



UNIVERSIDAD
**SAN IGNACIO
DE LOYOLA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial y Comercial

**MEJORA EN LA PRODUCTIVIDAD DURANTE LA
FABRICACION DE CABINA CERRADA
IMPLEMENTANDO LEAN MANUFACTURING EN
UNA EMPRESA PRIVADA METALMECANICA**

**Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero
Industrial y Comercial**

SALAZAR BOZZETA, MANUEL ENRIQUE

Asesor:

Carhuay Pampas, Enrique Gregorio

Lima – Perú

2017

JURADO DE LA SUSTENTACION ORAL

.....
Presidente

.....
Jurado 1

.....
Jurado 2

Entregado el: 08 de Febrero del 2018

Aprobado por:

.....
Graduando

SALAZAR BOZZETA, MANUEL ENRIQUE

.....
Asesor de Tesis

CARHUAY PAMPAS, ENRIQUE GREGORIO

UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA
FACULTAD DE INGENIERIA

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, **Manuel Enrique Salazar Bozzeta** identificado/a con **DNI 47871465**, Bachiller del Programa Académico de la Carrera de Ingeniería Industrial y Comercial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Ignacio de Loyola, presento mi tesis titulada:

Mejora en la productividad durante la fabricación de una cabina cerrada implementando Lean Manufacturing en una empresa privada metalmecánica.

Declaro en honor a la verdad, que el trabajo de tesis es de mi autoría; que los datos, los resultados y su análisis e interpretación, constituyen mi aporte. Todas las referencias han sido debidamente consultadas y reconocidas en la investigación.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad u ocultamiento de la información aportada. Por todas las afirmaciones, ratifico lo expresado, a través de mi firma correspondiente.

Lima, 08 de Febrero del 2018


.....
Manuel Enrique Salazar Bozzeta
DNI 47871465

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	11
INTRODUCCION	13
PROBLEMA DE INVESTIGACION	15
Formulación del Problema	32
Problema General	32
Problemas Específicos	32
MARCO REFERENCIAL	33
Antecedentes Internacionales	33
Antecedentes Nacionales	36
Estado del Arte	39
Marco Teórico	44
OBJETIVO DE LA INVESTIGACION	53
Objetivo General	53
Objetivos Específicos	53
JUSTIFICACIONES DE INVESTIGACION	53
Económica	53
Social	53
HIPOTESIS	54
Hipótesis General	54
Hipótesis Específicas	54
ALCANCES	57
LIMITACIONES	57
MARCO METODOLOGICO	57
Paradigma	58
Enfoque	59

Método	59
Variable Independiente	59
Variable Dependiente	59
POBLACION	60
MUESTRA	60
UNIDAD DE ANALISIS	61
INSTRUMENTOS Y TECNICAS	61
RESULTADOS	61
Procedimiento – Método de Análisis	62
PRUEBA DE HIPOTESIS	73
DISCUSIÓN	76
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES	79
BIBLIOGRAFIA	80

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Toma de tiempos de proceso de fabricación de Cabina Cerrada Actual	19
Tabla 9: Tiempo Estándar de proceso de fabricación de Cabina Cerrada Actual	21
Tabla 3: Diagrama de Actividades del Proceso (DAP) del proceso de Fabricación Actual de Cabina Cerrada	23
Tabla 2: Tabla de frecuencia y puntuación	30
Tabla 3: Problemas con sus respectivos porcentajes de POLINOMIO SAC	30
Tabla 4: Beneficios del Lean Manufacturing	45
Tabla 5: Matriz de Consistencia	56
Tabla 6: Toma de Tiempo de Proceso de Fabricacion de Cabina Cerrada despues de la Implementacion	65
Tabla 7: Tiempo Estándar de proceso de fabricación de Cabina Cerrada Después	66
Tabla 8: Diagrama de Actividades del Proceso (DAP) del proceso de Fabricación de Cabina Cerrada después de la Implementación	68
Tabla 9: Tabla resumen de Productividad	70
Tabla 15: Índice de Accidentabilidad antes de la implementación	71
Tabla 15: Índice de Accidentabilidad después de la implementación	72
Tabla 10: Prueba de Validación de Hipótesis 1 (Ver datos anexo 15)	73
Tabla 11: Prueba de Validación de Hipótesis 2 (Ver datos anexo 16)	74
Tabla 12: Prueba de Validación de Hipótesis 3 (Ver datos anexo 17)	75
Tabla 13: Prueba de Validación de Hipótesis General (Ver datos anexo 18)	75

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Últimos 4 meses productividad	15
Figura 2: Ventas de Productos Terminados	15
Figura 3: Distribución Actual de POLINOMIO SAC	16
Figura 4: Imagen de Cabina Cerrada	17
Figura 12: Sistema de Suplemento por Descanso	20
Figura 16: Diagrama de Recorrido (DR) del proceso de Fabricación de Cabina Cerrada Actual	24
Figura 5: Diagrama de Flujo de Actividades en POLINOMIO SAC	26
Figura 6: Matriz FODA de la empresa POLINOMIO	28
Figura 7: Diagrama de Ishikawa – Baja Productividad	29
Figura 8: Diagrama de Pareto de POLINOMIO SAC	31
Figura 10: Sistema de Producción de Toyota	41
Figura 11: Secuencia de implementación.	43
Figura 12: Principios Lean Manufacturing	45
Figura 13: Representación gráfica de las 5 S	47
Figura 14: Simbología de Diagramas	52
Figura 17: Distribución Nueva de POLINOMIO SAC	64
Figura 18: Diagrama de Recorrido (DR) del proceso de Fabricación Nuevo de Cabina Cerrada	69

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Cronograma de Actividades	83
Anexo 2: Presupuesto de Tesis	84
Anexo 3: Diagrama de Actividad de Procesos (DAP)	85
Anexo 4: Sistemas de Suplemento	86
Anexo 5: Metodología 5S - Ordenar - Modelo de Tarjeta Roja	89
Anexo 6: Hoja de Resultados de Clasificación de Materiales y Herramientas	90
Anexo 7: Metodología 5S - Ordenar	91
Anexo 8: Metodología 5S – Limpieza	92
Anexo 9: Metodología 5S – Estandarizacion4S – ESTANDARIZACION	93
Anexo 10: Metodología 5S – Disciplina	95
Anexo 11: MOF 1 - Jefe de Seguridad	96
Anexo 12: Instructivo de función ante un incendio – Jefe de Seguridad y Salud	97
Anexo 13: Test de conocimiento	98
Anexo 14: Resultados de Test de Conocimiento	100

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico a Dios por su amor, a mis padres Manuel y Mónica por su apoyo incondicional y sus consejos que me llevan a ser la persona que soy, a mi hermanito Marcelo que siempre está ahí cuando lo necesito y a quien amo infinitamente y a toda mi familia que me respaldan en mis decisiones, y a mi ángel que me cuida y protege desde el cielo.

AGRADECIMIENTO

Agradecer mi centro de estudios y a sus profesionales por compartir sus conocimientos y experiencias que han contribuido en mi crecimiento profesional.

RESUMEN

La presente tesis se desea mejorar la productividad durante los procesos de fabricación de una cabina cerrada en una empresa metalmecánica llamada Polinomio SAC, en donde actualmente existen demoras en la entrega del producto terminado al cliente.

Al exponer las causas probables de la actual productividad la cual es de 0,20 cabina/hora, se confirma que se debe principalmente a las actividades innecesarias que realiza el personal operativo, actividades que antes de la fabricación deberían ya haber realizado, así como también la distribución actual que no sigue un flujo continuo sino existen idas y vueltas, esto genera tiempos muertos y distancias de recorrido innecesario. A su vez el actual orden genera accidentes y la poca limpieza genera infecciones u otro tipo de malestar.

El objetivo de la presente tesis es de mejorar la productividad durante la fabricación de cabina cerrada, mediante la implementación de herramientas Lean Manufacturing que tiene como función principal crear un proceso ordenado y adecuado eliminando actividades innecesario y siguiendo protocolos de seguridad, para el orden y limpieza de las áreas se usa la filosofía 5S, para mejorar los procedimientos se realizara un estandarización de proceso y para proceder con un mejor flujo de procesos continuos se realizara una distribución de planta.

Al exponer inicialmente las causas posibles de la actual productividad se logra concluir que el personal no se encuentra capacitado, a su vez al medir por medio de DAP se logra observar el detalle como bien se menciona al inicio hay actividades innecesario y el exceso de desorden se debe a que al terminar el producto no existe un lugar de almacenamiento.

Para mejorar estos inconvenientes y solucionarlo se realizaron capacitación al personal respecto a la seguridad y sus funciones de trabajo, dando como herramientas documentos o MOF de trabajo, así como también se realizó la nueva distribución de planta y por medio del DAP se obtuvo que la productividad es ahora de 0.25 cabina/hora, esto significa que se logró mejorar la productividad en un 25%, cumpliendo así el objetivo principal.

Finalmente, se realiza un análisis estadístico en el cual se demuestra que la implementación se demuestra de manera cuantitativa que las hipótesis nulas se cumplen dando por finalizado el presente trabajo de investigación.

Palabras Claves: Productividad, tiempos, distancia recorrida, accidentes, distribución planta.

ABSTRACT

The present thesis is to improve productivity during the manufacturing processes of a closed booth in a metalworking company called Polinomio SAC, where there are currently delays in the delivery of the finished product to the customer.

When exposing the probable causes of the current productivity, which is 0.20 cabin / hour, it is confirmed that it is mainly due to the unnecessary activities carried out by the operating personnel, activities that should have already been carried out before the manufacturing, as well as the current distribution that does not follow a continuous flow but there are twists and turns, this generates downtime and unnecessary travel distances. At the same time the current order generates accidents and the little cleaning generates infections or other type of discomfort.

