poco o nada de desperdicios. En forma alternativa, un término conciso que se refiere al enfoque hacia la eliminación de desperdicios de la producción y distribución a través de la participación activa y la motivación

a los trabajadores y el enfoque hacia el valor para el cliente. Ser eficiente significa sacarles el jugo a los recursos escasos.

- Falla. Inutilidad del equipo de realizar la función que se requiere para lo cual fue diseñada.
- Indicadores de gestión. Datos que se obtendrán continuamente con los resultados de ciertas actividades y que ayuda a calificarla en determinado periodo de tiempo.
- Inspección. Actividad donde se verifica, se mide, se prueba, se controla, se calibra o se detecta cualquier anomalía con respecto a las especificaciones indicadas por el fabricante.
- Justo A Tiempo (*Just In Time*). Filosofía industrial que puede resumirse en fabricar los productos estrictamente necesarios, en el momento preciso y en las cantidades debidas: hay que comprar o producir solo lo que se necesita y cuando se necesita. La fabricación justo a tiempo significa producir el mínimo número de unidades en las menores cantidades posibles y en el último momento posible, eliminando la necesidad de inventarios.
- Mantenimiento. Inspección constante de las instalaciones o los equipos que se encuentran en un proceso de producción, así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el perfecto estado de conservación de un sistema o también asegurar la correcta operación y funcionamiento de los equipos.
- Mantenimiento Preventivo. Es aquel mantenimiento que previene las fallas. Este tipo de mantenimiento ha sido usado muchas veces y su fundamento es

la estadística, la observación, recomendaciones del fabricante y el conocimiento del equipo.

- Mantenimiento Correctivo. El mantenimiento correctivo es el conjunto de actividades que se ejecutan para corregir una falla en un equipo, una vez que esta falla se ha producido o al menos se ha iniciado el proceso que finalizara con la ocurrencia del fallo.
- Manuales. Instructivo donde se detalla la forma en la cual se debe realizar el trabajo requerido, asimismo un manual describe cada componente del equipo su procedencia, series, marca, codificación, etc.
- Orden de trabajo. Formato por escrito, que se le da al operador que va a llevar a cabo la realización del mantenimiento del equipo, cuya orden debe tener registrado fecha de ejecución y expedición del trabajo, así mismo las instrucciones y el equipo al cual se le va a realizar dichas instrucciones, una vez ejecutado el trabajo debe ser archivado para futuros estudios.
- Proceso. Es el conjunto de actividades interrelacionadas para modificar las características de la materia prima que tiene entradas y salidas.
- Programa de mantenimiento. Consiste en un plan donde se dan a conocer las actividades de mantenimiento por periodos de tiempos específicos. Hay que tener coordinación con el objetivo de balancear la carga de trabajo y cumplir con los requerimientos de producción.
- Registro. Llevar un inventario o control de todos los equipos que se va a considerar el plan de mantenimiento.
- Relación de requerimiento. Son aquellas acciones de mantenimiento que tienen que ver con la calibración, mecánica, inspección, electricidad e

instrumentación que se le tiene que realizar a un equipo, estos requerimientos darán origen a un instructivo por cada uno de ellos.

- Reparación. Es la restitución de un equipo o una maquina a una condición optima mediante el reemplazo, la reposición o reparación de piezas dañadas o desgastadas.
- Rutina diaria. Conjunto de actividades o tareas de mantenimiento que se deben ejecutar durante el día.
- Rutina semanal. Conjunto de actividades o tareas de mantenimiento a realizar en forma obligatoria durante la semana de trabajo.

1.5. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de producción y mantenimiento sobre los costos de producción de una empresa metalmecánica, Trujillo 2021?

1.6. Objetivos

Objetivo general

Determinar el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de producción y mantenimiento sobre los costos de producción de una empresa metalmecánica, Trujillo 2021.

Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual de las gestiones de producción y mantenimiento de la empresa metalmecánica.

- Proponer metodologías, técnicas y herramientas de la Ingeniería Industrial en las gestiones de producción y mantenimiento de la empresa metalmecánica.
- Evaluar el impacto económico de la propuesta de mejora.

1.7. Hipótesis

La propuesta de mejora en la gestión de producción y mantenimiento reduce los costos de producción de una empresa metalmecánica, Trujillo 2021.

1.8. Justificación

La empresa necesita mejorar su rentabilidad, para continuar creciendo de manera sostenible. Se determinó que para que esto suceda, se debe mejorar, desde su base, los procesos de producción y de mantenimiento.

La capacitación resulta fundamental. El correcto manejo de las máquinas herramientas es impostergable, para reducir los reprocesos que, además de generar sobrecostos, afectan el prestigio bien ganado de la empresa.

Un apropiado *layout*, facilitará el desplazamiento de los operarios y contribuirá a reducir el tiempo de fabricación y, paralelamente, a su seguridad.

El uso de un *software*, permitirá reducir los desperdicios, durante el corte de patrones del material, situación que actualmente afecta fuertemente los costos de producción.

La mejora en la planificación del mantenimiento y en la calidad de la energía eléctrica, contribuirá a la mejor disponibilidad y funcionamiento de la maquinaria de producción.

1.9. Aspectos Éticos

Para la realización de la presente tesis, se contó con la aceptación de la empresa, que, desde el comienzo estuvo al tanto de los objetivos.

El personal operativo fue comunicado, sobre el alcance del presente estudio y se les solicitó su apoyo, que fue brindado generosamente.

A todos ellos, nuestro profundo agradecimiento.

Los autores se comprometen a ser veraces en sus comentarios y observaciones y en salvaguardar aquella información, considerada confidencial, por la empresa.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

En el presente trabajo, según el diseño, es de investigación Diagnóstica y Propositiva, porque, como dice Gallego y Gonzalez (2017), utiliza un conjunto de técnicas y procedimientos con la finalidad de diagnosticar y resolver problemas fundamentales; encontrar respuestas a preguntas científicamente preparadas; estudiar la relación entre factores y acontecimientos o a generar conocimientos científicos.

2.2. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos

En la siguiente tabla se detallan las técnicas e instrumentos a utilizar en el estudio:

Tabla 1.
Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos

TÉCNICA	JUSTIFICACIÓN	INSTRUMENTOS	APLICADO EN
Observación de campo	Permitió observar las gestiones de la empresa, las actividades, procesos y problemas en ellos.	-Cuaderno de apuntes -Cámara fotográfica -Cronómetro	En el área de producción y mantenimiento.
Entrevista	Permitió obtener mayor detalle del funcionamiento y gestión de la empresa en cuanto a producción y mantenimiento.	-Guía de entrevista-cuestionario -Cuaderno de apuntes. -Cámara fotográfica	En el jefe de operaciones
Análisis de documentos	Permitió descifrar información solicitada obteniendo una base de datos de los procesos de producción y mantenimiento.	-Microsoft Excel -Laptop -Cuaderno de apuntes	Base de datos de la empresa en estudio.
Encuesta	Permitió analizar los factores que intervienen en la producción y mantenimiento.	-Cámara fotográfica -Guía de encuesta -Lapiceros	Personas que labora en el área de producción y mantenimiento.

Fuente. Métodos de recolección de datos

Observación directa

Objetivo:

Identificar fallas críticas en el área de producción y mantenimiento y las consecuencias que este genera con respecto a su rentabilidad.

Procedimiento:

Mantener un seguimiento continuo, toma de tiempos, entre otros; de los procesos en el área de producción y mantenimiento de la empresa.

Instrumentos:

Breviario de apuntes y lápices.

Entrevista

La entrevista se realizará al jefe de operaciones.

Objetivo:

Determinar la situación actual de la empresa, conocer con mayor detalle el funcionamiento y gestión de la empresa. De tal modo, puntualizar los problemas fundamentales en el área de producción y mantenimiento que están directamente relacionados con los elevados costos de producción.

Parámetros:

Duración: 45 minutos

Lugar: Oficina del jefe de operaciones

Procedimiento:

Con el fin de obtener la información necesaria para conocer dicha problemática, se procede a realizar una sucesión de preguntas.

Instrumentos:

Guía de entrevista, cámara fotográfica y lapiceros.

Análisis de documentos

Objetivo:

Indagar la problemática en documentos físicos y virtuales, que mantenga la empresa y contrastarlos con lo observado.

Procedimiento:

Organizar los instrumentos adecuados para realizar el análisis de documentación histórica.

Instrumentos:

USB, laptop, breviarío de apuntes, lapicero.

Encuesta

Objetivo:

Obtener información de todos los procesos del área de producción y mantenimiento para verificar el periodo de producción y la ejecución de los trabajadores. Se aplican las encuestas a expertos para conocer más de las causas raíces.

Parámetros:

Duración: 50 minutos

Lugar: Empresa metalmecánica

Procedimiento:

Realizar una serie de preguntas a los trabajadores del área de mantenimiento, fin de conocer los puntos resaltantes del área.

Instrumentos:

- Guía de encuesta, lapiceros y cámara fotográfica.
- Estadísticas de producción y ventas oficiales.
- Estadística aplicada.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Los resultados obtenidos se muestran mediante las siguientes herramientas:

Tabla 2.
Instrumentos y métodos de procesamiento de datos

Herramienta	Descripción
Diagrama de Ishikawa	Se elabora un Diagrama Ishikawa para plasmar las causas raíces.
Matriz de priorización	Se utiliza con el fin de ordenar las causas raíces halladas de acuerdo a su impacto económico en el periodo 2021.
Pareto	Esta herramienta permite obtener las causas raíces que generan un 80% de impacto en el problema de elevados costos de producción.
Matriz de indicadores	Se elaboran indicadores para medir el impacto de la mejora en cada causa raíz.
Diagrama de análisis de procesos	Se elabora para determinar las actividades productivas e improductivas presentes en el proceso de producción.

Fuente. Herramientas para procesamiento de datos

Procesamiento de información

Para analizar los datos se ha utilizado Microsoft Office Excel, para el cálculo de indicadores y valores en general que forman parte de la presente investigación.

2.4. Procedimiento

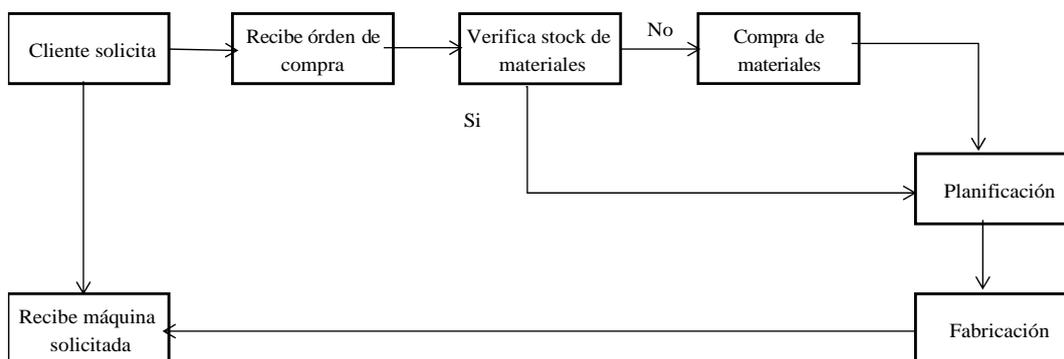


Figura 13. Procedimiento de trabajo en la empresa metalmeccánica

Misión y Visión

Misión

Somos la mejor empresa dedicada a la producción de peladora de pollos, con acabados de alta calidad, para brindar un servicio diferenciado y sostenible a la población Sanmartinense.

Visión

Ser la mejor empresa, productora de peladora de pollos, comprometida con los acabados de mejor calidad para los clientes dentro de la Región San Martín y del Perú.

Organigrama

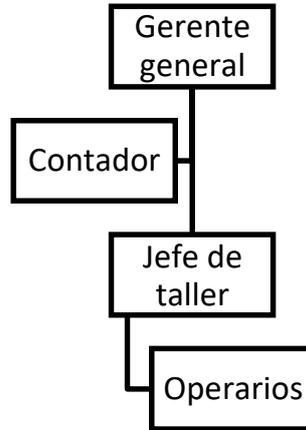


Figura 14. Organigrama de la empresa

Fuente. Información de la empresa

Distribución de la Empresa

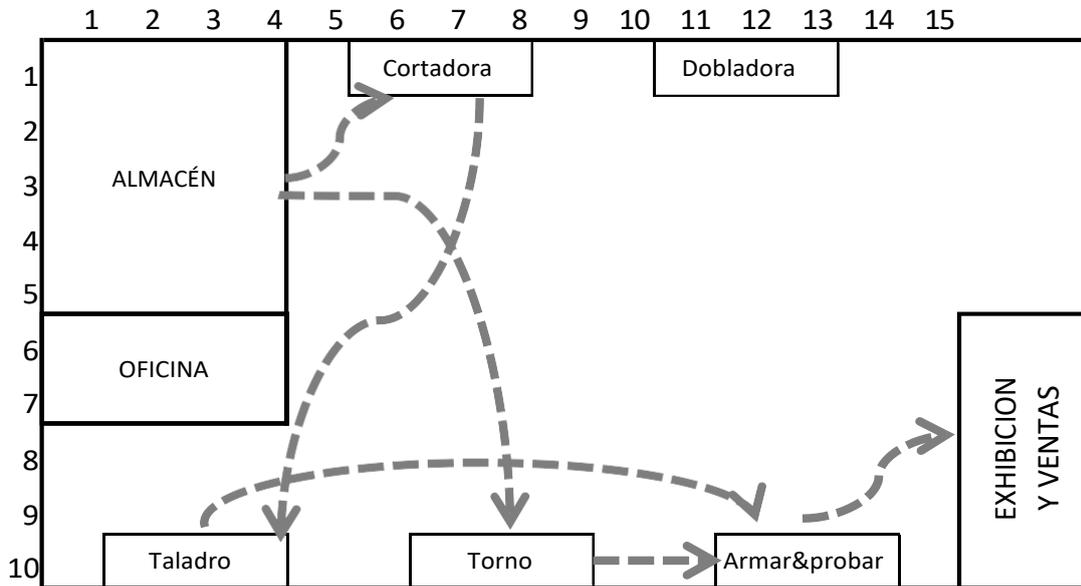


Figura 15. Layout actual del área de trabajo

Fuente. Información de la empresa

Clientes

- Agropecuaria Santa María
- Avícola El Corralón
- Grupo Selva S.A.C.
- Proveeduría Tahuantinsuyo
- Avícola Don Pollo
- Avícola Virgen de Natividad E.I.R.L.

Proveedores

- Acero Comercial E.I.R.L.
- Pernos Mosquera

Principales Productos

- Maquinas peladoras de pollos
- Tostadoras de granos
- Molino de granos

Mapa de procesos

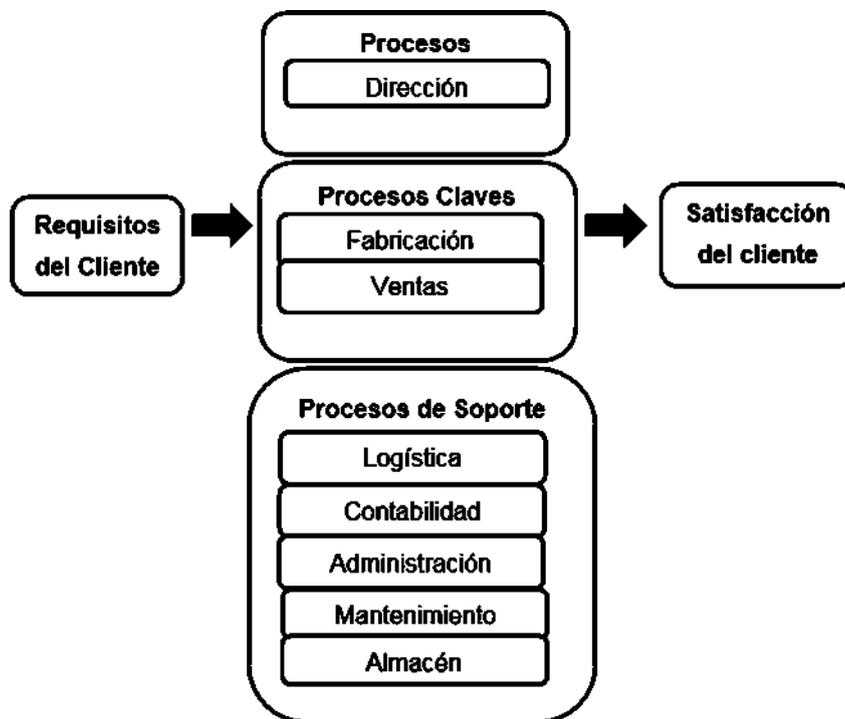
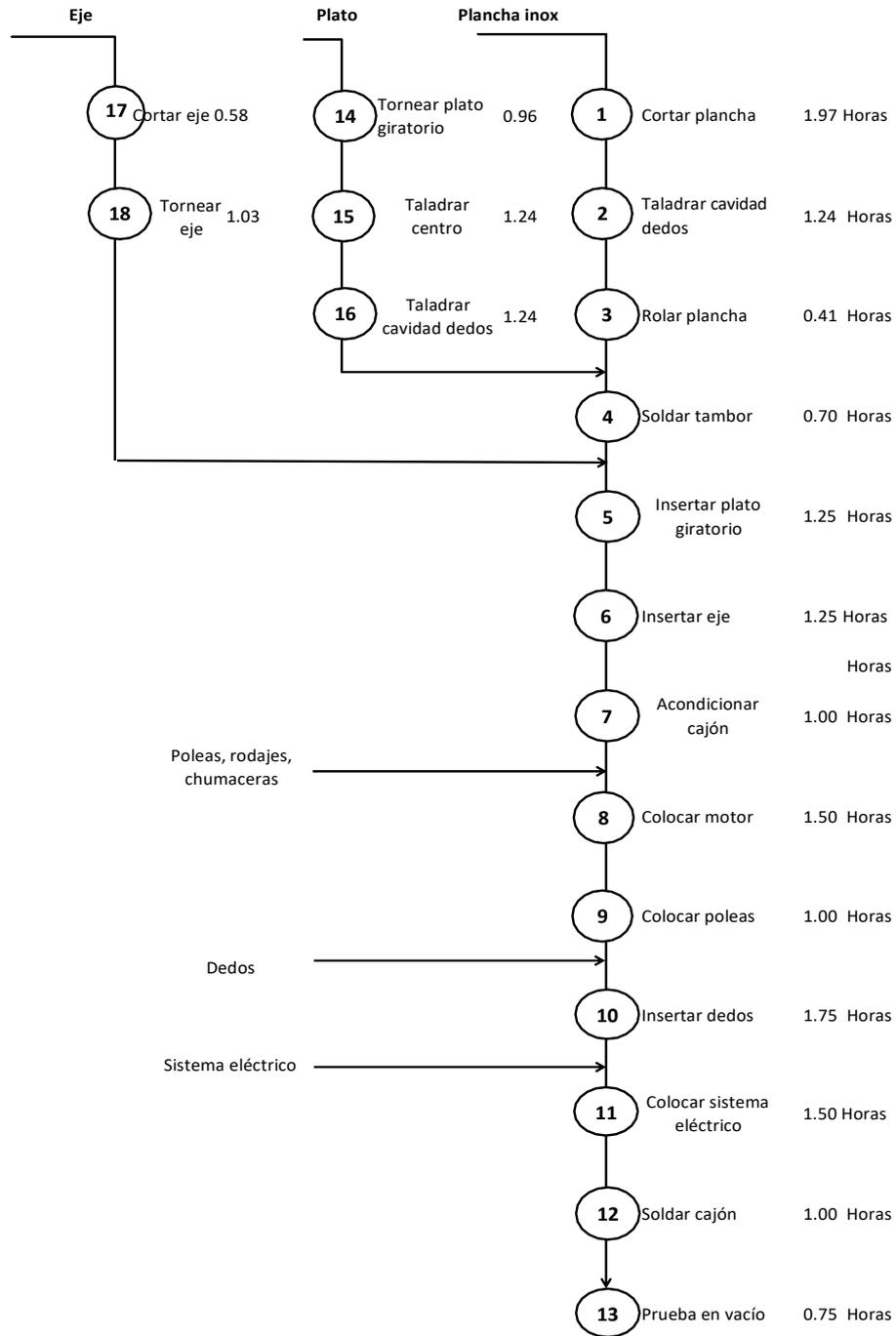


Figura 16. Mapa de procesos

Fuente. Información de la empresa

Diagrama de Proceso productivo de la Empresa



Resumen	
Operaciones	13
Tiempo total	20.37 Horas

Figura 17. Diagrama de operaciones actual

Fuente. Información de la empresa

Camino crítico de la fabricación de una peladora de pollo

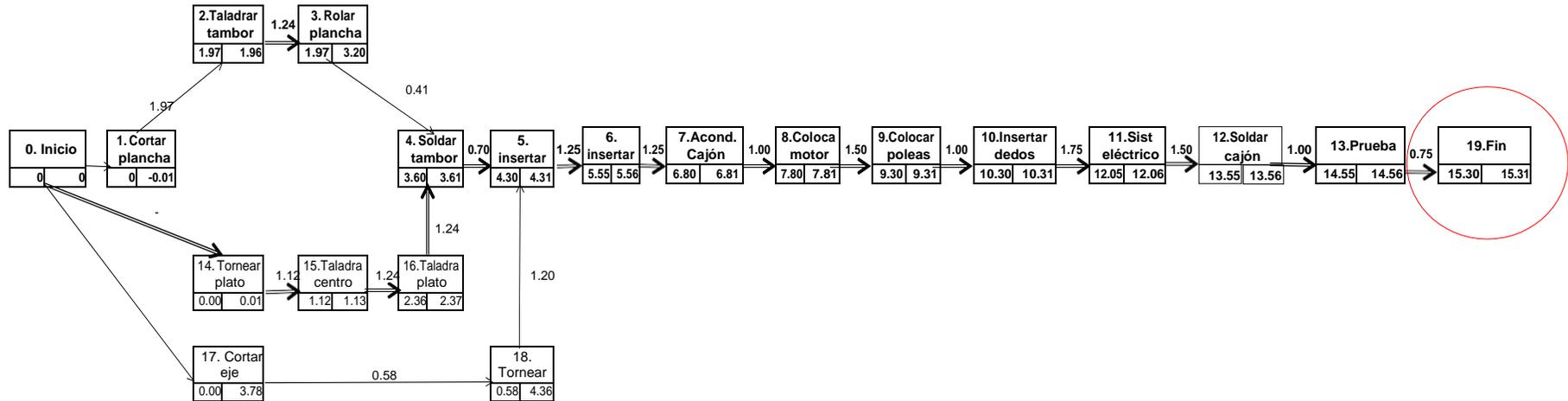


Figura 18. Camino crítico de construcción de peladora de pollos

Fuente. Información de la empresa

Se determinó que el tiempo de ciclo de la fabricación de una máquina peladora es 15.30 horas. Además, se observa que el Camino Crítico, resaltado con las flechas más gruesas, incluye al torno y al taladro. Esto significa que, cualquier atraso debido a estas máquinas, afectará directamente al tiempo total de la construcción de una máquina y que la performance de una, afecta a la otra.

2.5. Diagnóstico de problemáticas principales

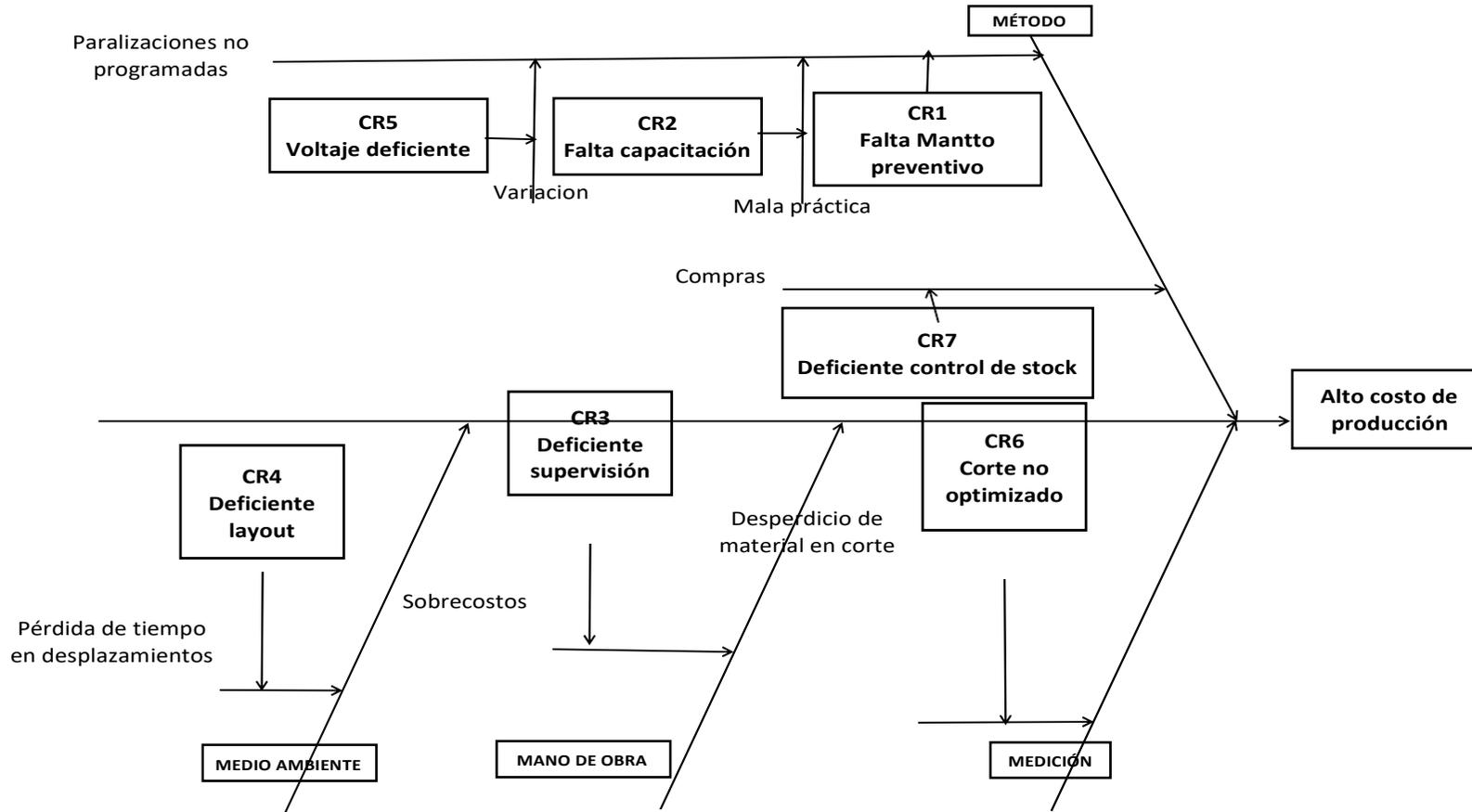


Figura 19. Diagrama Causa Efecto de la problemática de la empresa

Fuente. Información de la empresa

Matriz de Priorización de las Causas Raíces

La priorización de las causas raíces se hizo según su impacto económico, como se muestra a continuación:

Tabla 3.
Priorización por impacto económico

		Impacto	% acum	%
CR1	Falta mantenimiento preventivo	6,670	39%	39%
CR2	Falta capacitación	2,729	55%	16%
CR3	Deficiente supervisión	1,961	66%	11%
CR4	Layout deficiente	1,770	76%	10%
CR5	Voltaje deficiente	1,390	85%	8%
CR6	Corte no optimizado	1,338	92%	8%
CR7	Deficiente control de stock	1,310	100%	8%
	S/	17,167		

Fuente. Información de la empresa

Dentro de las causas importantes, no se incluiría la Causa Raíz 6, corte no optimizado, pero la empresa lo considera trascendental, pues su impacto gravita, no solo en los costos de las máquinas peladoras, sino, en todas las que produce actualmente y en el futuro. Por esa razón, su análisis y propuesta de mejora, serán atendidas.

Diagrama de Pareto

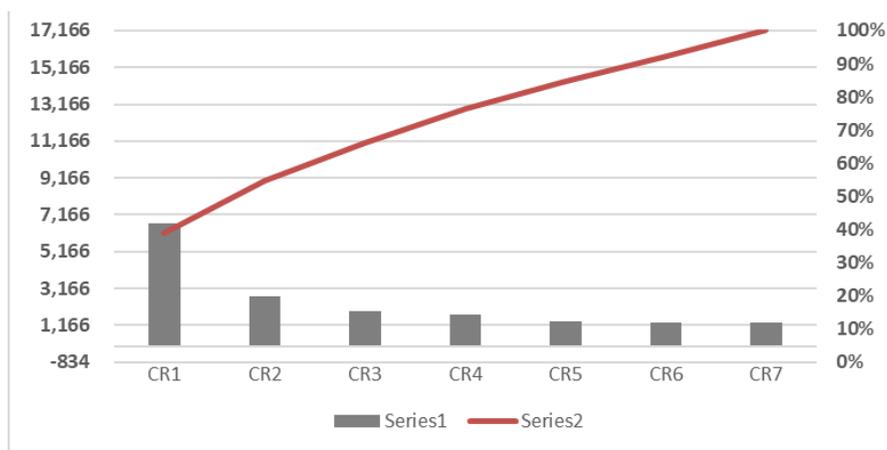


Figura 20. Pareto de causas raíz de la problemática

Fuente. Información de la empresa

Matriz de indicadores

Tabla 4.

Matriz de indicadores

N° Causa	Causa Raíz	Indicador	Fórmula	Valor Actual	Pérdida	Valor Meta	Pérdida Mejorada	Beneficio	Herramienta de mejora
CR1	Falta mantenimiento preventivo	% Disponibilidad	_____ %	84.74%	S/6,670	98.00%	S/. 5,767	S/.903	Estudio de tiempos Camino crítico CPM Árbol de problemas Árbol de decisiones AMFE Criticidad Plan de mantenimiento
CR2	Falta capacitación	% Tiempo de para	_____ %	25.29%	S/2,729	2.00%	S/. 216	S/2,513	Dignóstico de necesidad de capacitación Plan de capacitación
CR5	Voltaje deficiente	% Tiempo de para	_____ %	12.88%	S/. 1,390	1.00%	S/. 108	S/1,282	Costo beneficio de compra estabilizador
CR3	Deficiente supervisión	% Sobrecostos materiales y HH	_____ %	1.77%	S/. 1,961	0.25%	S/. 278	S/. 1,684	Diagnóstico de requerimiento de capacitación Plan de capacitación en supervisión efectiva
CR4	Layout deficiente	% tiempo perdido en desplazamientos	_____ %	2.24%	S/. 1,770	1.87%	S/. 1,459	S/. 310	Layout Muther
CR6	Corte no optimizado	% Utilización de planchas	_____ %	82.4%	S/. 1,338	91.40%	S/. 654	S/.684	App para optimizar <i>corteperfecto.com</i>

Fuente. Información de la empresa

Operacionalización de variables

Tabla 5.

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador
Gestión de Mantenimiento	Servicio orientado hacia las gestión de las actividades directas del mantenimiento. Es decir permite programar y seguir bajo los tres aspectos, técnico, presupuestario y organizacional, todas las actividades de un servicio de mantenimiento. (Díaz,J. 2004. Tecnicas de mantenimiento industrial. España. Calpe Institute Technology	La propuesta permite mejorar la gestión de mantenimiento y con ello, reducir los costos operativos de la empresa	Disponibilidad	$\frac{MTBF}{MTBF+MTTR}\%$
			Eficiencia	_____ %
Gestión de producción	Conjunto de actividades que crean valor en forma de bienes y servicios, al transformar insumos en productos terminados. (Render,B, Heizer,J)	La propuesta permite mejorar la gestión de producción y con ello, reducir los costos operativos de la empresa	Sobrecosto	$\frac{\text{Costo actual} - \text{Costo std}}{\text{Costo std}}\%$
			Tiempo util	$\frac{\text{Tiempo en desplazarse}}{\text{Tiempo de ciclo}}\%$
			Optimización de recursos	$\frac{\text{Área util}}{\text{área total de la plancha}}\%$
Costo	Es el desembolso económico que se realiza para la producción de algún bien o la oferta de algún servicio. El costo incluye la compra de insumos, el pago de la mano de obra, los gastos en la producción y los gastos administrativos, entre otras actividades. (concepto.de)	La propuesta mide los costos derivados del mantenimiento de los equipos de aire acondicionado	Costo	_____

Fuente. Información de la empresa

2.6. Solución propuesta

Descripción de causas raíces

Causa raíz 1: Falta mantenimiento preventivo

Descripción: El mantenimiento efectuado a las maquinas es casi siempre correctivo. Estas son atendidas cuando fallan o es inminente que pronto caerá en ese estado.