The objective of this thesis is to improve productivity during closed cabin manufacturing, through the implementation of Lean Manufacturing tools whose main function is to create an orderly and appropriate process eliminating unnecessary activities and following safety protocols, for order and cleanliness of the areas the 5S philosophy is used, to improve the procedures a process standardization will be carried out and to proceed with a better flow of continuous processes a plant distribution will be carried out.

By initially exposing the possible causes of current productivity, we can conclude that the personnel is not trained, in turn, when measuring by means of DAP, the detail is observed as well mentioned at the beginning, there are unnecessary activities and the excess of disorder is it must because at the end of the product there is no storage place.

In order to improve these problems and to solve it, personnel were trained regarding safety and their work functions, giving as tools documents or work MOF, as well as the new distribution of the plant and through the DAP it was obtained that productivity is now 0.25 cabin / hour, this means that productivity was improved by 25%, thus fulfilling the main objective.

Finally, a statistical analysis is carried out in which it is demonstrated that the implementation is demonstrated in a quantitative way that the null hypotheses are fulfilled, ending the present research work.

Key Words: Productivity, times, distance traveled, accidents, plant distribution

INTRODUCCION

La empresa POLINOMIO, pertenece al sector metalmecánico y lleva en el mercado peruano 10 años y sus productos principales son cabinas, racks, gabinetes entre otros. Como toda empresa busca lograr mejorar sus procesos, satisfaciendo los deseos de los clientes y entregando producto a gran calidad.

La productividad de la empresa POLINOMIO a pesar de todo es suficiente para seguir facturando y generando buena cantidad ingresos, sin embargo el deseo de crecer en el mercado nacional y proseguir con el internacional obliga a la empresa a analizar sus procedimientos actuales es ahí cuando se analiza el principal de todos LA PRODUCTIVIDAD.

La productividad actual es buena pero no es la esperada, al analizar una recolección de datos por medio de lluvias de ideas por parte del personal e ilustrarla en diagrama como Ishikawa y Pareto se observa que existen 3 problemas específicos que influyen y generan el problema principal que es la productividad en este caso son tiempo muertos, distancia recorrida innecesaria y nivel de accidentes frecuentes.

En la presente tesis se exponen los capítulos desarrollados. A continuación se presenta los capítulos:

CAPITULO 1: DESCRIPCIÓN Y SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA

En este capítulo se expone información y el proceso actual de la empresa por medio de diagramas de Pareto e Ishikawa, a su vez se muestra el flujo del proceso de requerimiento de un producto hasta la entrega de este al cliente.

Una vez analizado la situación actual de los diagramas empleados se procede a formular los problemas específicos y el problema general que ya sabemos es la productividad actual.

CAPITULO 2: MARCO REFERENCIAL

En este capítulo se tiene los antecedentes de autores a nivel nacional e internacional, en el cual se busca analizar cómo se logran cumplir los objetivos planteados mediante el uso de herramientas de lean Manufacturing.

También se muestra el estado del arte en el cual se muestra una compilación de resultados a través de tiempo desde sus inicios hasta investigaciones más recientes.

Finalmente en el marco teórico se muestra se describen los conocimientos metodologías o métodos en el cual se busca el más indicado para la presente tesis.

CAPITULO 3: MATRIZ DE CONSISTENCIA, POBLACION E UNIDAD DE ANALISIS.

En este capítulo se formula los objetivo que desea llegar el presente trabajo de investigación a partir de ello se formulan las hipótesis nula y alterna. También se identifica las variables dependientes y la variable independiente.

Se crea la matriz de consistencia la cual tiene como estructura (problemas, objetivos, hipótesis y variables).

Se identifica la población total, de la cual se obtiene la muestra y la unidad de análisis para la presente tesis.

CAPITULO 4: RESULTADOS

En este capítulo se muestra el procedimiento empleado que se usa para lograr analizar el antes y como la influencia de lean Manufacturing colabora con la solución y cumplimientos de los objetivos establecido.

También se realizan cálculos estadísticos para validar el instrumento utilizado para realizar la percepción por parte del personal y por medio del SPSS 22 lo cual permite demostrar cual hipótesis nula se acepta o rechaza.

CAPITULO 5: DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En último capítulo se muestra la discusión y comparación de métodos de mejora de la actual tesis con otros autores, luego se formula las conclusiones obtenidas y se realiza las recomendaciones con la finalidad de mantener los cambios hechos.

PROBLEMA DE INVESTIGACION

El presente trabajo de investigación se desarrolla en una empresa POLINIMIO SAC, en la cual se observa que la productividad ha ido decayendo mensualmente:

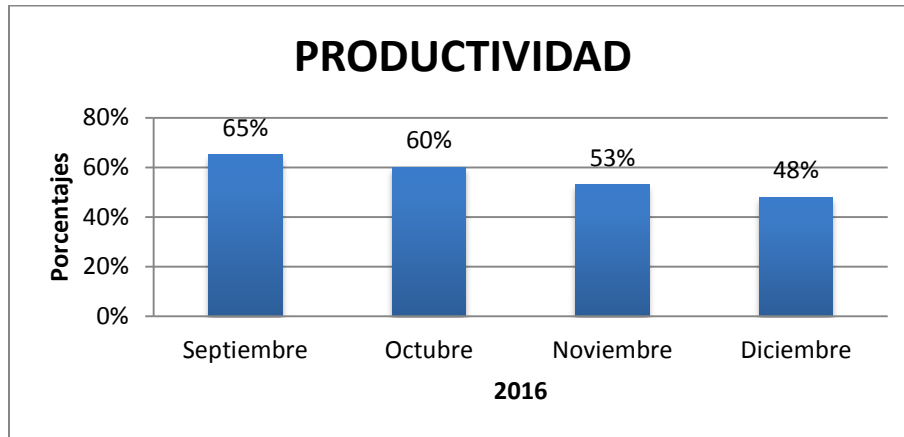


Figura 1: Últimos 4 meses productividad

Fuente: POLINOMIO SAC (Área de Ventas)

Para el año 2017, se desea mejorar la productividad, es por ello que se realiza una análisis de la situación actual y se observa que durante las actividades que el personal generaba movimientos innecesarios en el desplazamiento entre áreas, esto era porque existía una distribución de planta no correcta. A si mismo se observaba que los trabajadores no se sentían cómodos en sus áreas debido a la acumulación de materiales que se no desecharan al momento y esto generaba accidentes que traían como consecuencia dolores musculares o cortes. Para analizar esta situación se usara el producto terminado más requerido por los clientes el cual es CABINA CERRADA:

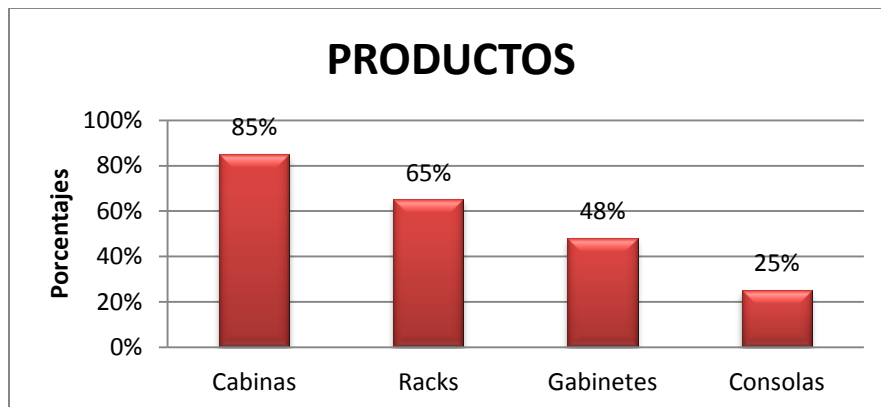


Figura 2: Ventas de Productos Terminados

Fuente: POLINOMIO SAC (Área de Ventas)

A continuación se muestra la Distribución Actual de POLINIMIO SAC.