No existe planificación del mantenimiento. Una vez que la máquina para, se procede a su reparación, a cargo del operario, quien tiene formación técnica básica y algunos años de experiencia en posiciones similares, en otra empresa.

Si la reparación excediera las capacidades del personal propio de la empresa, se recurre a mecánicos particulares de la zona.

En esta región existe mucha actividad agroindustrial y existen varios talleres especializados.

Tanto el torno como el taladro, con los que se elaboran las partes de la máquina peladora, que luego se ensamblan, tienen fallas continuas. La disponibilidad combinada de ambas máquinas es 85% y la confiabilidad de sus reparaciones es baja, 87%.

Herramientas: Estudio de tiempos, Camino crítico CPM, Árbol de problemas, Árbol de decisiones, AMFE, Criticidad y Plan de mantenimiento

Beneficio: S/902.54

Causa raíz 2: Falta capacitación

Descripción: Durante el año se produjeron interrupciones en la producción, por mala práctica del operario, producto del empirismo en su trabajo. Se incurre

frecuentemente en desvíos en la tolerancia y falta de precisión, que obliga a parar el proceso, analizar, resetear la máquina y volver a comenzar.

La precisión de máquina-herramienta se caracteriza por la capacidad de la máquina de producir piezas de la forma y dimensiones requeridas, esto es conseguir las tolerancias requeridas y la calidad superficial deseadas. Por lo tanto, las exigencias de precisión de las máquinas-herramienta son resultado de la precisión requerida de los componentes fabricados sobre la misma. Como sobre una máquina, por lo general, se mecanizan diferentes superficies y diferentes formas geométricas, es necesario respetar la exactitud dimensional de los elementos fundamentales de máquina, como: plenitud y rectitud de las superficies de guía, alineación de las superficies de sujeción, paralelismo de los ejes con las guías, la perpendicularidad del eje de husillo principal con la superficie de sujeción, etc.

Los operarios desconocen la teoría del funcionamiento de los materiales. El error puede provenir de problemas térmicos; a fuerzas que se generan durante el trabajo de la máquina; a la geometría de la pieza; al sistema de sujeción; a la deformación que se pudiera crear durante el maquinado; etc.

Todo esto determina paradas no programadas, con la consecuente pérdida de tiempo.

Herramientas: Diagnóstico de necesidad de capacitación y Plan de capacitación.

Beneficio: S/2512.81

Causa raíz 3: Deficiente supervisión

Descripción: Las desviaciones en algunos trabajos, obligan a reprocesar las piezas de las peladoras.

Al terminar el ensamblaje, se procede a probarlas en vacío y en ese momento, se suelen presentar fallas en el funcionamiento, como vibraciones en la estructura; oscilación del eje; fallas en la soldadura; dificultad para variar la velocidad; etc.

Esta situación obliga a reprocesar, generándose sobrecostos de producción, por uso no previsto de materiales y mano de obra.

Herramienta: Diagnóstico de requerimiento de capacitación y Plan de capacitación en supervisión efectiva.

Beneficio: S/1683.73

Causa raíz 4: Layout deficiente

Descripción: Los equipos han sido ubicados dentro de la planta, sin mediar un criterio técnico.

Esto determina que los operarios tengan que realizar largos desplazamientos entre máquinas y el almacén, con el consecuente desperdicio de tiempo.

Además, produce cruces y estorbos en los recorridos, que afectan la seguridad y ambiente laboral.

Herramientas: Layout – Muther.

Beneficio: S/310.22

Causa raíz 5: Voltaje deficiente

Descripción: La potencia ofertada y la calidad del servicio del suministro de energía eléctrica de la zona, está en proceso de mejora.

Mientras tanto, existen fluctuaciones en el voltaje, que no pueden ser niveladas por las máquinas y que determinan interrupciones en el funcionamiento, en espera que las condiciones se estabilicen y puedan reiniciar actividades.

Estas variaciones en el voltaje, inducen al sobrecalentamiento y al deterioro de los componentes de las máquinas, particularmente a bobinas y contactares.

Herramienta: Costo beneficio de compra estabilizador.

Beneficio: S/1281.67

Causa raíz 6: Corte no optimizado

Descripción: Las planchas para fabricar el tambor y cajón, se vende en rollos de 1500 mm de ancho por el largo que se requiera. Mamta adquiere láminas cortadas de 1500 x 3000 mm.

Sobre esta lámina, de acuerdo a la costumbre, se trazan y cortan las piezas que luego se maquinarán y soldarán, para ir confeccionando la estructura de la máquina peladora de pollo.

El *layout* de distribución de los patrones de las piezas, no se hace con criterio técnico de optimización de materiales, de modo que el desperdicio de los recortes es del 17.6%, como se detallará luego, en este mismo documento.

Herramienta: App para optimizar cortepperfecto.com

Beneficio: S/684.22

Tabla 6.
Beneficio por Causa Raíz

N° Causa	Causa Raíz	Beneficio
CR1	Falta mantenimiento preventivo	S/ 902.54
CR2	Falta capacitación	S/ 2,512.81
CR5	Voltaje deficiente	S/ 1,281.67
CR3	Deficiente supervisión	S/ 1,683.73
CR4	Layout deficiente	S/ 310.22
CR6	Corte no optimizado	S/ 684.22

Fuente. Elaboración propia.

Monetización de pérdidas

La empresa produjo 40 peladoras de pollos. El tiempo de fabricación es 15.3 horas, como se observa en la figura del Camino Crítico.

La ganancia por máquina, como se puede constatar en la estructura de costos, es S/898.77, que es lo mismo que S/58.75 por hora.

Con esta información de base, se procede a monetizar las siguientes causas raíz.

El año 2020 hubo 2,400 horas disponibles para fabricación de los diferentes equipos que produce Mamta. El 43% de estas, fueron destinadas a la construcción de peladoras.

La planta registro 427 horas de parada de máquina no programadas, el mismo año. Asumiendo que estas fueron proporcionales al tiempo trabajado, por tipo de máquina, se considera que hubo 184 horas de paro, asignadas a la fabricación de máquinas peladoras.



Figura 21. Parada de máquina

Fuente. Información de la empresa

La disponibilidad fue de 84.74% y se espera subirla a 98%.

Las causas raíz de estas paralizaciones no programadas fueron:

Causa raíz 1: Falta mantenimiento preventivo

Por este motivo hubo 114 horas de para. Considerando el lucro cesante de S/58.75 por hora, como se definió línea arriba, el perjuicio económico fue S/6,670.

Se espera reducirlo a S/5,767.

Causa raíz 2: Falta de capacitación

Por errores humanos y mala práctica, derivadas de la falta de capacitación en el manejo de máquinas herramientas y de los materiales empleados, se perdieron 46 horas en paralizaciones, durante el año. Equivalen al 25.29% del total de tiempo de para.

El perjuicio económico fue S/2,729.

Se espera reducirla al 2% de paradas, con lo que este perjuicio se reduciría a S/216.

Causa raíz 3: Deficiente supervisión

La deficiente supervisión en planta, ocasiona errores en la fabricación de las máquinas peladoras, ocasionando reprocesos.

El costo de materiales se estima en 2% del costo estándar y 3 horas-hombre, para el reproceso que deje la máquina perfectamente operativa.

Tabla 7.
Sobrecostos por deficiente supervisión

Sobrecostos	
Materiales para reprocesos por máquina	34
Mano de obra directa en reproceso	15
Costo reproceso por máquina producida	49
Máquina producidas anual	40
Total costo reproceso anual	S/ 1,961

Fuente. Elaboración propia

Causa raíz 4: *Layout* deficiente

La distribución de planta actual, determina largos desplazamientos entre máquinas, con la consiguiente pérdida de tiempo.

Adicionalmente, se suscitan cruces en los recorridos, que son inconvenientes y podrían causar accidentes.

Seguidamente se muestra el *layout* actual y la monetización del tiempo perdido en recorridos improductivos.

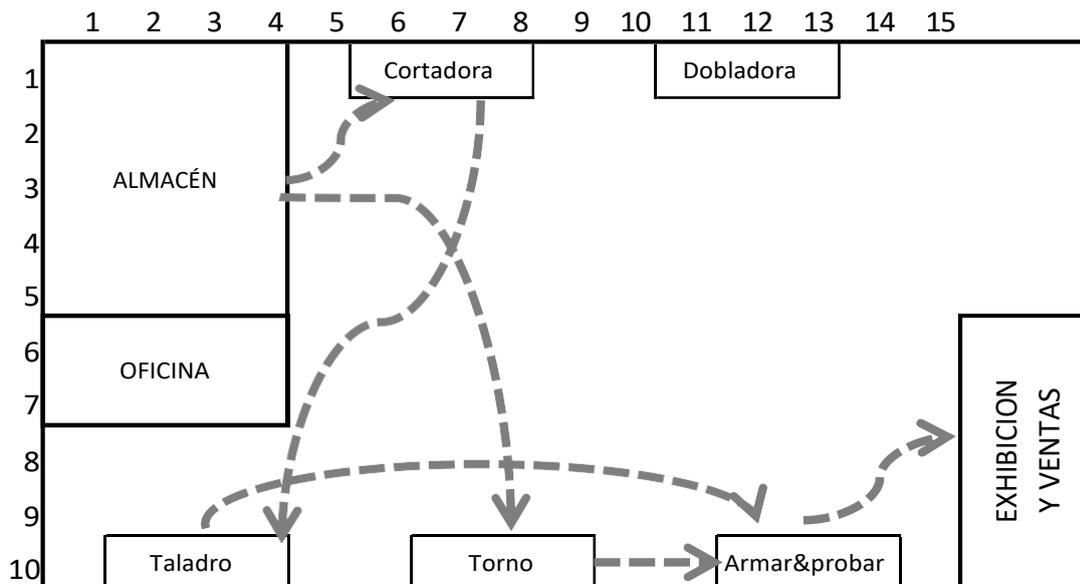


Figura 22. Layout actual

Fuente. Información de la empresa

Tabla 8. Monetización del tiempo perdido por desplazamiento actual

De:	A:	Distancia (M)	Frecuencia	Recorrido(M)
Almacén	Cortadora	2.0	5	10
Almacén	Torno	5.0	5	25
Alamcén	Armar&probar	8	10	80
Cortadora	Taladro	6.0	5	30
Taladro	Armar&probar	8.0	10	80
Torno	Armar&probar	2.0	10	20
Armar&probar	Exhibición	3.0	2	6
Total				251
Operarios	3.000			753
Km/hora	1.000			
HH desplazamiento				0.75
Lucro cesante/maquina			S/	58.75
Máquina producidas/año	-			40
Sobrecosto actual			S/	1,769.69

Fuente. Información de la empresa

Se calcula que el desplazamiento entre máquinas, por la frecuencia promedio, es de 251 metros, que recorridos a un Km/hora, por los tres operarios, significa una pérdida de 0.75 Horas-hombre.

El lucro cesante en producción es S/58.75, calculado de la siguiente manera

Ganancia por venta de 1 máquina	S/	898.77 /maquina
Horas empleadas en construcción		15.30 Horas/maq
Lucro cesante por hora	S/	58.75 /Hora

Con esta data, se determina que, en la producción de 40 peladoras anuales, el tiempo perdido en desplazamientos alcanza a S/1,770.

Causa raíz 5: Voltaje deficiente

Las deficiencias en el servicio eléctrico de Electro Oriente ocasionaron 24 horas de paralizaciones no programadas. El 12.88% de las paradas fueron por este concepto y el lucro cesante fue S/1,390.

Se propone disminuir a 1% este indicador, con lo que el perjuicio se reduciría a S/108 anuales.

No se pudo determinar aún, cuál es el impacto de la deficiencia en la energía electro motriz, en la vida útil de los equipos.

Causa raíz 6: Corte no optimizado

La carcasa de la máquina peladora tiene la siguiente forma y dimensiones:

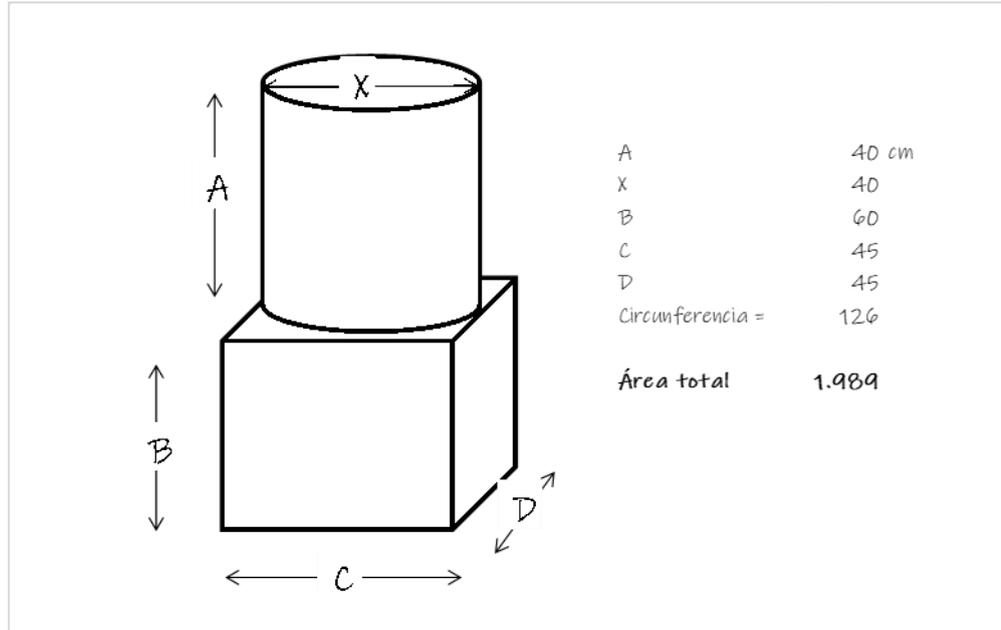


Figura 23. Dimensiones de la carcasa de máquina peladora

Fuente. Información de la empresa

Los patrones en cartulina, se posicionan sobre la plancha metálica y trazan los perfiles de las diferentes piezas que conforman la carcasa de la máquina peladora.

Esta operación es empírica, basada en la experiencia del operario.

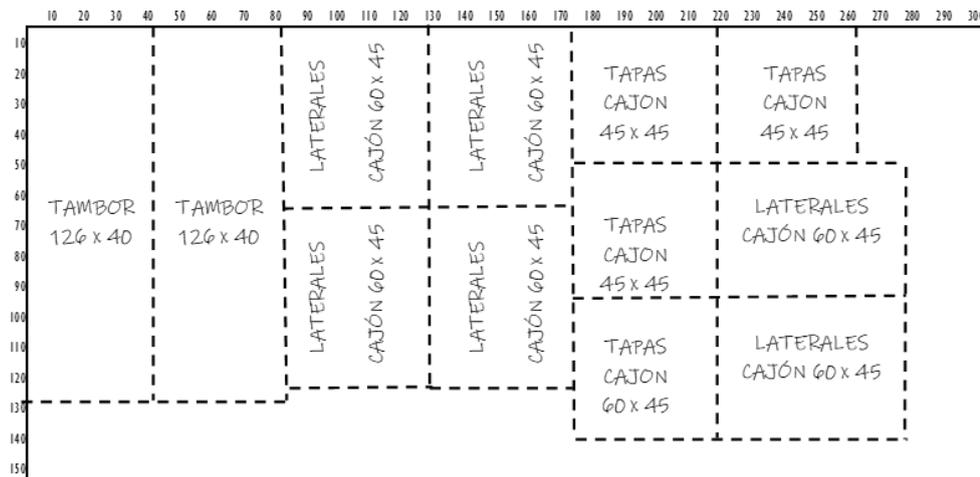


Figura 24. Layout actual de corte de láminas

Fuente. Elaboración propia

El aprovechamiento actual del material, de acuerdo a este layout de las piezas, que al soldarse conformarán la estructura de la peladora, es el siguiente.