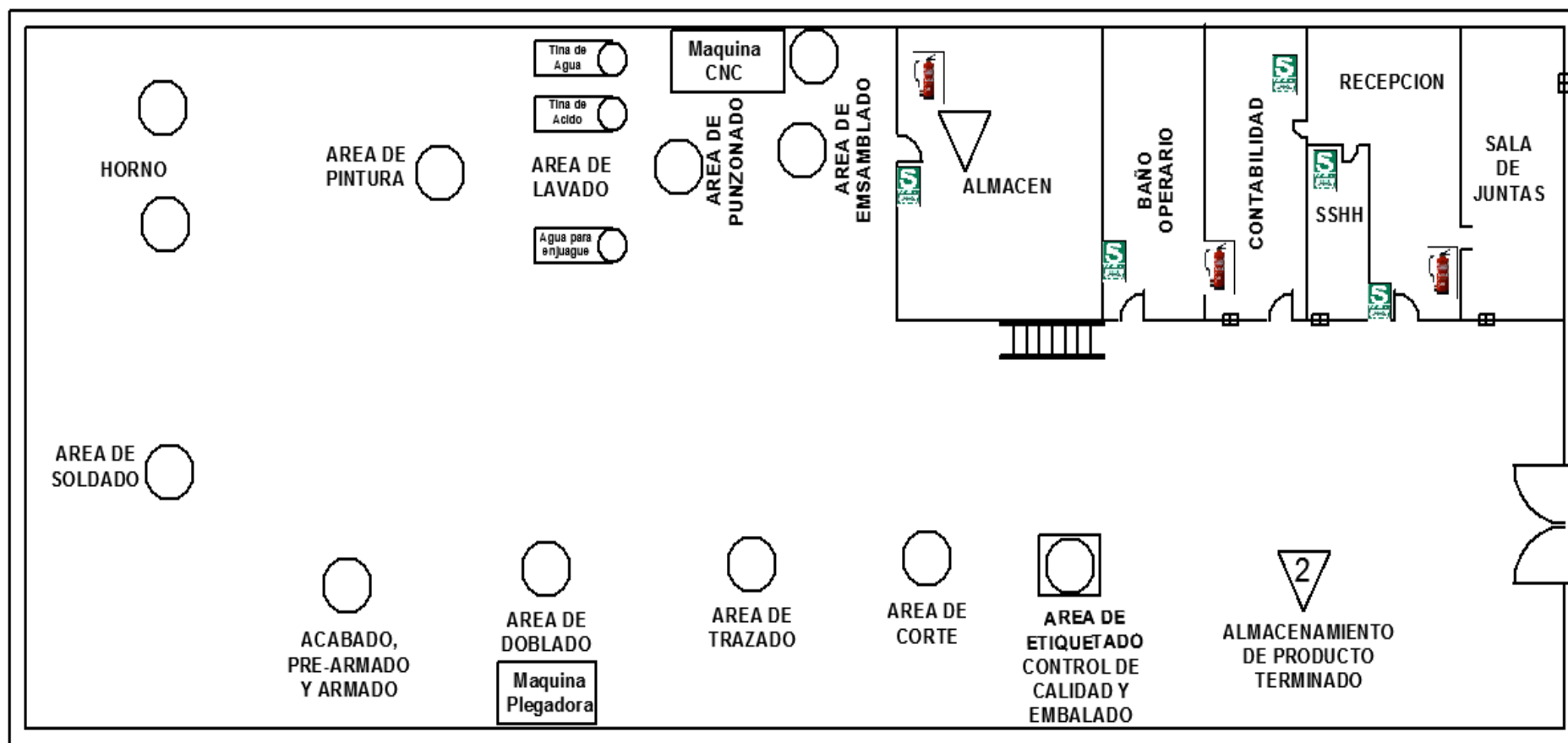


Figura 3: Distribución Actual de POLINOMIO SAC

Fuente: POLINOMIO SAC

FABRICACIÓN DE CABINA CERRADA SIMPLE



Figura 4: Imagen de Cabina Cerrada

Fuente: Catalogo

La fabricación de Cabina Cerrada, comienza con el retiro de la materia prima principal, que son las planchas acero SAE 1020, luego se traslada al proceso de corte, en el cual por medio de una cizalla se ejecuta en función de los planos de la hoja de corte. De las cuales se obtienen las partes necesarias para las 2 puertas tanto frontal como posterior, dos laterales, techo, piso y bandejas.

Todas las piezas que fueron cortadas se trasladan a la Zona de Punzonado donde se procede al proceso de perforación por medio de una máquina de control numérico (CNC), previamente programada; en ese momento se verifica medidas, dimensiones y espesores, después son trasladadas al área de trazado donde manualmente se marcan las piezas para el doblado respectivo, luego se continua con el proceso de doblado en la máquina plegadora, en la cual se realizan los dobleces de acuerdo a los planos de la cabina.

Una vez dobladas todas las piezas, pasan a la sección de soldadura donde se unen las piezas con cordón de soldadura MIG. Posteriormente se llevan al área de acabado donde se procede a limar asperezas y rebabas, luego se realiza un pre-armado de la cabina efectuándose una inspección y revisión de control de calidad a fin de verificar que cumpla con las especificaciones técnicas.

De encontrarse alguna observación se reprocesa en el área correspondiente para la corrección respectiva. Las piezas se trasladan al área de lavado de piezas, en primer lugar con detergente y agua, donde se retira la grasa, y luego con el ácido anticorrosivo para dejarlas perfectamente limpias de óxidos y otras impurezas. Se enjuaga las piezas con agua para poder llevarlas al horno, donde ahí se secan las piezas.

Después las piezas son llevadas a las cabinas de pintado para que sean pintadas con polvo electrostático de acuerdo a los colores solicitados por el cliente, luego se deja secar algunos minutos para luego ser ingresados nuevamente al horno para el proceso de curado(pintura se adhiere al metal) a una temperatura de 180°C aproximadamente 20 minutos.

Por último se procede a ensamblar todas las piezas de la cabina añadiendo en esta etapa accesorios directamente del almacén, como cerraduras, garruchas, ventiladores, pernería, enchufes, cables eléctricos. Finalmente se procede al etiquetado y se realiza un control de calidad final para proceder al embalaje respectivo del producto con stretch film de 18".

A continuación para mayor detalle se muestra Diagrama de Actividades Procesos actual;

Para analizar los tiempos y el recorrido entre las áreas se recolectara los datos de tiempo por medio de una toma de tiempos, en este caso se aplicó para 10 veces y se obtuvo los siguientes resultados:

N°	DESCRIPCIÓN	MINUTOS										Tiempo Promedio
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
1	Retiro de planchas acero SAE 1020 del Almacén.	6	5	6	6	5	5	6	5	5	5	5.4
2	Traslado de planchas Acero SAE 1020 hacia Area de Corte	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4.7
3	Preparación para corte de planchas Acero SAE 1020 según planos.	3	2	3	3	3	2	2	3	2	3	2.6
4	El operario limpia su area de trabajo antes de empezar con el proceso de corte	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	2.4
5	Corte de planchas Acero SAE 1020 con Cizalla.	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	2.8
6	Traslado de partes a Zona de Punzonado.	5	4	5	5	4	4	4	5	4	5	4.5
7	El operario revisa el manual de instruccion de la maquina CNC	3	4	3	3	2	4	2	3	3	3	3
8	Programación de Maquina CNC.	5	6	6	5	5	6	6	5	6	6	5.6
9	Perforación de Maquina CNC.	12	12	11	12	11	11	12	12	11	11	11.5
10	Verificación de medidas, dimensiones y espesores.	5	6	6	6	5	5	6	5	6	6	5.6
11	Traslado a Area de Trazado.	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	4.7
12	Se realiza manualmente el marcado de las piezas.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
13	Transporte a Área de Doblado (Maquina Plegadora).	3	2	3	3	3	3	2	3	2	3	2.7
14	Se realiza el dobléz 90° en CNC Plegadora.	15	14	15	14	15	15	14	14	14	15	14.5
15	Transporte a Area de Soldadura.	7	7	8	7	7	7	8	7	7	8	7.3
16	El operario limpia su area de trabajo antes de empezar con el proceso de corte	3	2	4	2	3	4	3	2	3	2	2.8
17	Se realiza el soldado.	5	5	6	6	5	6	6	5	5	6	5.5
18	Traslado al Área de Acabado.	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	2.7
19	Se procede limar asperezas y rebabas.	5	4	4	5	5	4	5	4	4	5	4.5
20	Se realiza un control para verificar las especificaciones tecnicas.	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4.8
21	Las piezas se transladan Area de lavado.	5	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4.4
22	Se lava con detergente y agua.	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	2.8
23	Se lava con acido anticorrosivo.	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4.7
24	Se enjuaga las piezas.	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3.6
25	Traslado al Area de Horneado.	5	4	5	4	4	5	5	4	5	4	4.5
26	Se verifica que el Horno se encuentre en optimas condiciones y se enciende	3	4	3	3	4	3	3	2	2	3	3
27	Se secan las piezas con el Horno	10	10	11	10	10	10	10	11	10	10	10.2
28	Se traslada a la cabinas de pintado	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	3.3
29	Se pinta.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
30	Se deja secar.	8	8	9	9	9	9	9	8	9	8	8.6
31	Traslado al Area de Horneado.	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	2.7
32	Se realiza el proceso de curado (Pintura se adhira al metal)	20	20	20	19	20	20	19	19	20	19	19.6
33	Traslado al Area de Ensamble.	6	5	6	6	6	6	6	5	6	5	5.7
34	Se ensamblan todas las piezas.	51	52	52	51	51	52	52	51	52	51	51.5
35	Traslado al Área de Etiquetado.	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4.7
36	Etiquetado y control de calidad	7	7	7	8	8	7	7	8	8	7	7.4
37	Se traslada a la zona con mayor espacio libre para su almacenamiento.	3	3	4	2	1	3	4	3	2	1	2.6
38	Se almacena.	2	3	2	3	2	2	1	1	3	2	2.1

Tabla 1: Toma de tiempos de proceso de fabricación de Cabina Cerrada Actual

Fuente: POLINOMIO SAC

Luego se agregara el porcentaje de suplemento correspondiente nos guiamos de la siguiente imagen:

SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO				
SUPLEMENTOS CONSTANTES	HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE MUJER
Necesidades personales	5	7	e) Condiciones atmosféricas	
Básico por fatiga	4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de	
SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER	Kata (milicalorías/cm ² /segundo)	
a) Trabajo de Pie			16	0
Trabajo de pie	2	4	14	0
			12	0
b) Postura anormal			10	3
Ligeramente incómoda	0	1	8	10
Incómoda (inclinado)	2	3	6	21
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	5	31
			4	45
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)			3	64
Peso levantado por kilogramo			2	100
2.5	0	1	f) Tensión visual	
5	1	2	Trabajos de cierta precisión	0 0
7.5	2	3	Trabajos de precisión o fatigosos	2 2
10	3	4	Trabajos de gran precisión	5 5
12.5	4	6	g) Ruido	
15	5	8	Continuo	0 0
17.5	7	10	Intermitente y fuerte	2 2
20	9	13	Intermitente y muy fuerte	5 5
22.5	11	16	Estridente y muy fuerte	7 7
25	13	20 (máx.)	h) Tensión mental	
30	17	-	Proceso algo complejo	1 1
33.5	22	-	Proceso complejo o atención dividida	4 4
			Proceso muy complejo	8 8
d) Iluminación			i) Monotonía mental	
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo algo monótono	0 0
Bastante por debajo	2	2	Trabajo bastante monótono	1 1
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo muy monótono	4 4
			j) Monotonía física	
			Trabajo algo aburrido	0 0
			Trabajo aburrido	2 1
			Trabajo muy aburrido	5 2

Figura 5: Sistema de Suplemento por Descanso

Fuente: Ingeniería de Métodos I – Universidad San Ignacio de Loyola

Suplementos constantes: 9% Hombres

Suplementos Variables:

A) Trabajos de pie= 2%

B) Por levantamiento de peso= 5%

C) Tensión visual= 5% (trabajos de precisión o fatigosos)

D) Por tensión auditiva= 2% (intermitente y fuerte)

E) Tensión mental= 1% (proceso algo complejo)

F) Monotonía física= 2% (Trabajo aburrido)

Se obtiene un total de 26% se coloca en la tabla y se obtiene el tiempo estándar del proceso de fabricación de una cabina cerrada:

N°	DESCRIPCIÓN	MINUTOS	Suplemento	Tiempo Estandar
		Tiempo Promedio		
1	Retiro de planchas acero SAE 1020 del Almacén.	5.4	26%	7.0
2	Traslado de planchas Acero SAE 1020 hacia Area de Corte	4.7	26%	6.0
3	Preparación para corte de planchas Acero SAE 1020 según planos.	2.6	26%	3.0
4	El operario limpia su area de trabajo antes de empezar con el proceso de corte	2.4	26%	3.0
5	Corte de planchas Acero SAE 1020 con Cizalla.	2.8	26%	4.0
6	Traslado de partes a Zona de Punzonado.	4.5	26%	6.0
7	El operario revisa el manual de instruccion de la maquina CNC	3	26%	4.0
8	Programación de Maquina CNC.	5.6	26%	7.0
9	Perforación de Maquina CNC.	11.5	26%	14.0
10	Verificación de medidas, dimensiones y espesores.	5.6	26%	7.0
11	Traslado a Area de Trazado.	4.7	26%	6.0
12	Se realiza manualmente el marcado de las piezas.	2	26%	3.0
13	Transporte a Área de Doblado (Maquina Plegadora).	2.7	26%	3.0
14	Se realiza el dobléz 90° en CNC Plegadora.	14.5	26%	18.0
15	Transporte a Area de Soldadura.	7.3	26%	9.0
16	El operario limpia su area de trabajo antes de empezar con el proceso de corte	2.8	26%	4.0
17	Se realiza el soldado.	5.5	26%	7.0
18	Traslado al Área de Acabado.	2.7	26%	3.0
19	Se procede limar asperezas y rebabas.	4.5	26%	6.0
20	Se realiza un control para verificar las especificaciones tecnicas.	4.8	26%	6.0
21	Las piezas se trasladan Area de lavado.	4.4	26%	6.0
22	Se lava con detergente y agua.	2.8	26%	4.0
23	Se lava con acido anticorrosivo.	4.7	26%	6.0
24	Se enjuaga las piezas.	3.6	26%	5.0
25	Traslado al Area de Horneado.	4.5	26%	6.0
26	Se verifica que el Horno se encuentre en optimas condiciones y se enciende	3	26%	4.0
27	Se secan las piezas con el Horno	10.2	26%	13.0
28	Se traslada a la cabinas de pintado	3.3	26%	4.0
29	Se pinta.	5	26%	6.0
30	Se deja secar.	8.6	26%	11.0
31	Traslado al Area de Horneado.	2.7	26%	3.0
32	Se realiza el proceso de curado (Pintura se adhire al metal)	19.6	26%	25.0
33	Traslado al Area de Ensamble.	5.7	26%	7.0
34	Se ensamblan todas las piezas.	51.5	26%	65.0
35	Traslado al Área de Etiquetado.	4.7	26%	6.0
36	Etiquetado y control de calidad	7.4	26%	9.0
37	Se traslada a la zona con mayor espacio libre para su almacenamiento.	2.6	26%	3.0
38	Se almacena.	2.1	26%	3.0
			TOTAL	312

Tabla 2: Tiempo Estándar de proceso de fabricación de Cabina Cerrada Actual

Fuente: POLINOMIO SRL

CURSOGRAMA ANALÍTICO				OPERARIO / MATERIAL /EQUIPO										
DIAGRAMA núm:1 Hoja num:1 de				RESUMEN										
Objeto: Cabina Cerrada				ACTIVIDAD		ACTUAL		PROPUESTA		ECONOMÍA				
Actividad: Proceso Completo				Operación		17								
				Transporte		12								
Método: ACTUAL/ PROPUESTO				Espera		01								
				Inspección		05								
Lugar: Planta				Almacenamiento		02								
Operarios(s): Ficha num:				Distancia		61 metros								
				Tiempo		312 minutos								
Compuesto por: Manuel Salazar														
Aprobado por: Fecha: 22/09/2017														
Nº	DESCRIPCIÓN	D (m)	T (min)	SIMBOLO					Observaciones					
				○	◻	D	□	▽						
1	Retiro de planchas acero SAE 1020 del Almacén.	5	7						●					
2	Traslado de planchas Acero SAE 1020 hacia Area de Corte	5	6			●								
3	Preparación para corte de planchas Acero SAE 1020 según planos.		3						●					
4	Operario limpia y ordena su área de trabajo		3	●										
5	Corte de planchas Acero SAE 1020 con Cizalla.		4	●						Se obtiene 2 puertas frontal y posterior, 2 laterales, techo, piso y bandeja				
6	Traslado de partes a Zona de Punzonado.	5	6			●								
7	Operario revisa el manual de funcion de CNC		4	●										
8	Programación de Maquina CNC.		7	●										
9	Perforación de Maquina CNC.		14	●										
10	Verificación de medidas, dimensiones y espesores.		7						●					
11	Traslado a Area de Trazado.	5	6			●								
12	Se realiza manualmente el marcado de las piezas.		3	●										
13	Transporte a Área de Doblado (Maquina Plegadora).	2	3			●								
14	Se realiza el doblaz 90º en CNC Plegadora.		18	●										
15	Transporte a Area de Soldadura.	5	9			●								

En el DAP del proceso de fabricación actual de 01 cabina cerrada tenemos como resultado el recorrido que de 61 metros y un tiempo de 312 min (5 horas con 12 minutos) por ende la productividad es:

$$Productividad\ Actual = \frac{1\ cabina}{5,12\ horas} = 0.20\ cabina/hora$$

A continuación se muestra el Diagrama de Recorrido (DR)

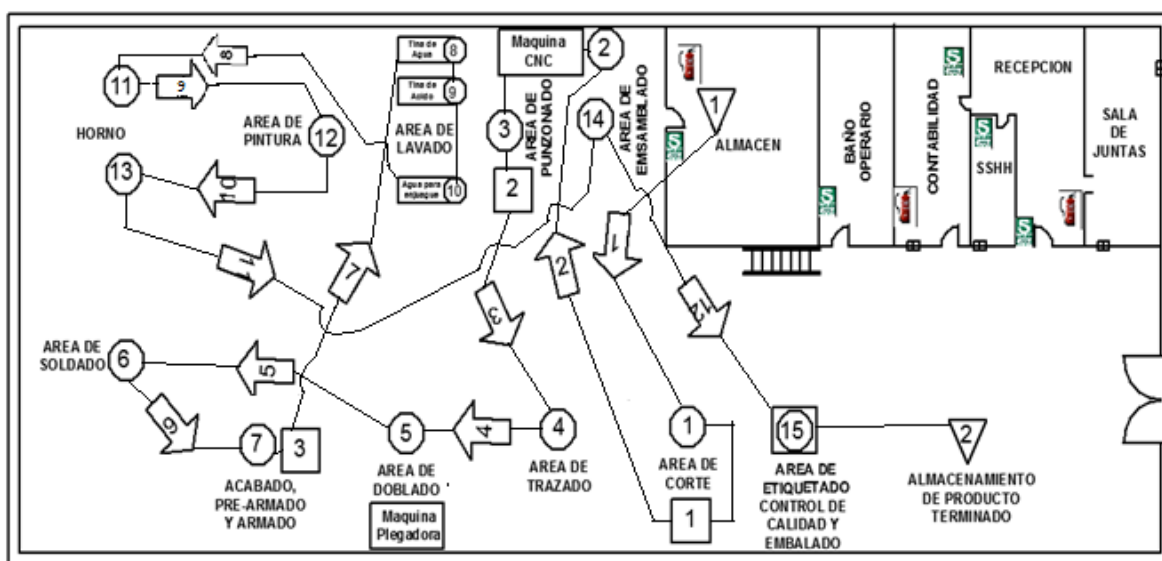


Figura 6: Diagrama de Recorrido (DR) del proceso de Fabricación de Cabina Cerrada Actual

Fuente: POLINOMIO SAC

Como se observa en el Diagrama de Recorrida existe un desorden entre las áreas, ya que no existe un flujo continuo durante los procesos de fabricación.

La empresa POLINOMIO SAC, pertenece al rubro metalmecánico y se encarga de la fabricación de productos a base de metal.