Tambor	1.008 M ²
Laterales	1.620 M ²
Tapas	1.080 M ²
Total uso	3.708 M ²
Total plancha	4.500 M ²
% uso	82.4%

Se observa que la utilización del material es de solo 82%. De esta manera la monetización de la pérdida anual, se calcula de la siguiente manera.

Tabla 9.
Monetización de la pérdida de material por mal corte

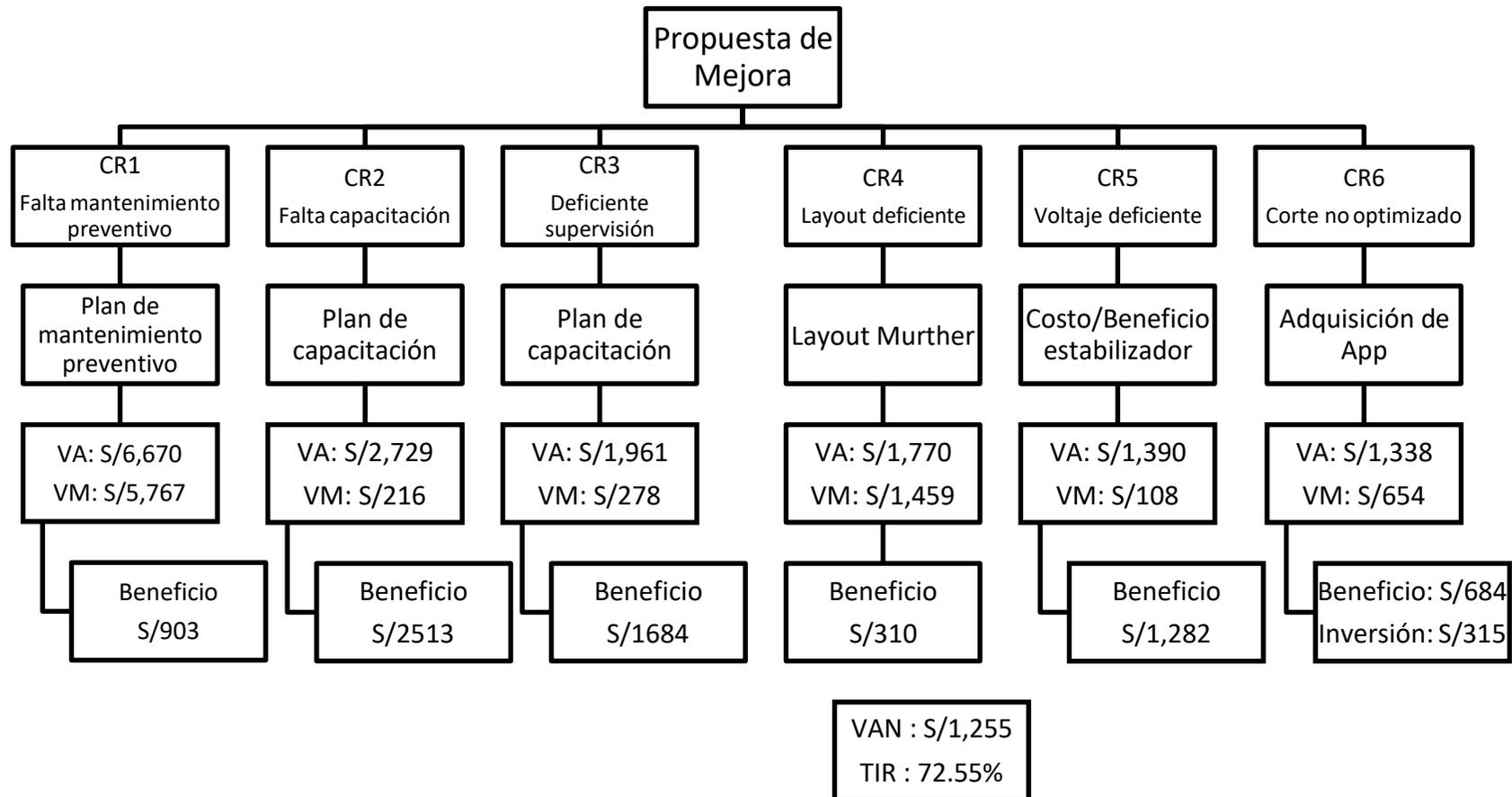
Area util de cajón	M ²	1.989
Aprovechamiento actual en corte		82.4%
Merma en corte	M ²	0.350
Costo de plancha de 1.5 mm	Soles/M ²	95.556
Peladoras vendidas el 2020	peladoras/año	40
Sobrecosto anual	S/	1,338

Fuente. Información de la empresa

El impacto de esta deficiencia en la utilidad de la empresa, es S/1,338

Solución propuesta

Figura 25. Esquema general de la propuesta



Propuesta de mejora para la causa Raíz 1: Falta de mantenimiento preventivo

Se determinará la situación actual, de la eficiencia de planta y las razones que la están afectando.

Se usarán los indicadores de Tiempo medio de reparaciones MTTR; Tiempo medio entre fallas MTBF; Disponibilidad y Confiabilidad, del torno y taladro. Estas máquinas intervienen en la fabricación de las peladoras de pollos y la disponibilidad de una, compromete a la de la otra.

Las causas más probables de la falla, se ubicaron en 3 grandes rubros.

La falta de planeamiento preventivo, incluye fallas, que, de haber mediado un seguimiento a su operatividad, podrían haberse evitado.

La mala práctica, comprende a las fallas derivadas de una operación no conveniente, motivada por la falta de capacitación en el manejo de las máquinas herramientas y teoría de los materiales.

Incrementos de velocidad inapropiados que causan desviaciones en las dimensiones; regulaciones en las condiciones de trabajo no acordes con la geometría de la pieza, que afectan la forma requerida, etc., determinan paradas para resetear las máquinas o cambiar de material, ocasionando pérdida de tiempo.

En voltaje deficiente, se agrupan las paralizaciones debidas a fluctuaciones en la corriente externa, debido a oferta insuficiente del proveedor Electro Oriente.

Tabla 10.
MTTR del torno

Fecha y hora de falla	Modo de falla	Efecto	Causa	Asignable a:	MTTR Falta mantto	MTTR Mala práctica	MTTR Voltaje deficiente
2/01/2020 00:00	Sobrecalentamiento	No enciende	Deficiente aislamiento	Falta mantto	7.50		
8/01/2020 00:00	Sobrecalentamiento	No enciende	Variación voltaje	Corriente externa			12.00
14/01/2020 00:00	Rebarbas	Rebarbas	Cuchilla sin filo	Error humano		8.00	
25/01/2020 00:00	Vibración	Superficie rugosa	Bancada desalineada	Falta mantto	7.50		
3/02/2020 08:40	No enciende	No enciende	Dispositivo fallado	Falta mantto	7.50		
15/02/2020 00:00	Vibración	Superficie rugosa	Mucha fuerza de corte	Error humano		8.00	
23/02/2020 08:45	Sobrecalentamiento	No enciende	Variación voltaje	Corriente externa			12.50
25/02/2020 09:45	Sobrecalentamiento	No enciende	Falla aislamiento	Falta mantto	7.00		
2/03/2020 09:45	Error en dimensiones	Virutas muy largas	Error en geometría	Error humano		8.00	
7/03/2020 09:45	Vibración	Superficie rugosa	Mucha fuerza de corte	Error humano		12.00	
14/03/2020 08:40	No varía velocidad	Lentitud	Falla en caja de cambios	Falta mantto	48.00		
25/03/2020 09:50	Rebarbas	Rebarbas	Cuchilla sin filo	Falta mantto	6.50		
10/04/2020 09:50	Vibración	Superficie rugosa	Mucha fuerza de corte	Error humano		14.00	
21/04/2020 08:50	Vibración	Superficie rugosa	Mucha fuerza de corte	Error humano		12.00	
26/04/2020 09:50	Rebarbas	Rebarbas	Cuchilla sin filo	Falta mantto	5.00		
16/05/2020 08:42	Sobrecalentamiento	No enciende	Mal aislamiento	Falta mantto	11.25		
30/05/2020 08:10	Vibración	Superficie rugosa	Mucha fuerza de corte	Error humano		6.00	
9/06/2020 08:50	Vibración	Superficie rugosa	Mucha fuerza de corte	Error humano		12.00	
20/06/2020 08:20	Error en dimensiones	Virutas muy largas	Mesa desalineada	Falta mantto	16.00		
26/06/2020 00:00	Rebarbas	Rebarbas	Cuchilla sin filo	Falta mantto	12.00		
2/07/2020 00:00	Vibración	Superficie rugosa	Mucha fuerza de corte	Error humano		7.50	
9/07/2020 08:20	Error en dimensiones	Virutas muy largas	Error en geometría	Error humano		14.00	
2/08/2020 08:45	Sobrecalentamiento	No enciende	Falla aislamiento	Falta mantto	24.00		
16/08/2020 09:45	Sobrecalentamiento	No enciende	Variación voltaje	Corriente externa			12.50
1/09/2020 09:40	Sobrecalentamiento	No enciende	Variación voltaje	Corriente externa			12.00
14/09/2020 09:40	Vibración	Superficie rugosa	Desgaste en cabezal	Falta mantto	18.00		
30/09/2020 08:40	Vibración	Superficie rugosa	Mucha fuerza de corte	Error humano		6.50	
2/10/2020 09:45	No funciona	No enciende	Motor quemado	Falta mantto	14.00		
16/10/2020 09:40	Rebarbas	Rebarbas	Cuchilla sin filo	Falta mantto	10.50		
18/10/2020 09:40	Rebarbas	Rebarbas	Cuchilla sin filo	Falta mantto	8.00		
12/11/2020 09:45	Sobrecalentamiento	No enciende	Variación voltaje	Corriente externa			3.25
22/11/2020 00:00	Sobrecalentamiento	No enciende	Variación voltaje	Corriente externa			2.75
2/12/2020 00:00	Sobrecalentamiento	Vibración	Mesa desalineada	Falta mantto	12.00		
15/12/2020 00:00	Vibración	Superficie rugosa	Mucha fuerza de corte	Error humano	7.00		
22/12/2020 08:45	Vibración	Superficie rugosa	Mucha fuerza de corte	Error humano	10.50		
Total					232.25	108.00	55.00

Tabla 11.
MTTR del taladro

Fecha de falla	Modo de falla	Efecto	Causa	Asignable a:	MTTR Falta mantto	MTTR Mala práctica	MTTR Voltaje deficiente	MTTR Errónea política
8/01/2020 00:00	Sobrecalentamiento	No enciende	Rotor mal aislado	Falta mantto	4.25			
21/02/2020 08:40	No varía velocidad	Lentitud	Falla en caja de cambios	Falta mantto	6.5			
25/04/2020 00:00	Vibración	Error en dimensiones	Cabezal con desgaste	Falta mantto	4			
19/07/2020 08:20	Sobrecalentamiento	No enciende	Motor quemado	Falta mantto	4.50			
3/08/2020 08:40	No enciende	No enciende	Dispositivo fallado	Falta mantto	2.25			
15/09/2020 00:00	Vibración	Error en dimensiones	Cabezal con desgaste	Falta mantto	3.5			
3/08/2020 08:40	No enciende	No enciende	Dispositivo fallado	Falta mantto	4.5			
13/09/2020 00:00	Vibración	Error en dimensiones	Mucha fuerza de corte	Falta mantto	2.25			
Total					31.75	-	-	-

Seguidamente se observa el resumen de la información precedente

Tabla 12.
Resumen de indicadores de mantenimiento

	MTBF	MTRR	Horas de para	Horas programadas	Disp	Confiab
Torno	68.57	11.29	395.25	2400	85.9%	89.0%
Taladro	300.00	3.97	31.75	2400	98.7%	97.4%
Indicadores combinados			427.00		84.7%	86.6%

Las causas de las paradas no programadas, se agrupan de la siguiente manera:

Tabla 13.
Resumen de paradas por rubro

Causa	Horas de para planta	%	% uso en peladoras	Horas de para por tipo de máquina
Falta mantto	264.00	62%		114
Mala práctica	108.00	25%	43%	46
Voltaje deficiente	55.00	13%		24
	427.00			184

Estos indicadores, le servirán a la empresa para evaluar el desempeño de las máquinas y la influencia del mantenimiento preventivo en ello.

A continuación, se muestra las matrices de análisis de fallos y efectos, AMFE, para las principales máquinas empleadas en las operaciones para producir las máquinas peladoras de aves.

Con la información que se podrá extraer de estas, se formulará el plan de mantenimiento preventivo del torno y del taladro.

Tabla 14.
AMFE del torno

Nombre del equipo : Torno				Evaluado por :	Diciembre 5, 2020	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS			
Sistema :Maquinado				Ramirez&Figuroa	Condiciones existentes				
Pieza	Función que desempeña	Modo de fallo Potencial	Efectos potenciales de fallo	Causas Potenciales de Fallo	Controles Actuales	Gravedad	Ocurrencia	Detectabilidad	NPR
Bancada	Estructura que sirve para soportar a toda la máquina	Vibración anormal	Irregularidad en el maquinado. Mala calidad en el acabado	Desnivelada	Nivel Vibrómetro	9	4	4	144
Caja Norton	Engranajes, poleas y fajas, que en conjunto hacen posible el cambio de la velocidad de revolución.	Falla en la regulación de velocidad, para las diferentes etapas del maquinado.	Demora en maquinado	Mala regulación	visual	4	4	4	64
Cabezal fijo	Sujeta fuertemente la pieza a mecanizar, además de hacer girar la pieza para su respectivo mecanizado.	Dificultad para ajustar la pieza a maquinar. Vibración excesiva	Irregularidad en el maquinado. Mala calidad en el acabado	Desnivelado	Nivel Vibrómetro	4	4	6	96
Cabezal movil	Componente que se ubica sobre la bancada y pueden ser desplazadas longitudinalmente sobre las guías en las que se apoya.	Dificultad para ajustar la pieza a maquinar. Vibración excesiva	Irregularidad en el maquinado	Excesivo voladizo de la herramienta	Nivel Vibrómetro	4	4	4	64
				Excesiva velocidad de corte					
				Excesivo ángulo de ataque de la herramienta					
Carro porta herramientas	Carro donde van montadas las herramientas necesarias para realizar maquinado de piezas.	Trabada	Dificultad para regularlo	Herramienta inapropiada Excesivo ángulo de ataque Excesiva velocidad	Visual Inspección de virutas	4	2	2	16

Fuente. Análisis de la información de la empresa

Tabla 15.
AMFE del taladro

Nombre del equipo : Taladro				Evaluado por :	Diciembre 5, 2020	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS			
Sistema : taladrado de piezas				Ramírez&Figuroa	Condiciones existentes				
Pieza	Función que desempeña	Modo de fallo Potencial	Efectos potenciales de fallo	Causas Potenciales de Fallo	Controles Actuales	Gravedad	Ocurrencia	Detectabilidad	NPR Número prioritario de riesgo
Mesa	Lugar donde se realizará el taladrado	La pieza no asienta correctamente	Error en dimensiones del agujero	Desnivel	Visual Nivel	2	2	2	8
Palanca de bloqueo	Dispositivo que evita que la broca descienda más de lo ajustado	No controla	Golpe muy fuerte sobre la pieza, deteriora la herramienta o afecta a superficies no deseadas	Mala regulación	visual	4	2	2	16
Motor	Genera movimiento del porta broca	Circuito abierto	Falla en el arranque	Rodamiento roto	visual	4	4	4	64
		Golpeteo del motor	Movimiento irregular de broca		Multitester				
		Ruido	Movimiento irregular de broca		visual				
Poleas de regulación de velocidad	Poleas que mediante fajas, regulan la velocidad de giro	Desajuste de velocidad	Error en dimensiones del agujero	Desgaste de la polea	Visual	4	6	2	48

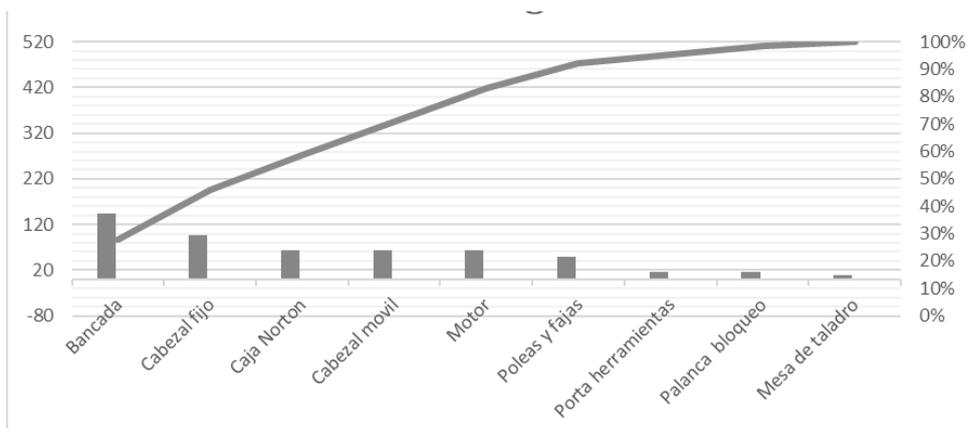
Fuente. Análisis de la información de la empresa

Se procede seguidamente a ordenar los componentes, en función de su Número de Priorización de Riesgo, NPR, que ayudará a determinar el nivel de cuidado que habrá que mantenerse con dichos componentes de las máquinas, para evitar su falla e impacto en su integridad.