MISIÓN

Desarrollamos soluciones innovadoras y creativas de la más alta calidad, para facilitar las telecomunicaciones. Nuestros Productos y Servicios son únicos y están especialmente diseñados para cada necesidad, buscando la mejora continua. Buscamos la excelencia académica y profesional de cada uno de nuestros trabajadores, brindándoles programas de formación y desarrollo personal acorde con las más altas exigencias tecnológicas, económicas y sociales del mundo actual.

VISIÓN

Ser una organización que ofrezca al mundo soluciones únicas e innovadoras que excedan las expectativas del cliente en productos para telecomunicaciones y afines. Que POLINOMIO sea reconocida como una marca de excelente calidad donde sus colaboradores se puedan desarrollar y se sientan orgullosos de formar parte de él.

Entre sus productos destacan Cabinas, Racks, Consolas, Gabinetes, Brazos y soportes para equipos de comunicaciones, audio, video, cómputo, seguridad y equipos industriales en general. Además existe un catálogo en online (<http://www.polinomioperu.com>), en el cual el cliente puede elegir el producto que desee o en todo caso se puede presentar el diseño del producto.

A continuación se muestra por medio de un Diagrama de Flujo las actividades que se da desde la llamada del cliente para la solicitud de una fabricación de un producto hasta la entrega de este producto:

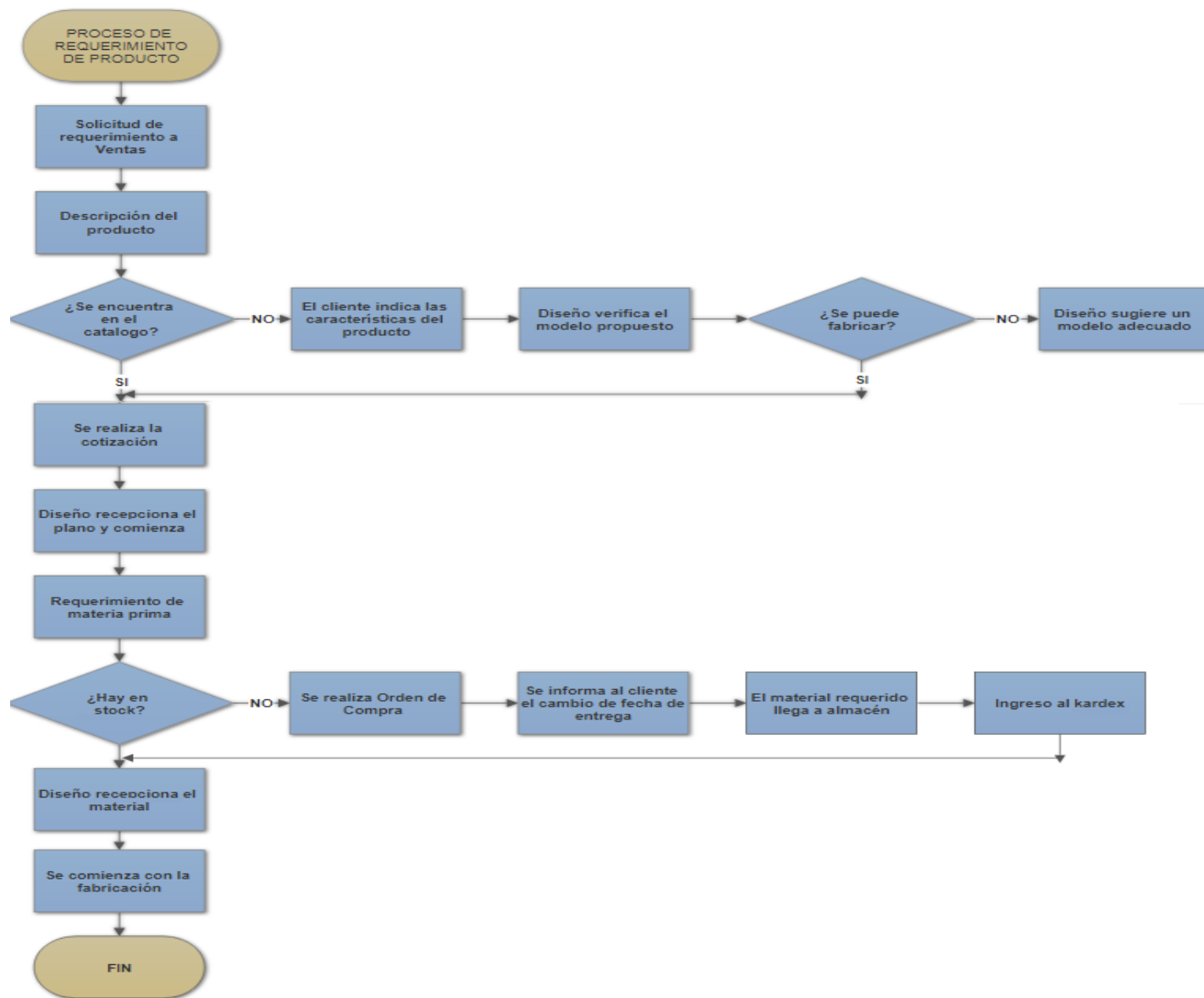


Figura 7: Diagrama de Flujo de Actividades en POLINOMIO SAC

Fuente: POLINOMIO SAC

En el diagrama de flujo explica las actividades que desarrollan en la empresa el cual están involucradas el área de Logística y Finanzas solicitud de un material partiendo por la llamada del cliente, el cual realiza el requerimiento de un producto al área de Ventas.

Según el protocolo actual de la empresa, el cliente tiene dos opciones: La primera consta en verificar el catálogo online el cual se encuentra en la página (<http://www.polinomioperu.com>) de la empresa, en el cual figura los productos en general y sus medidas, de no existir un diseño del agrado del cliente, se aplica la segunda opción la cual es el envío del plano sugerido por el cliente al Área de Diseño.

Estos evalúan si las dimensiones especificadas por el cliente son apropiadas para el producto, de ser aceptada se procede con la cotización caso contrario el área de diseño sugiere cambios en alguna unidad de medida para continuar.

Después de la cotización, ventas entrega el plano del producto y diseño realiza el requerimiento de materia prima a almacén siendo principalmente Planchas de Acero SAE 1020, herramientas, etc.

Almacén verifica el stock de no haber se realiza la orden de compra y se le informa al cliente que la fecha de entrega que es de 5 días. Si hay stock se Diseñó recepciona la materia prima y se programa la fecha de fabricación.

Para analizar a profundidad los problemas que tiene POLINOMIO se realizara un análisis FODA, en donde se muestran las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas:

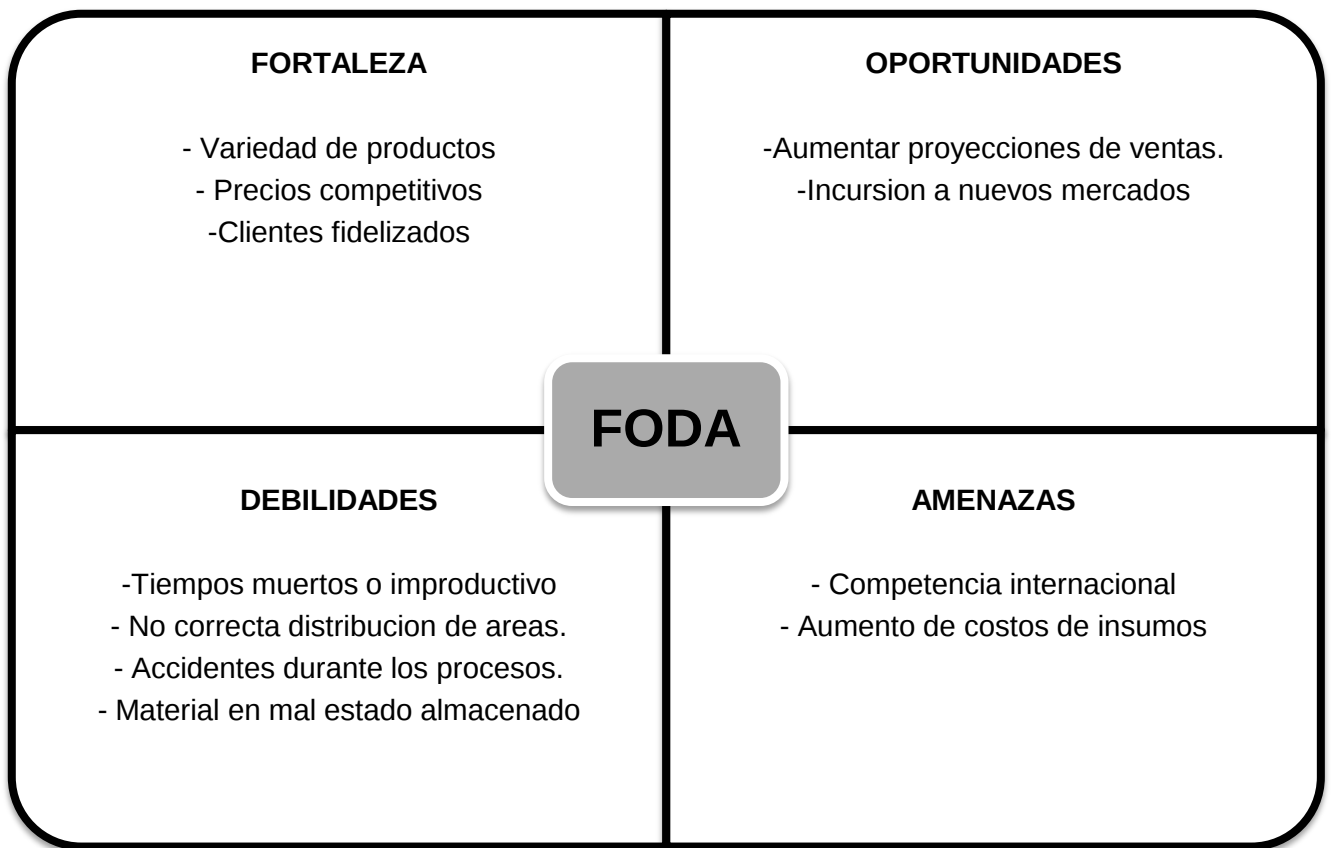


Figura 8: Matriz FODA de POLINOMIO SAC

Fuente: POLINIMIO SAC

De la matriz FODA se encuentra los problemas que están generando que la productividad sea baja