Tabla 16.
Priorización de atención a máquinas según su NPR

Elemento de máquina	NPR	%	% Acum
Bancada	144	28%	28%
Cabezal fijo	96	18%	46%
Caja Norton	64	12%	58%
Cabezal móvil	64	12%	71%
Motor	64	12%	83%
Poleas y fajas	48	9%	92%
Porta herramientas	16	3%	95%
Palanca bloqueo	16	3%	98%
Mesa de taladro	8	2%	100%
	520		

Tabla 17.
Pareto según NPR



En este Pareto se observa que los componentes de máquina, en los cuales debe tenerse mucha vigilancia, por su impacto en el mecanizado de las piezas, es la bancada del torno, el cabezal fijo y el motor del taladro. A estos elementos de máquina, se les programará inspección semanal, como se puede observar en el siguiente cronograma.

Tabla 178.
Cronograma de mantenimiento del torno

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DEL TORNO																																																					
Equipo	Fabricación																																																				
Torno		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Setiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre							
		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	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48				
Bancada	Limpieza y revisión de nivel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Caja Norton	Limpieza y lubricación		X	X		X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Cabezal fijo	Limpieza y lubricación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cabezal móvil	Limpieza y lubricación. Calibre	X	X		X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Porta herramientas	Limpieza y lubricación. Calibre	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 189.
Cronograma de mantenimiento del taladro

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DEL TALADRO																																																						
Equipo	Fabricación																																																					
Taladro		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Setiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre								
		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	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48					
Mesa del taladro	Limpieza, lubricación, nivel.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Palanca bloqueo	Limpieza y lubricación.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Motor	Limpieza de escobillas, lubrica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Poleas y fajas	Verificar estado y tensión	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Propuesta de mejora de la causa raíz 2: Falta de capacitación

La fábrica, durante el proceso de producción de peladoras, paró 146 horas en el año, por fallas derivadas de la mala operación del taladro y del torno.

La propuesta es capacitar al personal en la operación correcta de estas máquinas. También para que conozca los diversos materiales que se podrían emplear.

El procedimiento que se propone, está basado en el criterio de Chiavenato (2002), quien dice que, una necesidad de entrenamiento en el cargo es una diferencia entre los requisitos exigidos por el cargo y las habilidades actuales del ocupante del cargo.

Esto se esquematiza de la siguiente manera.

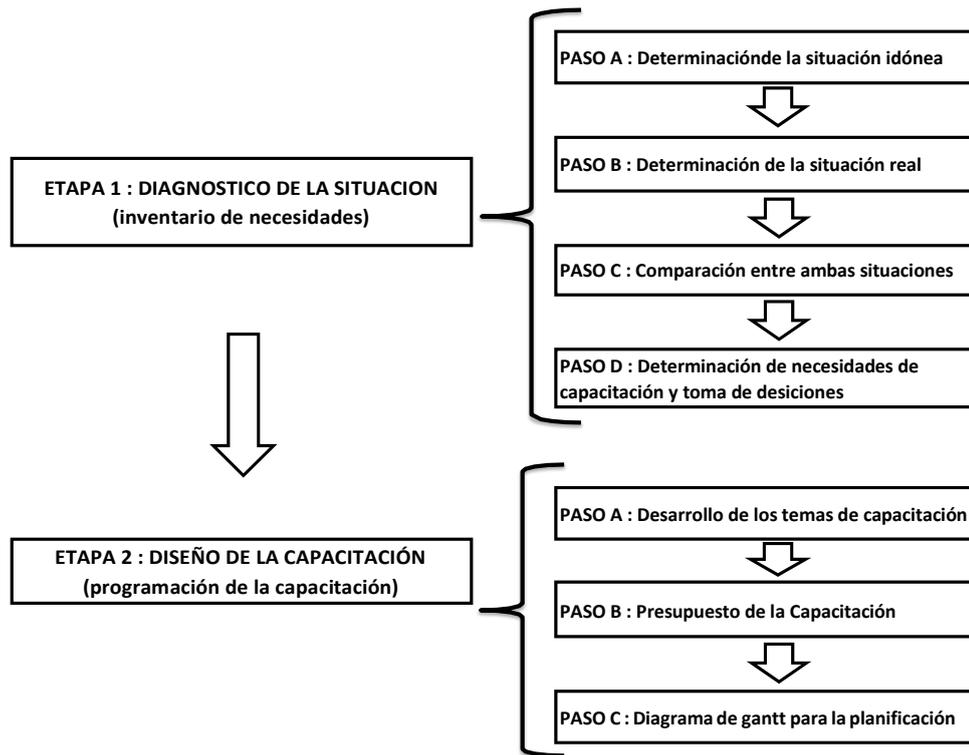


Figura 26. Esquema del proceso de capacitación

Tabla 20.
Descripción del puesto de trabajo del tornero

CUADRO N° 1		
MAMTTA	PERFILES DE PUESTO	CODIGO:
		Emisión 10/01/20
RECURSOS HUMANOS	TORNERO	Edición: 1 Pagina :1

1. Información general del puesto :

Nombre del puesto :	Operario tornero
Departamento :	Producción
Jornada y Horario :	Lunes a Viernes de 8:00 am a 12:00 pm y 13:00 pm a 18 :00 pm
Jefe Inmediato :	Dueño de la empresa
Supervisa directamente a :	Ninguno
Coordina con :	Gerente de la empresa Operarios de montaje

2. Requisitos :

Nivel Académico :	Secundaria técnica
Experiencia :	2 años
Conocimientos :	Electricidad basica , Maquinaria basica.
Habilidades :	Motrocidad para realizar trabajos pesados

Tabla 191.

Descripción del puesto de trabajo de talador y soldadura

CUADRO N° 2		
MAMTTA	MANUAL DE PERFILES DE PUESTO	CODIGO:
		Emisión 10/01/20
RECURSOS HUMANOS	OPERARIO DE MONTAJE	Edición: 1
		Página :1

1. Información general del puesto :

Nombre del puesto : Operador de taladro y soldadura
Departamento : Producción
Jornada y Horario : Lunes a Viernes de 8:00 am a 12:00 pm
y 13:00 pm a 18 :00 pm
Jefe Inmediato : Operario torneó
Supervisa directamente a : Ninguno
Coordina con: Operario tornero

2. Requisitos :

Nivel Académico : Técnico en mantenimiento
Experiencia : 2 año

Conocimientos : Electricidad basica , Maquinaria basica.
Habilidades : Motrocidad para realizar trabajos pesados

Requerimiento de capacitación

Requerimientos de capacitación		
PUESTO: Operario de fabricación		Fabricación
NIVEL ACADÉMICO : Secundaria técnica		
EXPERIENCIA LABORAL INTERNA : 2 años		Dic-20
Área de conocimiento que requieren reforzamiento	Temario propuesto	Operarios que se capacitarán
Buenas prácticas de manufactura	1. BPM 2. Materiales de fabricación 3. Trabajo en equipo	3
Trabajo en Equipo	4. Coordinación para reducir plazos de entrega 3. Regulación de máquina en función al material	3
Materiales	4. Estandarización en la fabricación	3

Gerencia			Fabricación				Fecha de reunión
MAMTTA							30/10/2020
Nº	Temario	Objetivo	PUESTO	Institución	Fecha	Hora	Costo
1	Uso del torno, taladro y soldadura	Mejorar la productividad de las máquinas y el uso de los materiales.	Operarios de fabricación	Instituto de educación tecnológica nor oriental de la selva	5/06/2021	08:00 a 12:00 horas	S/. 1,500.00
2	BPM	Optimizar el uso de los materiales.	Operarios de fabricación	Instituto de educación tecnológica nor oriental de la selva	3/07/2021	08:00 a 12:00 horas	
3	Materiales	Descripción de materiales plásticos y metálicos, resinas similares a plásticos técnicos, termoplásticos e incluso diferentes metales y su combinación, según el requerimiento del producto final	Operarios de fabricación	Instituto de educación tecnológica nor oriental de la selva	7/07/2021	08:00 a 12:00 horas	

Temario, costo y cronograma

Tabla 202.

Temario, costo y cronograma de capacitación

Gerencia MAMTTA			Fabricación				Fecha de reunión
N°	Temario	Objetivo	Puesto	Institución	Fecha	Hora	Costo
1	Uso del torno, taladro y soldadura	Mejorar la productividad de las máquinas y el uso de los materiales.	Operarios de fabricación	Instituto de educación tecnológica nor oriental de la selva	5/06/2021	08:00 a 12:00 horas	S/. 1,500.00
2	BPM	Optimizar el uso de los materiales.	Operarios de fabricación	Instituto de educación tecnológica nor oriental de la selva	3/07/2021	08:00 a 12:00 horas	
3	Materiales	Descripción de materiales plásticos y metálicos , resinas similares a plásticos técnicos, termoplásticos e incluso diferentes metales y su combinación, según el requerimiento del producto final	Operarios de fabricación	Instituto de educación tecnológica nor oriental de la selva	7/08/2021	08:00 a 12:00 horas	
4	Mantenimiento autónomo	1. Incrementar el conocimiento de la máquina 2. Aumentar la Disponibilidad 3. Reducir costos de mantenimiento 4. Reducir accidentes	Operarios de fabricación	Instituto de educación tecnológica nor oriental de la selva	8/09/2021	08:00 a 12:00 horas	

Nota: Elaboración propia

Tabla 213.

Cronograma de capacitación

Año 2021

Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic

Uso de máquinas herramientas							X						
Trabajo en equipo								X					
Materiales									X				
Mantenimiento autónomo										X			

Nota: Elaboración propia

Propuesta de mejora de la causa raíz 3: Falta de capacitación

En esta sección de la tesis, se tratará el tema relativo al requerimiento de capacitación para los supervisores, para reducir o eliminar los sobrecostos, por reprocesos, producto de deficiencias en la supervisión.

Tabla 224.
Curso de supervisión mecánica

ÁREA SOLICITANTE							
Gerencia			Curso para supervisor : supervisión y control de procesos de fabricación mecánica				Fecha de reunión
MAMTTA							30/10/2020
N°	Temario	Objetivo	Puesto	Institución	Fecha	Hora	Costo
	Funciones del supervisor	• Identificar las funciones de supervisión, que realizará el tornero como responsable del taller, para garantizar la ejecución de los planes de mantenimiento de acuerdo al cronograma	Operario deTomo	Euroinova Formación	Curso a distancia avanzaentucarrera.com		120 horas S/500
	Estandarización	• Supervisión del avance de la fabricación, de acuerdo a las especificaciones técnicas del cliente o del prototipo.					
	Control	• Qué elementos deben formar parte de la especificación • Control de uso de materiales, de acuerdo a las especificaciones.					
	Seguridad ocupacional	• Aplicar normas de seguridad y de medio ambiente industrial para prevenir accidentes y contaminación.					
	Metrología	• Efectuar en productos o procesos metalmeccánicos mediciones cumpliendo parámetros de efectividad operativa.					
	Verificación	• Verificar el cumplimiento de los requisitos de calidad establecidos para la fabricación y reparación de productos metálicos soldados.					

Fuente. Elaboración propia

Propuesta de mejora de la causa raíz 4: *Layout* deficiente

Los operarios realizan largas caminatas, porque las máquinas con las que trabajan, están mal ubicadas.

Aplicando el método de *Muther*, se las distribuirá en función de su interacción. Es decir, las máquinas o secciones que tiene mayor interacción entre ellas, deberían encontrarse cercanas.

En primer lugar, se contabiliza el número de veces que, en el turno, los operarios se desplazan entre las máquinas o secciones del taller.

Tabla 235.
Recorrido entre máquinas realizado por operarios

De:	A:	Distancia (M)	Frecuencia	Recorrido (M)
Almacén	Cortadora	2.0	5	10
Almacén	Torno	5.0	5	25
Almacén	Armar&probar	8	10	80
Cortadora	Taladro	6.0	5	30
Taladro	Armar&probar	8.0	10	80
Torno	Armar&probar	2.0	10	20
Armar&probar	Exhibición	3.0	2	6
Total				251

Nota: elaboración propia

Las interacciones entre máquinas y/o secciones, se marcan en la siguiente matriz triangular.



Figura 27. Matriz triangular de Muther

Nota: elaboración propia

Seguidamente, empleando el diagrama de panal de abeja de Muther, se procede a ubicar las máquinas o secciones, de forma que las que tienen mayor interacción, queden juntas. Se debe priorizar la cercanía de las interacciones de mayor puntaje.

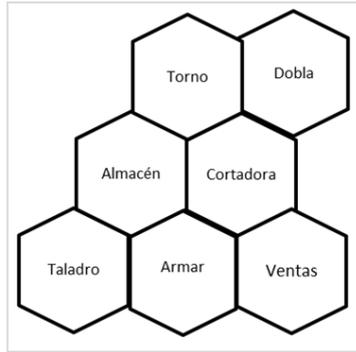


Figura 28. Diagrama de panel de abeja del layout propuesto

A continuación, se elabora el nuevo layout, basado en la distribución sugerida por la matriz de panel de abeja anterior.

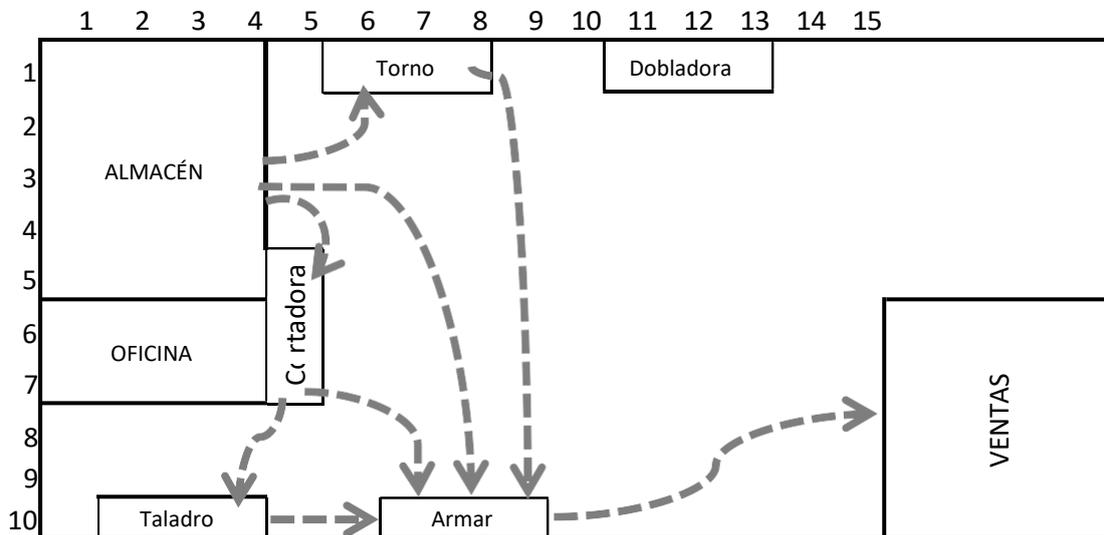


Figura 29. Layout propuesto

Nota : elaboración propia

Los desplazamientos y tiempo estimado en ello, son los siguientes

Tabla 246.
Desplazamientos nuevo layout

De:	A:	Distancia (M)	Frecuencia	Recorrido (M)
Almacén	Cortadora	2.0	5	10
Almacén	Torno	5.0	5	25
Almacén	Armar	5	10	50
Cortadora	Taladro	2.0	5	10
Taladro	Armar	2.0	10	20
Torno	Armar	8.0	10	80
Armar	Ventas	6.0	2	12
Total				207
Operarios	3.000			621
Km/hora	1.000			
HH desplazamiento				0.62
Lucro cesante/máquina			S/	58.75
Máquina producidas/año	-			40
Sobrecosto actual			S/	1,459.47

Nota : elaboración propia

En la figura anterior, se observa que los tres operarios en conjunto, realizarán con este nuevo *layout*, un recorrido de 621 metros, en la fabricación de cada máquina.

Estimando que los operarios caminan a una velocidad de 01 kilómetro por hora, el tiempo total de desplazamientos, para fabricar cada máquina, será 0.62 horas-hombre.

El lucro cesante, por cada hora perdida, se calcula de la siguiente manera.

Ganancia por venta de 1 máquina	S/	898.77 /máquina
Horas empleadas en construcción		15.30 Horas/maq
Lucro cesante por hora	S/	58.75 /Hora

De acuerdo a ello, el costo propuesto de los desplazamientos, con el nuevo *layout*, para las 40 peladoras de pollo, sería S/1,458. El costo actual es S/1,770

La pérdida de tiempo es menor y se consigue mayor comodidad para moverse dentro de la planta, evitándose los cruces, que incomodan y pueden causar accidentes.

Propuesta de mejora de la causa raíz 5: Voltaje deficiente

La calidad de corriente eléctrica que recibe la empresa, es fluctuante, dificultando la calidad del maquinado y causando paradas.

Se recomienda comprar un estabilizador de voltaje, que permita que las máquinas operen con normalidad.

La potencia de los equipos de producción, es la siguiente

Tabla 257.

Potencia requerida por la planta

	KW	KVA
Torno	3.70	2.96
Taladro	0.75	0.60
Soldadora	10.00	8.00
Total potencia		11.56

Nota: elaboración propia

Se propone adquirir un estabilizador de voltaje de 12 KVA, que tiene capacidad suficiente para cubrir el requerimiento de la planta, más aún, sabiéndose que no es usual que todas las máquinas trabajen en simultaneo.

Propuesta de mejora de la causa raíz 5: corte no optimizado

Para cortar las piezas de la carcasa de las peladoras, se disponen previamente los patrones en cartulina, sobre la plancha metálica y se procede a trazarlos, para luego cortarlos. Esta operación es empírica y genera desperdicios.

La propuesta de mejora es usar el software corteperfecto.com. Este software está disponible en la web. Ofrece pruebas gartuítas, pero para un uso continuo, se requiere un pago anual de S/315.

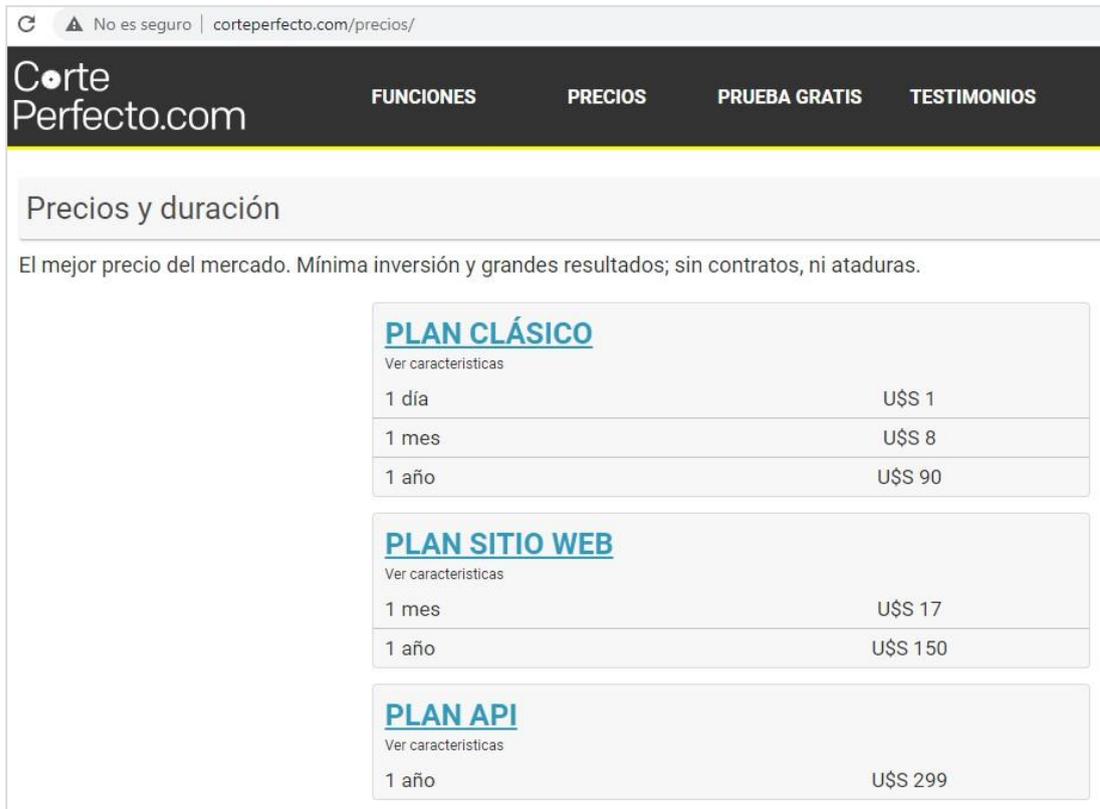
Corteperfecto es una aplicación del tipo 2.0 que está basada en la *web*. Para su utilización no se requiere ningún tipo de instalación, ni conocimiento sobre ordenadores. A partir del momento que activa su cuenta ya puede a generar sus planos optimizados.

Se requiere que se ingrese las dimensiones de la plancha y la de las diferentes partes y el software los distribuye de manera óptima, reduciendo las mermas.

Además, puede enviar planos optimizados de un ordenador a otro con un click y tener múltiples terminales de optimización conectadas entre sí.

Cada ventana de la aplicación que se tenga abierta está sincronizada con el resto de las ventanas. No necesita actualizar la página para ver los cambios, aunque si quiere también puede hacerlo.

A medida que se ingresa los cortes que se quiere realizar la aplicación se encarga de guardar automáticamente dichos cortes para que la próxima vez que se necesite estén ahí sin importar si está usando otro dispositivo o el mismo.



The screenshot shows the 'Precios' (Prices) page of Corte Perfecto. The page title is 'Precios y duración'. Below the title, it states 'El mejor precio del mercado. Mínima inversión y grandes resultados; sin contratos, ni ataduras.' There are three pricing plans listed:

Plan	Duration	Price (U\$S)
PLAN CLÁSICO Ver características	1 día	U\$S 1
	1 mes	U\$S 8
	1 año	U\$S 90
PLAN SITIO WEB Ver características	1 mes	U\$S 17
	1 año	U\$S 150
PLAN API Ver características	1 año	U\$S 299

Figura 30. Precios del software corteperfecto.com

Fuente: corteperfecto.com

Seguidamente se muestra el ingreso de la información y el resultado optimizado, de la distribución de los patrones sobre la plancha metálica.

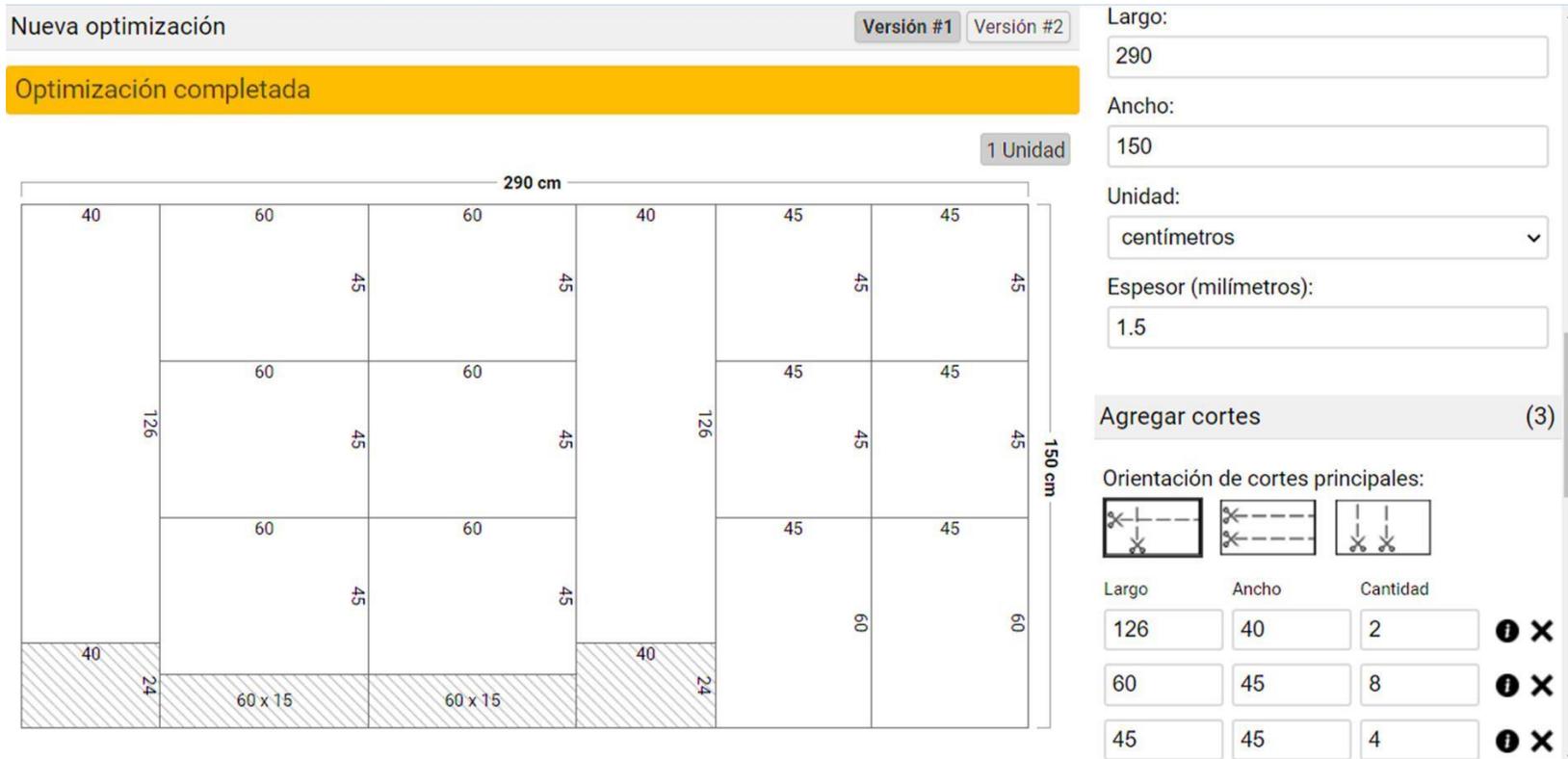


Figura 31. Nueva distribución de piezas sobre la plancha con Corteperfecto

Fuente: corteperfecto.com

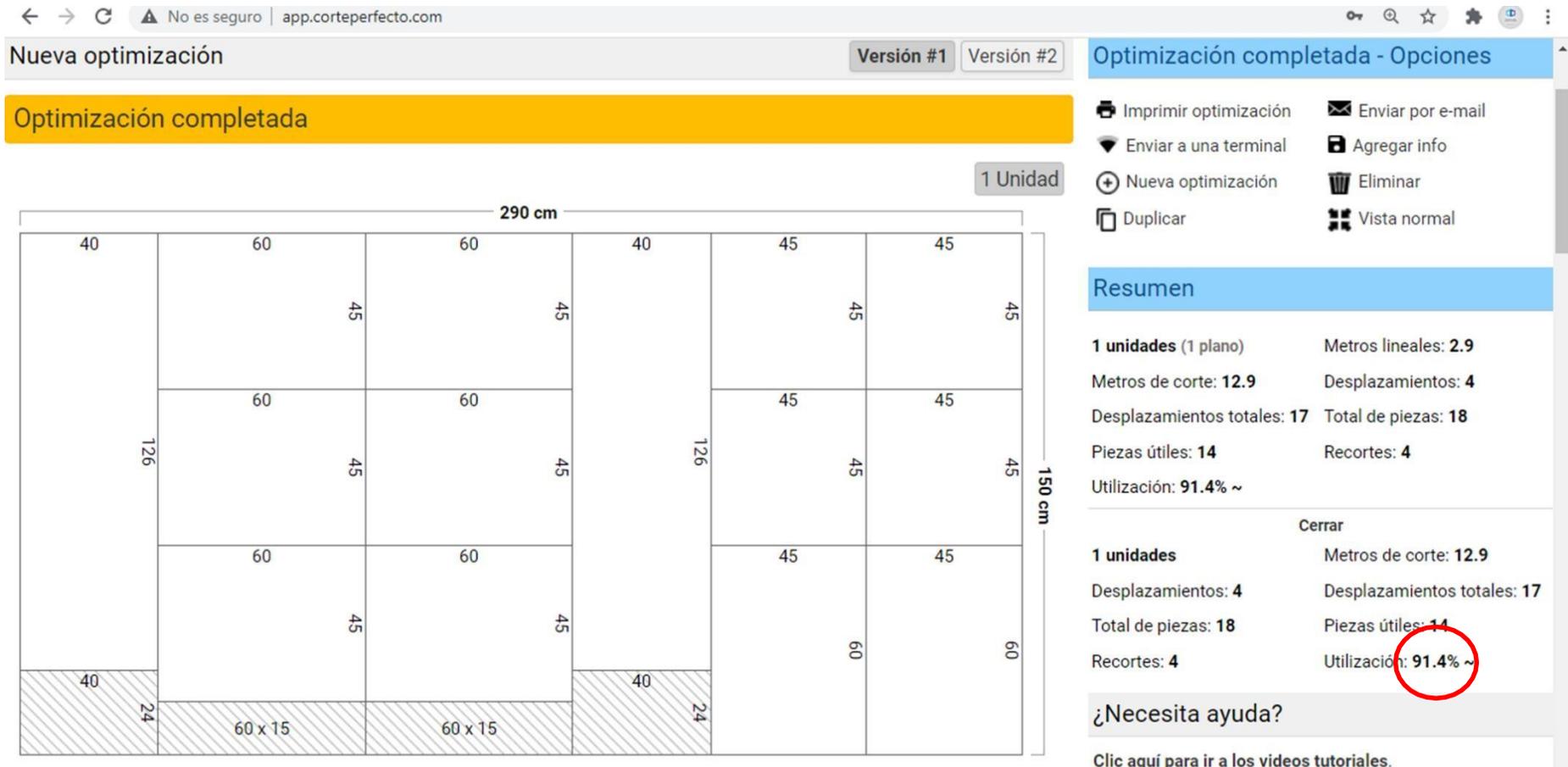


Figura 32. Resultados de Cortepperfecto

Fuente: cortepperfecto.com

Con este software, se determinó que el largo óptimo de la plancha, es 290 cm.

Actualmente usan planchas de 300 cm. La reducción en el largo no significa problema, pues este material se ofrece en rollos de 150 cm de ancho. El largo depende de la necesidad del cliente.

Con estas dimensiones de la plancha, saldrán 14 piezas útiles, componentes de la carcasa de la máquina peladora.

El aprovechamiento, que está remarcado con un círculo rojo, en la figura anterior, es de 91.4%. Empíricamente, el aprovechamiento que vienen obteniendo es 82.4%.