A continuación se presente el Diagrama de Ishikawa el cual toma como problema principal la productividad:

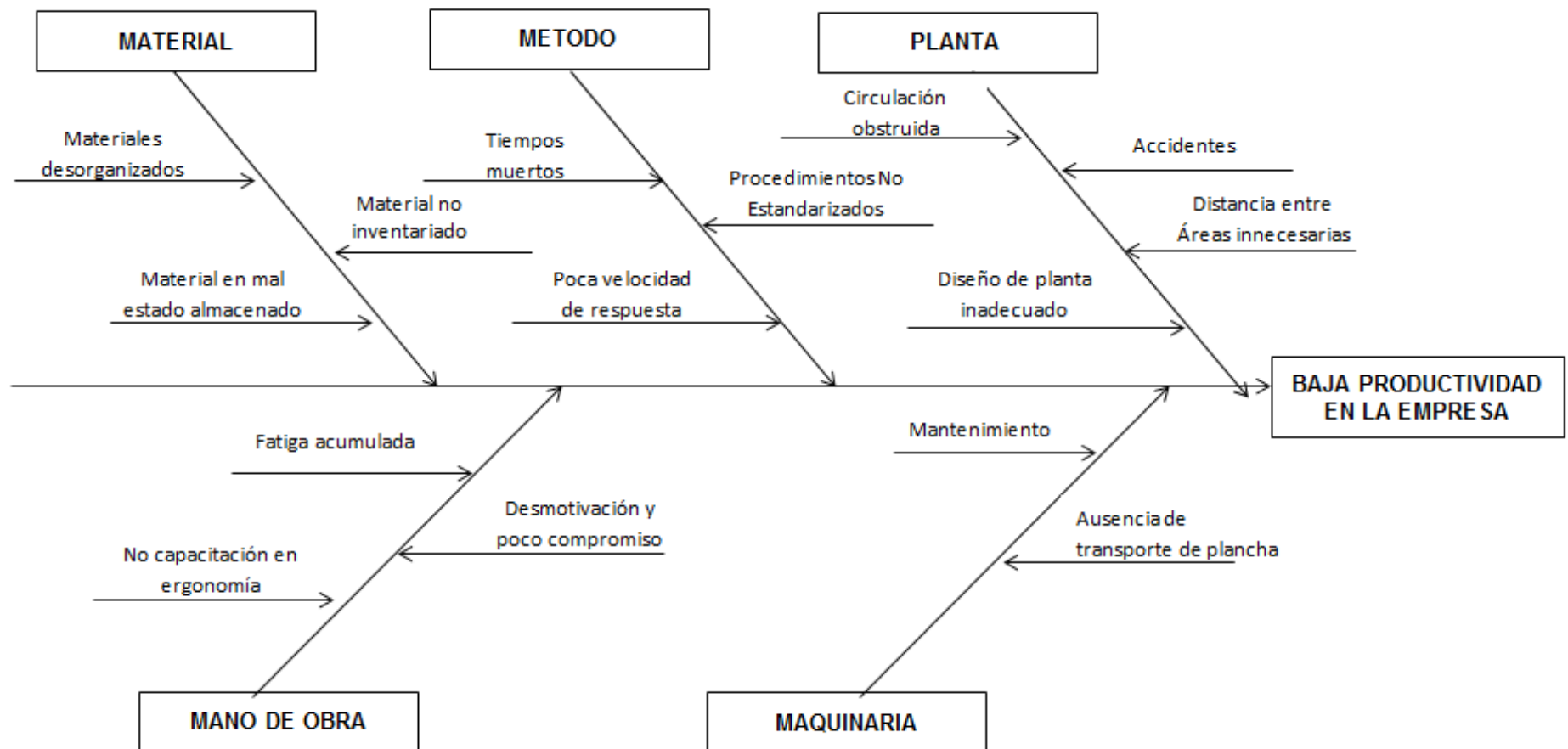


Figura 9: Diagrama de Ishikawa – Baja Productividad

Fuente: POLINOMIO SAC

En el Diagrama de Ishikawa se observa de manera gráfica las causas posibles que afectan la productividad actual en la empresa. A partir de estos se realizó una reunión en la cual las personas involucradas indicaron con qué frecuencia se daban esta situación para lo cual se elaboró la siguiente tabla:

Importancia	Frecuencia
Alta	3
Media	2
Baja	1

Tabla 4: Tabla de frecuencia y puntuación

Fuente: Elaboración propia

Luego de analizar los resultados obtenidos se procede a graficar el diagrama de Pareto el cual nos permitirá ordenar los datos en orden descendente y numérica cuál de estas causas son las más frecuentes a partir de ello se elaborara los problemas generales y específicos:

TIPO DE PROBLEMAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
Tiempos muertos	36	12.46%	12.46%
Distancia entre Áreas Innecesarias	32	11.07%	23.53%
Accidentes	30	10.38%	33.91%
Diseño de planta inadecuado.	28	9.69%	43.60%
Circulación obstruida	27	9.34%	52.94%
Ausencia de transporte de planchas	25	8.65%	61.59%
Procedimientos no estandarizados	21	7.27%	68.86%
Desmotivación y poco compromiso	19	6.57%	75.43%
No capacitación en ergonomía	17	5.88%	81.31%
Fatiga acumulada	15	5.19%	86.51%
Falta de orden y limpieza	11	3.81%	90.31%
Material en mal estado almacenado	9	3.11%	93.43%
Materiales desorganizados	7	2.42%	95.85%
Poca respuesta	6	2.08%	97.92%
Mantenimiento	4	1.38%	99.31%
Material no inventariado	2	0.69%	100.00%
TOTAL	289	100.00%	

Tabla 5: Problemas con sus respectivos porcentajes de POLINOMIO SAC

Fuente: POLINOMIO SAC

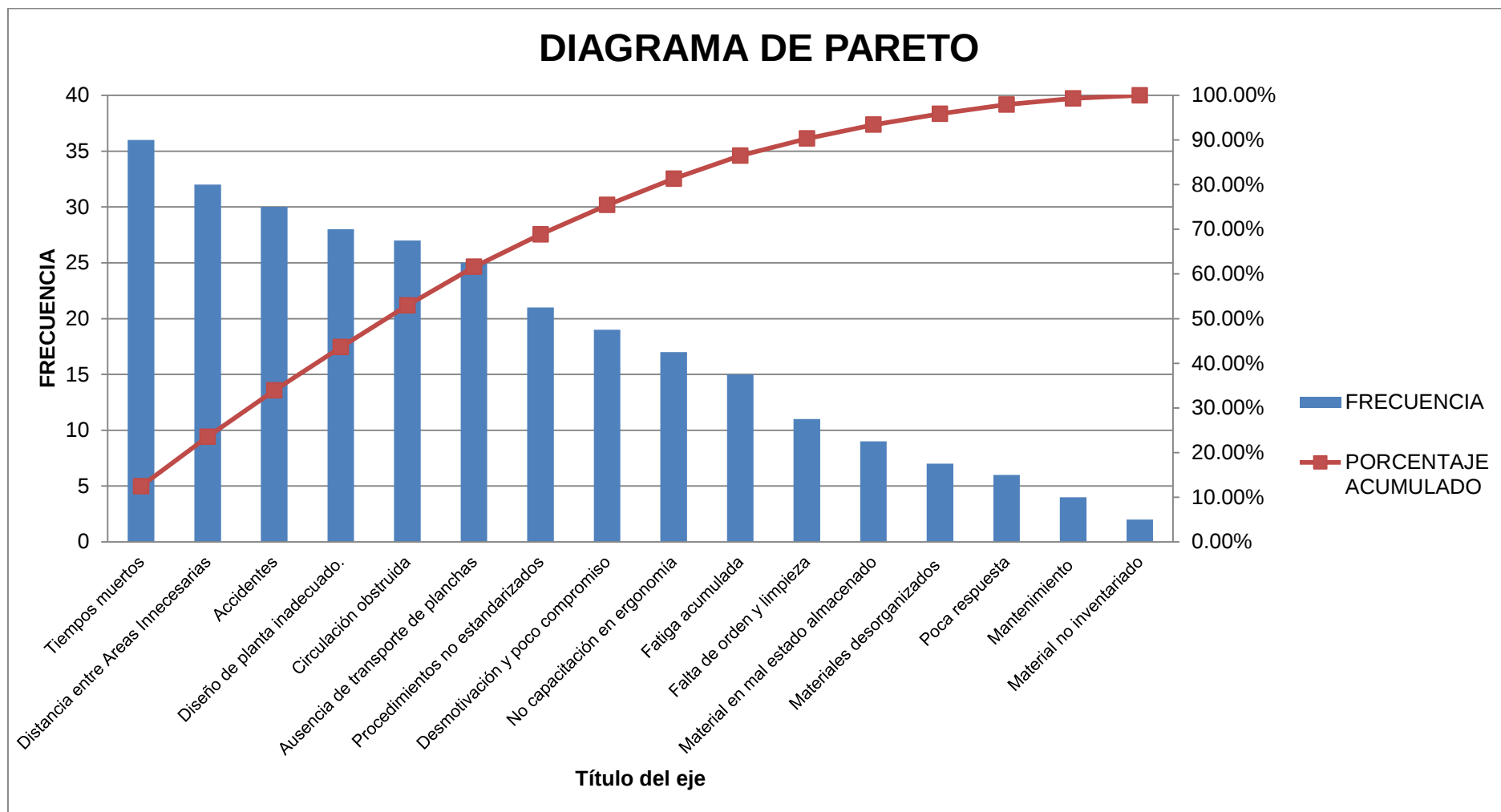


Figura 10: Diagrama de Pareto de POLINOMIO SAC

Fuente: POLINOMIO SAC

Formulación del Problema

Problema General

¿La implementación de Lean Manufacturing en los procesos de fabricación de una cabina cerrada influye significativamente en la productividad de una empresa metalmecánica?