Evaluación Económica y Financiera

Inversión propuesta



AVR Automatic Ortea Voltage Stabilizer

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

\$200.00 - \$250.00 / Set | 1 Set/Sets (Min. Order)

Quantity(Sets)	1 - 10	11 - 11	>11
Est. Time(days)	3	7	To be negotiated

Trade Assurance protects your Alibaba.com orders

Alibaba.com Freight | Compare Rates | Learn more

Payments: Online Transfer

Alibaba.com Logistics - Inspection Solutions

View larger image

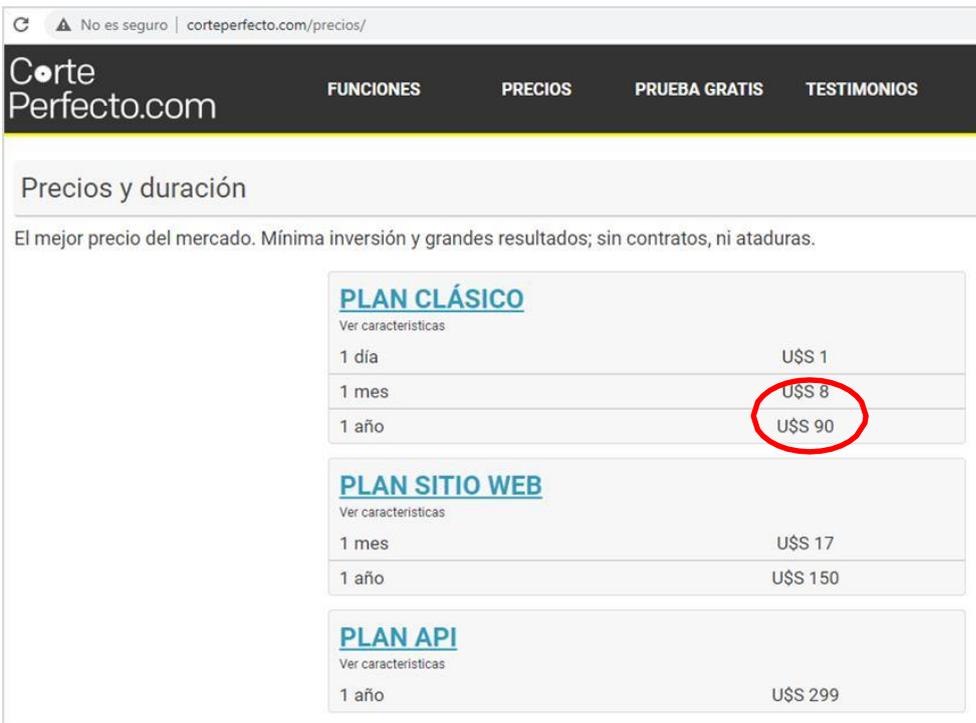
Figura 33. Estabilizador de voltaje

Fuente : alibaba.com

Tabla 268.
Cotización de estabilizador de voltaje

	Cantidad	Dolares	Total \$	Soles
Estabilizador	1	250	250	825
Flete			20	66
Seguro	3%			25
Base imponible				916
Ad valorem	4%			37
Agente aduana	2%			14
Impuestos				
IGV	18%			165
Total				1,131
Flete local				50
Total				1,181
Montaje local				-
Total				1,181

Fuente. Elaboración propia



El mejor precio del mercado. Mínima inversión y grandes resultados; sin contratos, ni ataduras.

Plan	Características	Precio
PLAN CLÁSICO	1 día	U\$S 1
	1 mes	U\$S 8
	1 año	U\$S 90
PLAN SITIO WEB	1 mes	U\$S 17
	1 año	U\$S 150
PLAN API	1 año	U\$S 299

Figura 34. Cotización de corteperfectocom

Fuente. Corteperfecto.com

Se recomienda comprar el plan clásico, para un año. Su costo en moneda nacional es S/315.

Flujo de caja proyectado

Tabla 279.

Flujo de caja proyectado

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	
Inversiones															
Estabilizador de voltaje	-	1,181												-	1,181
Renta anual software <i>corteperfecto</i>	-	315												-	315
Ingresos															
Mejora con mantto. Preventivo		75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75		903
Mejora con capacitación operarios		209	209	209	209	209	209	209	209	209	209	209	209		2,513
Mejora en la calidad de corriente eléctrica		107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107		1,282
Mejora en la supervisión de sobrecostos		140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140		1,684
Mejor layout		26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26		310
Mejora en corte. Reducción desperdicios de plancha		57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57		684
Total ingresos		615	615	615	615	615	615	615	615	615	615	615	615		7,376
Total ingresos actualizados		612	608	605	602	599	596	593	590	587	584	581	578		13,849
Egresos															
Capacitación en operación de máquinas herramientas		- 500		- 500											- 2,500
Capacitacion en supervisión efectiva		-	- 1,000												- 500
Total egresos		- 500	- 1,250	- 500	-		3,000								
Total egresos actualizados		- 497	- 1,237	- 492	-		2,227								
Flujo bruto		- 635	- 635	115	615	615	615	615	615	615	615	615	615		4,376
(Impuesto a la renta)		-	-	- 30	- 160	- 160	- 160	- 160	- 160	- 160	- 160	- 160	- 160		1,468
Flujo neto		- 635	- 635	85	455		2,908								
Flujo neto actualizado		- 1,496	- 632	- 629	84	446	443	441	439	436	434	432	430		2,751
TMAR		6.20% anual 0.52% mensual													
VAN		S/.1,255													
TIR		72.55%													
B/C		4.06													
Retorno		0.54													
		7 meses													

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Tabla 28
Estado de resultados

ESTADO DE RESULTADOS MÁQUINAS PELADORAS DE POLLOS				
		Actual		Mejorado
Precio de venta peladora de pollos	S/	180,000	S/	180,000
Beneficio por usar mantenimiento preventivo	S/	-	S/	6,670
Beneficio por capacitación			S/	2,729
Beneficio del uso de estabilizador de voltaje			S/	1,390
Costo de ventas de peladoras	-S/	146,704	-S/	143,265
Utilidad bruta	S/	33,296	S/	46,134
Depreciación	S/	-	S/	-
Utilidad operativa	S/	33,296	S/	46,134
Gastos financieros	S/	-	-S/	950
Utilidad antes de participación e impuestos	S/	33,296	S/	45,183
Impuesto a la renta	S/	8,657	-S/	11,748
Utilidad neta	S/	24,639	S/	33,436
Reserva (10%)	S/	-	S/	-
Resultado del ejercicio	S/	24,639	S/	33,436
Rentabilidad sobre ventas		13.69%		18.58%
		35.70%		

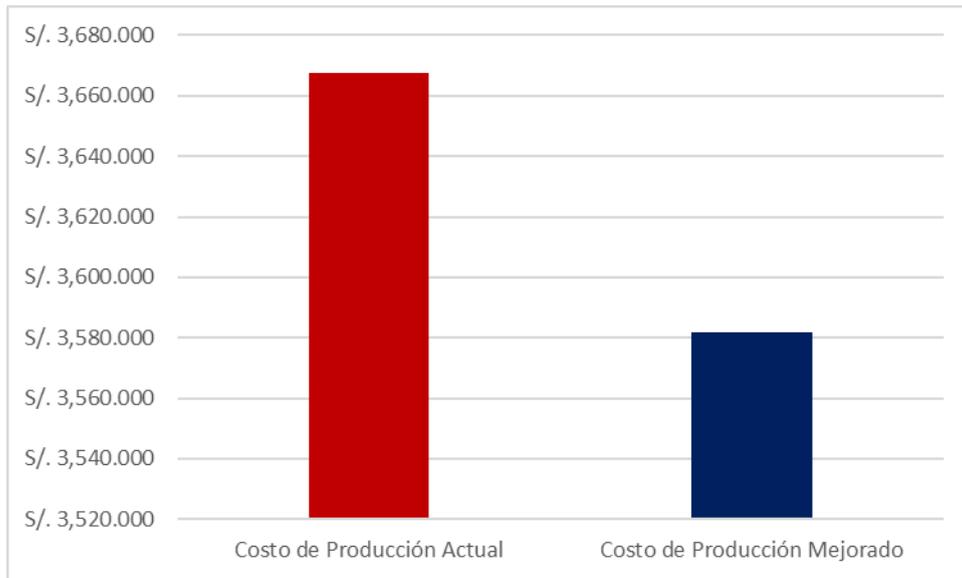


Figura 35. Reducción de Costos de Producción

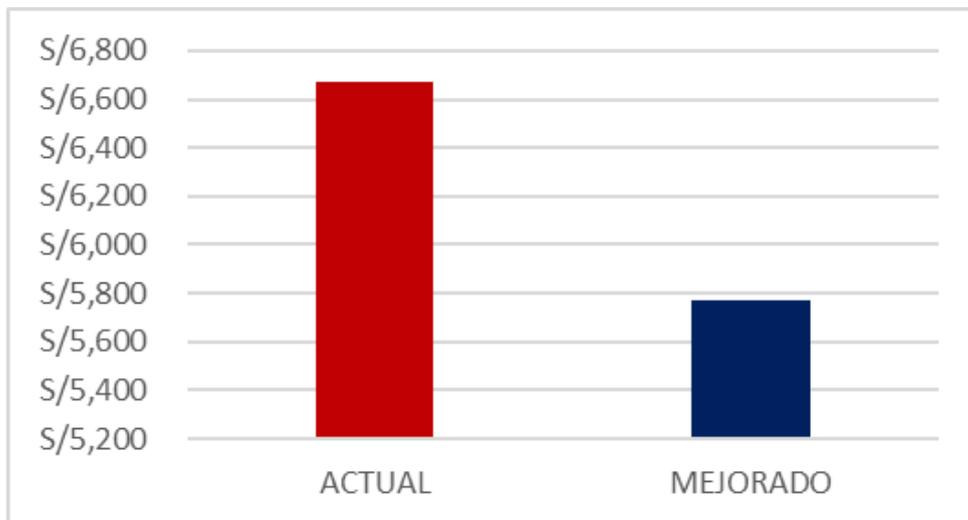


Figura 36. Pérdida por CR1. Falta mantenimiento preventivo

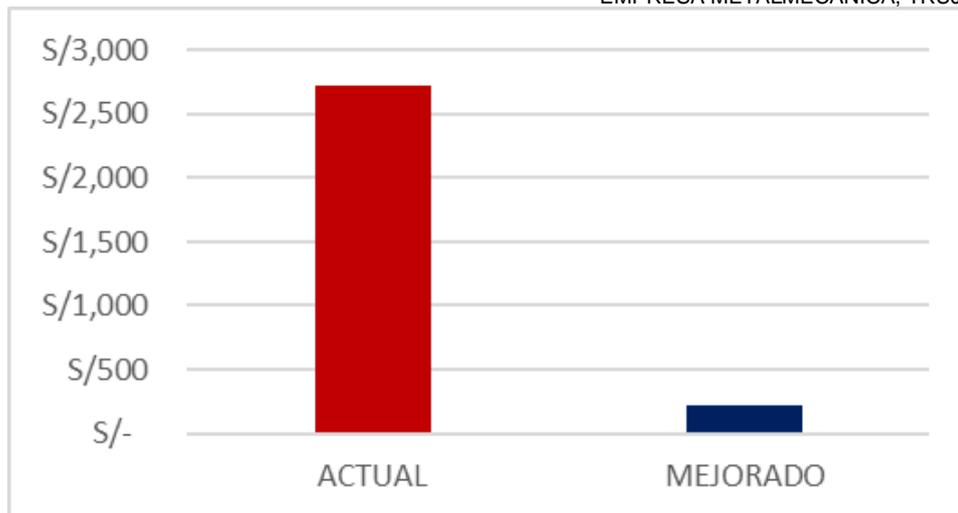


Figura 37. Pérdida por CR2. Falta capacitación

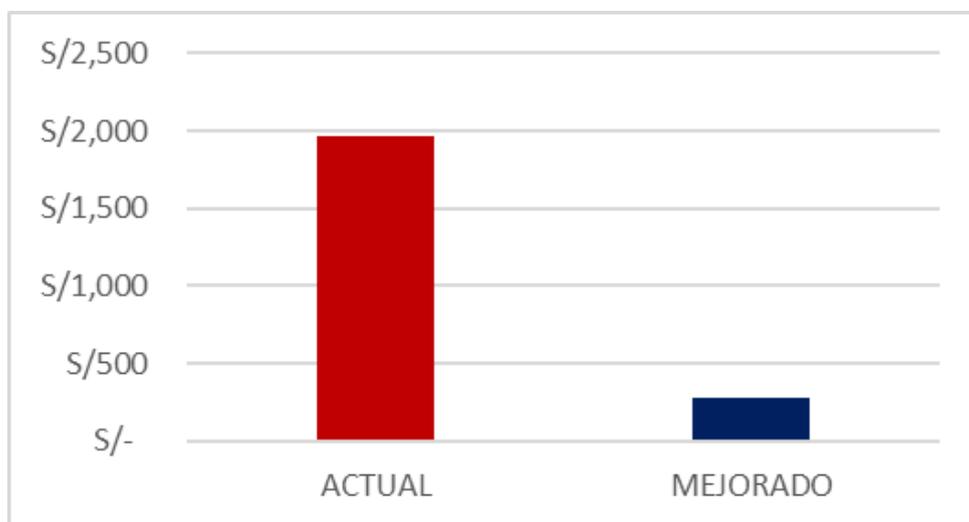


Figura 38. Pérdida por CR3. Voltaje deficiente

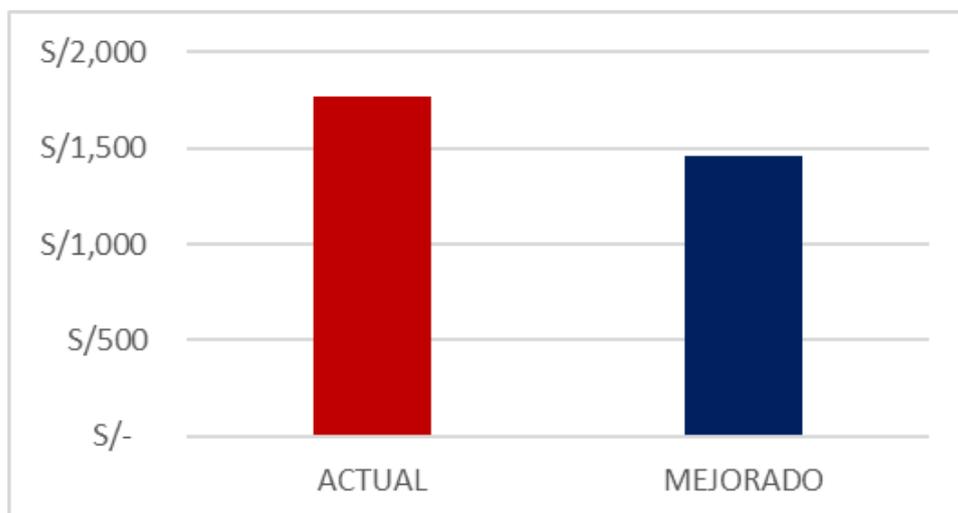


Figura 39. Pérdida por CR4. Deficiente supervisión

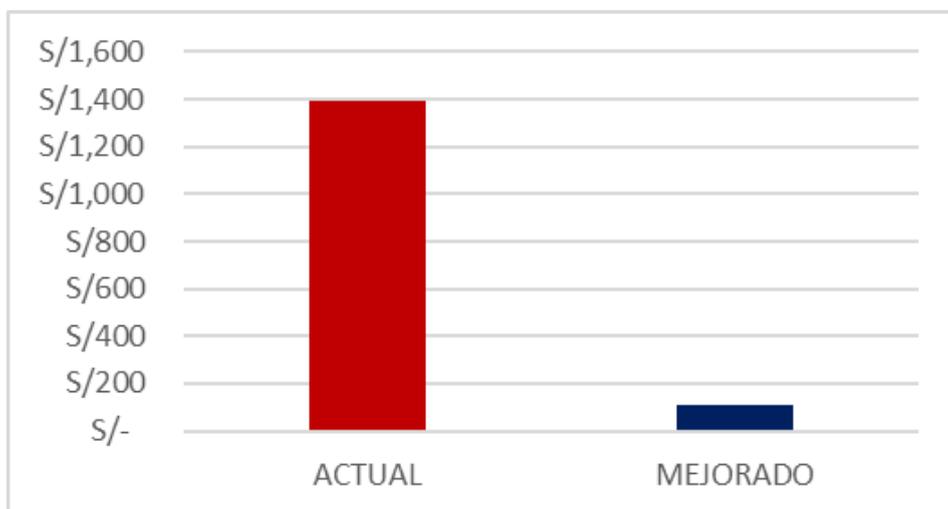


Figura 40. Pérdida por CR5. Layout deficiente

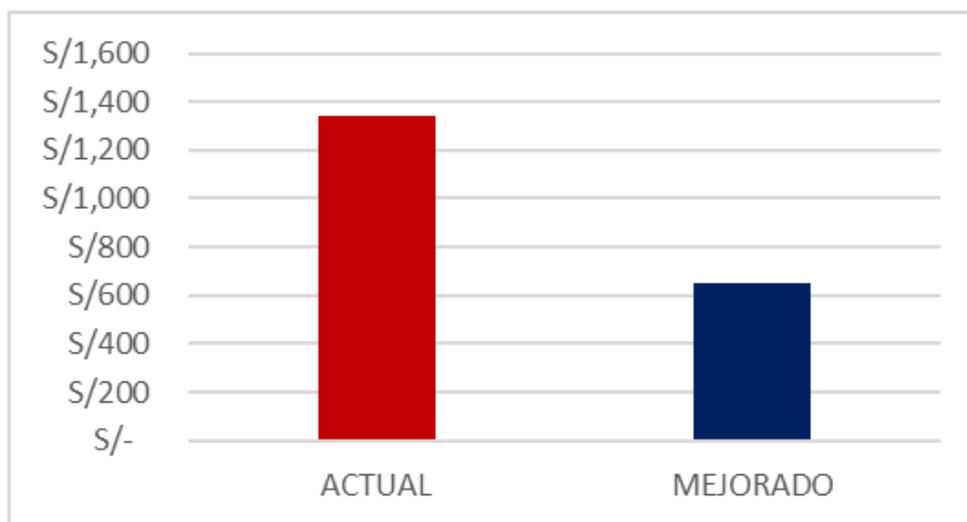


Figura 41. Pérdida por CR6. Corte no optimizado

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Al igual que Chávez, E., Solís, E., Ticona, E. y Valdivia, J., que proponen una mejora en la distribución de planta para mejorar los procesos, reduciendo tiempos, mejorando la productividad; en la empresa motivo de esta tesis, se propuso un nuevo layout, que reduzca los desplazamientos improductivos.