Problemas Específicos

¿Cuánto varía el tiempo empleado durante la fabricación de cabina cerrada al implementar la metodología de las 5S en una empresa metalmecánica?

¿Cuánto varía la distancia recorrida durante la fabricación de cabina cerrada al implementar la metodología de las 5S en una empresa metalmecánica?

¿Cuál es la variación porcentual del índice de accidentabilidad durante la fabricación de cabina cerrada al implementar la metodología de las 5S en una empresa metalmecánica?

MARCO REFERENCIAL

Antecedentes Internacionales

Tenemos la primera tesis a nivel internacional encargados por *Buenaventura Murillo, L & Ríos, D. (2014)* de la Universidad ICESI de Cali, Colombia cuyo tema es “*Diseño de guía para Implementar las Herramientas de Lean Manufacturing junto con herramientas de Ingeniería Industrial en las empresas Manufacturera*”.

Objetivo: Identificar y formalizar que aspectos de las herramientas Lean Manufacturing se pueden abordar con modelos matemáticos para analizar y diseñar sistemas de producción e implementar mejoras y la empresa logre ser más eficaz y eficiente para el desarrollo de un producto o al momento de realizar un servicio.

Metodología: Se realizó una toma de tiempos y estudio de movimiento durante los procesos para observar cual es el problema durante los procesos. También en ese instante se observó principal factor la actual distribución de planta.

Conclusión: Se logra ordenar la planta y limpiar gracias a la filosofía de las 5S, se mejoran los procesos productivos mediante el VSM e indicadores que sirven para mantener informados y actualizados a los trabajadores. Finalmente se logra disminuir la variedad de desperdicios.

Hernández Lamprea, E & Camargo Carreño, Z (2013) de la Universidad El Bosque de Bogotá, Colombia cuyo tema es “*Impacto de las 5S en la productividad, calidad, clima organizacional y seguridad industrial en la empresa Cauchometal Ltda.*”.

Objetivo: Mejorar la productividad por medio de la metodología 5S y medir el impacto en los procesos.

Metodología: Primeramente se identificó cuáles son las áreas de mayor suciedad y desorden, luego estos procedieron a realizar encuestas, para evaluar el riesgo y medidas para mejorar el rendimiento. Después se aplicó la metodología de las 5S, tomando tres mediciones para hacer seguimiento a los indicadores y observar si hay mejoras o no.

Conclusión: Al evaluar cómo influyen las mejoras propuestas en el presente proyecto concluyeron que existe una relación positiva entre las variables de estudios y la metodología 5S, se obtuvieron mejoras en el clima laboral y se disminuyó los riesgos

Quiroga Juárez, C. (2015) de la Universidad de Guanajuato cuyo tema es “Propuesta de mejoras en producción, en una empresa metalmecánica usando Herramientas de Lean Manufacturing”.

Objetivo: Lograr mejoras en el área de producción, orden, limpieza y la satisfacción del cliente al entregar el producto a tiempo y buena calidad.

Metodología: Luego de un análisis por medio del diagrama de Ishikawa se identificó que el área de corte usaba mucho material y generaba desperdicio, también cuellos de botella debido a que las cargas de trabajo estaban desbalanceadas, pérdidas de tiempo por el desorden en las áreas de trabajo, por ello se desea implementar Kaizen para mejorar la calidad en la producción y 5S para eliminar tiempo innecesarios en la búsqueda de herramientas, crear un ambiente agradable y lograr el compromiso de los trabajadores.

Conclusiones: Se logra implementar las mejoras, se disminuyen los tiempos de espera a un 10% (inicialmente 20%) también se realiza seguimiento para mantener esta filosofía activa hasta llegar a ser una costumbre por parte de los trabajadores.

Concha. J & Barahona. B, (2013), Ingenieros de Escuela Superior Politécnica De Chimborazo desarrollaron el tema de “Mejoramiento de la productividad en la empresa INDUACERO CIA.LTDA en base al desarrollo e implementación de la Metodología 5S y VSM, herramientas de Lean Manufacturing”, Riobamba, Ecuador.

Objetivo: Es reducir las actividades y tiempos muertos que no agregan valor y adaptarse a las exigencias del mercado mejorando la calidad de vida en el personal.

Metodología: Se basó en realizar un mapeo de la cadena de valor de la empresa en la cual se identificara y cuantificando los diferentes tipos de desperdicios en función de actividades que agregan un valor, así se puede definir el área clave del sistema

productivo, con ello se obtiene la base para la implementación de la Metodología Lean en este caso 5S. También se analizó máxima utilización del volumen viendo factible una ampliación en el área de Máquinas y se procedió a realizar una sistematización en función al tiempo, durante su ejecución se llevó a cabo tareas de selección, orden y limpieza, llegando estas actividades a convertirse en hábitos.

Conclusión: La metodología Lean logro incrementar la eficiencia en 15% en función a las actividades de planta, se logró además un mayor espacio físico de 91.5m² generando beneficios sociales en los trabajadores y se demostró que era necesario un cambio.

Por último el tesista *Hernández, A. (2010)*, de la Universidad San Carlos de Guatemala propuso una *“Implementación de Técnicas Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing) en una planta de empaque de producto terminado”*.

Objetivo: Aumentar las ventas realizando mejoras los procesos de planta de empaque utilizando recursos de forma adecuada y eliminar desperdicios.

Metodología: Se realizó una evaluación y análisis de la situación actual, se planteara un modelo de acuerdo a lo observado se implementara las herramientas de Lean Manufacturing y posteriormente se hará seguimiento para evaluar los resultados obtenidos.

Conclusión: Se logra eliminar los desperdicios en el módulo de empaque y se logra optimizar los tiempos. Se determinó el Layout que permitirá el flujo continuo de empaque, con la implantación de las 5S se logra tener un mejor orden y limpieza de las estaciones de trabajo de la planta de empaque, debido a que existe más disciplina y compromiso por parte de los colaboradores y finalmente con el sistema Kanban, se indican las especificaciones de empaque de cada unidad que se procesa, así como también el feedback entre las áreas para tener un balance en los procesos.

Antecedentes Nacionales

El primer tesista a nivel nacional *Ospina Delgado, J. (2016)* cuyo título de tesis *“Propuesta de Distribución de Planta, para aumentar la Productividad En Una Empresa Metalmecánica en Ate, Lima.”*

Objetivo: Es crear una adecuada distribución de las áreas con el propósito de eliminar procesos que sean innecesarios en la producción, también generar menos sobre costos, crear más seguridad en la planta para mejorar las condiciones de trabajo para el colaborar y obtener un rendimiento más dinámico en todas las operaciones.

Metodología: Se implementó la metodología de las 5S como la principal herramienta para mejorar la productividad y seguridad, posteriormente se propuso una nueva distribución de planta que redujeron los tiempos muertos por recorridos innecesarios.

Conclusión: Finalmente al realizar un análisis estadístico se obtuvo como resultado que las mejores propuestas mejoraron la productividad, seguridad e influyo en el rendimiento de los trabajadores.

Manchego Alva, D & Paredes Cotohuanca, M (2014), cuyo tema de tesis fue *“Diseño de la Distribución de Planta de una Fábrica de Muebles de madera y propuesta De Nuevas Políticas de Gestión De Inventarios”*.

Objetivo: Incrementa la productividad de la empresa por medio de un diseño de planta y también se plantean nuevas políticas que logre un nivel óptimo de inventarios (stock).

Metodología: Se describió la situación actual de la empresa (procesos, productos), también se identificaron las causas principales de falta de stock que era insuficiente para la demanda actual. Es por ello que se realizó una proyección de la demanda actual y se define dieron nuevas políticas de gestión de inventarios a través de análisis de curvas de intercambio, Con la demanda calculada se procedieron a elaborar balances de línea para determinar la cantidad del personal y maquinas requeridas.

Conclusión: Finalmente se realizaron la evaluación económica de la alternativa escogida, y se obtuvieron los resultados de un VAN mayor a 0. Lo cual significo que el proyecto es viable y se redujo el stock promedio por lo que se ahorró s/172,465 al año.

Baluis Flores, C. (2013), propuso una “Optimización de procesos en la fabricación de termas eléctricas utilizando herramientas de Lean Manufacturing”.

Objetivo: Mejorar los procesos productivos para generar una mayor rentabilidad, implementando Lean Manufacturing.

Metodología: Se realizaron análisis de tiempos de ciclo e identificaron los desperdicios a lo largo de los procesos de fabricación. Luego se delimito el estudio utilizando el VSM (Value Stream Mapping), en el cual se presentaron los indicadores principales. Se enfoca en el estudio en la fabricación de tanques de termas eléctricas, en el cual se analizaron los tiempos de ciclo e identificaron los desperdicios durante el proceso.