También se coincide con dicho estudio, que comenta que la empresa anteriormente corregía una vez sucedidos las fallas de los equipos e instalaciones y que la propuesta de mejora planteada de aplicar mantenimiento preventivo generó ahorros de tiempo operativo, reduciendo tiempos de parada.

Al igual que Céspedes, P. (2016), quien empleó el método de Muther, para mejorar la distribución de los equipos, en la presente tesis se empleó dicha técnica, con la que se consiguió reducir el recorrido entre máquinas. Este método de Muther, que prioriza la cercanía entre áreas o máquinas, que tienen mayor interacción. El tiempo ahorrado en desplazamiento, se asume, podría ser empleado en actividades productivas y lucrativas.

Dicho autor, además priorizó las máquinas con Pareto. En esta tesis, se consideró que no era relevante, por el poco número de equipos que intervienen en el proceso y se decidió por proyectar mejoras en el taladro y torno, por ser las máquinas de mayor utilización en el proceso de fabricar máquinas peladora de pollos.

Al respecto de las necesidades de capacitación en la empresa, Huamán, W. (2016), sostiene que la ventaja comparativa de que dispone la actividad la constituyen las materias primas, sin embargo, para transformar y darle un valor agregado se necesita de mano de obra calificada que en sí ya representa una ventaja comparativa

Los reprocesos, representan sobre costos por uso adicional de materiales y de mano de obra. además, es una causa importante de la pérdida de prestigio.

En línea con este razonamiento, Becerra, W. y Vilca, E. (2016), comenta en su investigación, que, enfocándose en la eliminación de actividades no productivas, como los reprocesos, se consiguió incrementar significativamente la productividad de la empresa.

Se puede concluir que, para mejorar la productividad de la referida fábrica, se requiere hacer énfasis en el mantenimiento preventivo de las máquinas. Con ello se garantizará tener los equipos disponibles en el momento programado. Esto facilitará el cumplimiento de los compromisos de entrega de los productos solicitados

Además, será pertinente, contar con un layout, donde se minimicen los largos desplazamientos innecesarios, donde los recorridos entre máquinas, no ocasionen cruzamientos de los operarios, que pudieran significar situaciones de riesgo, toda vez que suelen caminar con materiales, que podrían ocasionar algún tipo de lesión o heridas si impactasen con alguien.

4.2. Conclusiones

- Se determinó que la propuesta de mejora en la gestión de producción y mantenimiento disminuye los costos de producción de la empresa metalmecánica en la ciudad de Trujillo.
- Se diagnosticaron problemas en la gestión actual de producción y logística que afectan negativamente los costos de producción de la empresa metalmecánica en la ciudad de Trujillo. Estas son: Pérdida por falta de mantenimiento preventivo, por falta de capacitación, por voltaje deficiente, por deficiente supervisión, por layout deficiente y por corte no optimizado.

- Se emplearon métodos y herramientas de la ingeniería industrial para disminuir los costos de producción de la empresa metalmecánica de la ciudad de Trujillo, como estudio de tiempos, CPM, árbol de problemas, árbol de decisiones, AMFE, plan de mantenimiento, capacitación, compra de estabilizador, layout con método de muther y app para optimizar el corte, obteniendo un beneficio total de S/7,375.19 al aplicar la propuesta de mejora.
- La propuesta de mejora en la gestión de producción y mantenimiento en la empresa metalmecánica es viable económicamente. Esto se demuestra con un VAN de S/1,255. Además, la Tasa Interna de Retorno es 72.55% y el Beneficio/Costo de 4.06, que indica que, por cada sol invertido en la propuesta de mejora, se obtendrá una ganancia de S/3.06. El retorno de la inversión será en 7 meses.

REFERENCIAS

- Becerra, W. y Vilca, E. (2016). *Propuesta de desarrollo de Lean Manufacturing en la reducción de costos por reprocesos en el área de pintado de la empresa factoría Bruce S.A.* (Tesis de Grado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/6243>
- Céspedes, P. (2016). *Propuesta de redistribución de planta y su efecto en la productividad, en el taller de mastranza turbinas de la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A.* (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. Recuperado de <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/8420/C%C3%A9spedes%20Baca%2C%20Pablo%20Antonio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chávez, E., Solís, E., Ticona, E. y Valdivia, J. (2017). *Diagnóstico operativo empresarial planta de producción de AiD Ingenieros S.A.C.* (Tesis de Maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. Recuperado de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/11756/CHAVEZ_TICONA_DIAGNOSTICO_AID.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- D'Alessio, F. (2004). *Administración y dirección de la producción: enfoque estratégico y de calidad.* Lima: Pearson Educación México.
- García, R. (2005). *Estudio del Trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo.* México: McGraw-Hill.
- Gómez, M. (2019). *Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo en el taller de metalmecánica de la empresa ensamblajes S.A.* (Tesis de Grado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/41226/1/TRABAJO%20DE%20TITUL>

ACI% C3% 93N% 20DE% 20MICHEL% 20ANGELO% 20G% C3% 93MEZ% 20PAZ

MI% C3% 91O.pdf

Huamán, W. (2016). *Ingeniería en la capacitación de operarios para la industrial de la confección textil* (Tesis de Grado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Recuperado de https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/ingenie/huaman_ow/contenido.html

Muther, R. (1981). *Distribución de Planta*. España: Editorial Hispano Europea S.A

Palacios, E. (2016). *Mejora de la Productividad de la Planta de Producción de la Empresa MB Mayflower Buffalos S.A. mediante la Implementación de un Sistema de Producción Esbelta* (Tesis de Grado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/15183>

Rojas, C. (1996). *Diseño y Control de Producción I*. Trujillo, Perú: Libertad E.I.R.L.

Tejada, N.; Gisbert, V., & Pérez, A. (2017). Metodología de estudio de tiempo y movimiento; introducción al GSD. *3C Empresa, investigación y pensamiento crítico*, Edición Especial, 39-49. DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/3comp.2017.especial.39-49>

Vélez, J. C., Montoya, E. C., & Oliveros, C. E. (1999). *Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de la cosecha manual del café*.

ANEXOS

Anexo 1. Costo actual y mejorado de peladora de pollo

COSTO ACTUAL CON SOBRECOSTOS DISCRIMINADOS

Rendimiento		1.00 peladora de pollos			
COSTOS DIRECTOS					
	Und	Cantidad	Costo unit (Soles)	Costo/máq (Soles)	
MATERIALES					
Ángulo galvanizado de 4 mm X 38 X 38	Unidad	2	S/.	68.00	136.000
Pernos inoxidables de 5/16 * 1"	Unidad	4	S/.	2.00	8.000
Pernos inoxidables de 3/8 * 1 1/2"	Unidad	5	S/.	3.00	15.000
Pernos inoxidables de 1/4 * 1"	Unidad	12	S/.	1.00	12.000
Remaches de 4 mm * 12 mm	Ciento	1	S/.	6.00	6.000
Soldadura E-6011	Kg	1	S/.	14.00	14.000
Plancha de acero inox 304 DE 1.5 mm	M ²	2.414	S/.	95.56	230.655
Motor eléctrico de 1.5 HP	Unidad	1	S/.	450.00	450.000
Dedos peladores	Unidad	80	S/.	4.00	320.000
Chumaceras de pared	Unidad	2	S/.	25.00	50.000
Eje de acero 35 X 500 mm	Unidad	1	S/.	30.00	30.000
Poleas de aluminio 16"	Unidad	1	S/.	120.00	120.000
Poleas de aluminio 2.5"	Unidad	1	S/.	20.00	20.000
Faja de transmisión A60	Unidad	1	S/.	25.00	25.000
Base de plato giratorio 8" * 2.5 mm	Unidad	1	S/.	20.00	20.000
SopORTE de chumaceras	M	2	S/.	15.00	30.000
Cable eléctrico vulcanizado N°12	M	3	S/.	5.00	15.000
Gas argón para soldar	M ³	2	S/.	50.00	100.000
Plato giratorio de acero inox	Unidad	1	S/.	100.00	100.000
Total costo de materiales					1,701.655
MANO DE OBRA DIRECTA					
Jefe de taller	HH	3.000		7.000	21.000
Operarios (2)	HH	30.594		5.000	152.970
Total costo de mano de obra directa					173.970
ENERGÍA					
Total costo de electricidad	KwH	30.000	0.400		12.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS					1,887.625
COSTOS INDIRECTOS (40%)					
		3.33	Maq/mes	Costo/máquin	
H-H indirecta				S/.	1,096.500
Essalud (El 9% de total planilla)				S/.	138.159
Vacaciones (1/12 de planilla total)				S/.	127.925
Gratificaciones (2)				S/.	255.850
Depreciación (S/25,000 en 5 años)				S/.	53.750
Mantenimiento mensual del local				S/.	43.000
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					S/ 1,715.184
SOBRECOSTOS					
Materiales para reprocesos	%	2%	1,702		34.033
Mano de obra directa en reproceso	HH	3.000	5.000		15.000
TOTAL SOBRECOSTOS					64.783
TIEMPO PERDIDO DESPLAZAMIENTOS					15.750
	HH	0.750	5.000		
COSTO DE PRODUCCIÓN DE 1 PELADORA DE POLLOS					S/ 3,667.592
Margen			22.696%		S/ 832.411
Valor venta					S/ 4,500.00
IGV			18%		S/ 810.00
PRECIO DE VENTA DE UNA PELADORA DE POLLOS					S/ 5,310

COSTO MEJORADO CON SOBRECOSTOS REDUCIDOS

Rendimiento		1.00 Desplumadora			
COSTOS DIRECTOS					
	Und	Cantidad	Costo unit (Soles)	Costo/máq (Soles)	
MATERIALES					
Ángulo galvanizado de 4 mm X 38 X 38	Unidad	2	S/. 68.00		136.000
Pernos inoidables de 5/16 * 1"	Unidad	4	S/. 2.00		8.000
Pernos inoxidables de 3/8 * 1 1/2"	Unidad	5	S/. 3.00		15.000
Pernos inoxidabled de 1/4 * 1"	Unidad	12	S/. 1.00		12.000
Remaches de 4 mm * 12 mm	Ciento	1	S/. 6.00		6.000
Soldadura E-6011	Kg	1	S/. 14.00		14.000
Plancha de acero inox 304 DE 1.5 mm	M ²	2.18	S/. 95.56		207.943
Motor eléctrico de 1.5 HP	Unidad	1	S/. 450.00		450.000
Dedos peladores	Unidad	80	S/. 4.00		320.000
Chumaceras de pared	Unidad	2	S/. 25.00		50.000
Eje de acero 35 X 500 mm	Unidad	1	S/. 30.00		30.000
Poleas de aluminio 16"	Unidad	1	S/. 120.00		120.000
Poleas de aluminio 2.5"	Unidad	1	S/. 20.00		20.000
Faja de trasmision A60	Unidad	1	S/. 25.00		25.000
Base de plato giratorio 8" * 2.5 mm	Unidad	1	S/. 20.00		20.000
Soporte de chumaceras	M	2	S/. 15.00		30.000
Cable eléctrico vulcanizado N°12	M	3	S/. 5.00		15.000
Gas argón para soldar	M ³	2	S/. 50.00		100.000
Plato giratorio de acero inox	Unidad	1	S/. 100.00		100.000
Costo materiales					1,678.943
MANO DE OBRA DIRECTA					
Jefe de taller	HH	3.000	7.000		21.000
Operarios (2)	HH	30.278	5.000		151.390
TOTAL MANO DE OBRA					172.390
ENERGÍA					
Energía eléctrica (6 Kw x 5 hrs)	KwH	30.000	0.400		12.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS					1,863.334
COSTOS INDIRECTOS (40%)					
			3.33 Maq/mes	Costo/máquina	
H-H indirecta				S/. 1,096.500	
Essalud (El 9% de total planilla)				S/. 138.159	
Vacaciones (1/12 de planilla total)				S/. 127.925	
Gratificaciones (2)				S/. 255.850	
Depreciacion (S/25,000 en 5 años)				53.75	
Mantenimiento mensual del local				S/. 43.000	
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					S/. 1,715.184
SOBRECOSTO					
TIEMPO PERDIDO DESPLAZAMIENTOS	HH	0.62	5	S/. 3.105	
COSTO DE PRODUCCIÓN DE 1 PELADORA DE POLLOS					
Margen			25.641%	S/. 918.378	
Valor venta				S/4,500.00	
IGV			18%	S/.810.00	
Precio de 1 lámina de 100 x 120 cm					S/. 5,310

Costos de planilla

Planilla mano de obra indirecta	Cantidad	Remuneración	Costo mes
Gerenciales	1 S/.	6,500 S/.	6,500
Asistente	1 S/.	2,000 S/.	2,000
Total mano de obra indirecta		S/.	8,500
Planilla de mano de obrera directa			
Jefe de taller	1 S/.	1,400 S/.	1,400
Operarios	2 S/.	1,000 S/.	2,000
Total mano de obra directa	3	S/.	3,400
Total planilla mensual		S/.	11,900
	Peladoras	Molinos	Tostadoras
Participación en ventas	43%	40%	17%

Anexo 2. Máquina peladora de aves



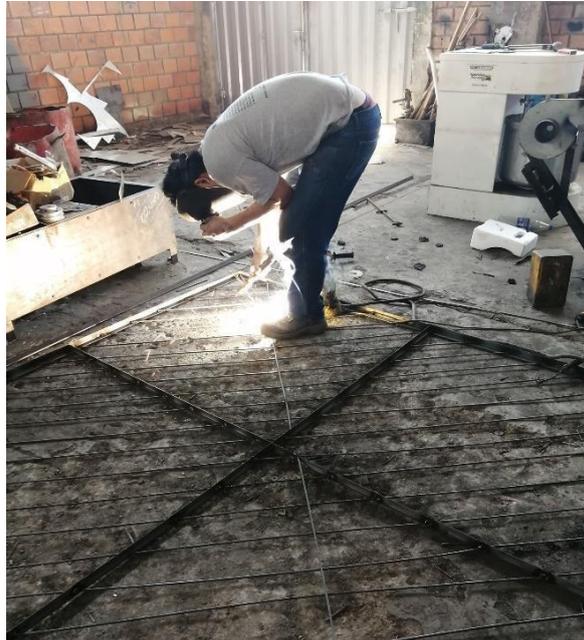
Anexo 3. Sistema de desplumado



Anexo 4. Tambor



Anexo 5. Soldadura de estructura



Anexo 6. Estructura de la máquina



Anexo 7. Soldadura del tambor