Después una vez analizado el VSM e indicadores Lean se procedió a proponer como solución un balance de línea, que ayude a nivelar el nivel de inventario y también se implementó el sistema SMED, para disminuir los tiempos de cambio de moldes.

Conclusión: Se evalúa la viabilidad de la implementación de las mejoras y se obtuvo un VAN positivo y una TIR por encima del 20%

Para *Hernández Quispe, E. (2014)*, de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas cuyo título de tesis fue *“Propuesta de reducción del retraso de productos terminados en el área de producción de una empresa metalmecánica mediante la Teoría de las Restricciones y Herramientas Lean Manufacturing”*. Se identificó como problema principal que existen entregas tardías de los productos terminados al cliente, que se generan en el área de producción y este problema se da en la sección de pintado.

Objetivo: Disminuir las demoras en la entrega de productos terminado y establecer lineamiento para mantener el área de trabajo más ordenado, limpia y libre de objetos innecesarios.

Metodología: Se aplicó SMED para eliminar el tiempo improductivo del cuello de botella, esta propuesta consiste en realizar actividades de limpieza con 2 operarios (inicialmente se hacía con 1 solo operario), también se propone implementar Mantenimiento Autónomo en la misma sección, ya que también una de las causas son el poco mantenimiento y también lograr el compromiso de los trabajadores para mantenerse constantemente. Se aplica Andon para beneficiar el output de luminarias pintadas, con esta herramienta se busca identificar el termino de ciclo de secado en el horno, ya que existen tiempo improductivo en la espera de secado y finalmente las 5S para promover un ambiente limpio y ordenado.

Conclusión: Se logra disminuir los tiempos de entrega por medio de herramientas lean también, se mejoran en la producción operativa, a su vez se crea un mejor ambiente por el orden y limpieza.

Por último el tesista *Mejia Carrera, S. (2013)*, que trata del *“Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil”* mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta, Pontifica Universidad Católica del Perú.

Objetivo: Se desea mejora la eficiencia de las líneas de confección de ropa interior de la empresa textil implementando herramientas de manufactura esbelta.

Metodología: Se emplean previos análisis, diagnóstico del problema y propuestas de mejora para lograr indicadores de eficiencia. La optimización de eficiencia involucra aspectos de calidad, rendimiento y disponibilidad de las líneas de confecciones. Durante mejora para lograr indicadores de eficiencia. La optimización de eficiencia involucra aspectos de calidad, rendimiento y disponibilidad de las líneas de confecciones. Durante el análisis realizado se identificó que los principales problemas fueron el desorden en el área de trabajo, mayor tiempo en búsqueda de herramientas y tiempos de paradas frecuentes en las maquinas debido a la falta de mantenimiento. Luego de identificar este problema se determina que debe aplicarse las 5S acompañada del mantenimiento autónomo y el SMED.

Conclusión: Al analizar los cambios de esta implementación se logra un aumento en los tres indicadores que involucran el OEE (Overall Equipment Effectiveness). El

primer indicador es aumento de disponibilidad de las maquinas en un 25% provocado por la reducción del tiempo de Set-Up y tiempo de reparación de máquinas. El segundo indicador impacta el rendimiento de las líneas de confección, en el cual se logra un aumento de 2% debido al alza de tiempo bruto de producción. Por ultimo en la tasa de calidad se obtiene un crecimiento de 4.3% como consecuencia de la reducción de productos defectuosos. Sumando estos tres indicadores se puede decir que el incremento total del OEE

Estado del Arte

La filosofía Lean Manufacturing es un modelo de gestión que busca optimizar y mejorar los sistemas de producción así como también entregar el producto con una calidad alta y a menor tiempo posible y conseguir la satisfacción del cliente.

El “Lean Manufacturing” o en español “Manufactura Esbelta” , según Rajadell, M & Sánchez, J.L. (2011) , se origina en Japón cuando Sakichi Toyoda, siendo muy joven se dedicó a la producción a base de telas, esto se debe a que de niño observaba a su madre que usaba una tejedora.

Sakichi Toyoda fue el primero en buscar una mejora en la producción, de niño observaba a su madre tejer. En la tejedora, el hilo pasaba de un lado a otro lado de manera manual con ambas manos. Fue ahí donde se interesó en buscar formas más fáciles de tejer para su madre. En 1890 invento la tejedora de madera, esta tenía un uso más fácil y un 50% eficiente que las anteriores. El operador podía mover la guía del huso de un lado a otro lado con una mano y alimentar el huso horizontal de manera simultánea.

Luego de esto Sakichi trabajo en tejedoras mecánicas, y en 1896 creo la primera tejedora mecánica y continua actualizando este producto en los años 1896, 1909 y 1914.

En 1924 Sakichi y su hijo, Kichiro crearon la primera tejedora de alta velocidad, con una nueva adaptación que consistía el huso horizontal era alimentado sin interrumpir el trabajo. Una gran actualización porque las tejedoras tradicionales desperdiciaban tela cuando uno de los husos verticales se reventaba, para prevenir estos errores se

instalaron pines de metal sobre los husos verticales. Sus innovaciones eliminaron la cantidad de trabajadores que vigilara los tejedores continuamente llegando a que una sola persona vigile a 30 máquinas. A partir de esto se creó una automatización o conocido como el término "*JIDOKA*"

Kichiro con la base de su padre continuó trabajando y viaje a Norte América y Europa en busca de distribuidores para su tecnología de tejedoras automáticas. En Norte América, USA se sorprendió de la cantidad de automóviles y decidió desarrollarse en la industria automotriz. Fundo la empresa "Toyota" en el año 1933 y en 1935, presento un prototipo denominado "Toyota Modelo A1". Al siguiente año el primer carro de pasajeros de Toyota entro a producción, era denominado "Toyota AA". Continuo sus proyecto y tuvo la idea de producir algo cuando era necesario y con la cantidad necesario, gracias a los métodos americanos de producción en masa los implemento en su plata y llego a crear el principio "*Justo a Tiempo*" o "*Just in Time*". En 1941 el comienzo de la segunda guerra mundial interrumpió sus avances y encargo sus proyectos a su primo Eiji Toyoda.

Eiji Toyoda buscaba igualar y súper el nivel de producción de automóviles, lo cual era una tarea muy complicado porque en USA la producción era 8 veces más que en Japón. Para ello designo a un Gerente de Producción, cuyo nombre era Taiichi Ohno, encargado de desarrollar un sistema de producción más eficiente. En ese momento se implementaron por primera vez conceptos Lean.

Primero se estableció el concepto "JIDOKA" para elevar la productividad en cada trabajador. Toyota carecía de equipos y capital para ello buscaron la manera estirar sus limitados recursos. Para ello implementaron el JIT (Just in Time).

Ohno también diseño el "Kanban" considera un subsistema del "Just in Time" que consiste cuando el cliente retira su producto en el lugar almacenado, el "Kanban" envía una señal para que se produzca un nuevo producto. Esto se hace para abastecer el stock dejado al retirar el producto, va en principio con la demanda.



Figura 11: Sistema de Producción de Toyota

Fuente: Gómez Botero, Paula (2010:p79)

Toyota es un claro ejemplo de cómo lograr convertirse de una pequeña empresa de carencias de capital y recursos, a una empresa reconocida a nivel mundial gracias a los aportes de la familia Toyoda la cual ha influenciado en diversos ingenieros en mejorar sus procesos.

Con el transcurrir el tiempo muchas empresas siguieron la filosofía Lean que inicio Toyota, por ejemplo para el rubro de metalmecánica según los autores Gibaja Pareja, F& Zarate Chirinos, A. (2014), tenemos el caso de la empresa ESMETAL, ubicada en Carmen de la Legua, Callao, que desarrolla la actividad comercial de fabricación de estructuras de acero para proyectos industriales tales como hangares, puentes y elaboración de planos de fabricación y montaje, entre otros.

El presente autor tuvo dificultados durante los procesos de producción el traslado del material, procesos realizados repetitivos e innecesarios, stock almacenado en mal estado, entre otros.

Al analizar la situación procedió a buscar soluciones para ello se analizó que metodología podrían emplear, finalmente se decidió por lean Manufacturing, porque el objetivo de Lean Manufacturing es eliminara actividades innecesarias que no agregan

valor al proceso, para ello adopto la filosofía Just in Time con el cual logro tener un almacén cuyo stock solo se almacenaba la materia prima a usarse en el momento y con la estandarización de procesos se logró disminuir los procesos innecesario y se enfocó en realizar lo necesario. El gerente se basó en la filosofía implementada por la empresa Toyota.

El proceso tuvo tiempo de prueba el cual duro 3 meses, se analizaron los resultados y se concluyó que hubo una gran disminución en los problemas durante el proceso de producción.

Otro ejemplo se da según el autor Martínez, F. (2010) del artículo llamado *Caso éxito: Aplicación Lean en Bodegas Murviedro*, empresa española que se encarga en la venta y producción de vinos denominados UTIEL-REQUENA.

La empresa cuenta con tres líneas de envasados para vinos en botella, con una producción anual entre 17 a 18 millones de botellas.

Sin embargo el número de referencias de envasado ha crecido en los últimos años, lo cual ha ocasionado que la eficiencia de las líneas se haya visto afectada en los tiempos de producción y entrega al cliente.

Para ello propusieron implementar la filosofía Lean Manufacturing y se decidió lo siguiente:

- OEE (Overall Equipment Effectiveness), como indicador de eficiencia y el nivel de pérdidas.
- Una mejora continua en los procesos que basado en los datos obtenidos previamente, se pueda afrontar la eliminación progresiva de las ineficiencias.

Para llevar a cabo estas propuestas se contó con el compromiso del personal de envasado y mantenimiento.

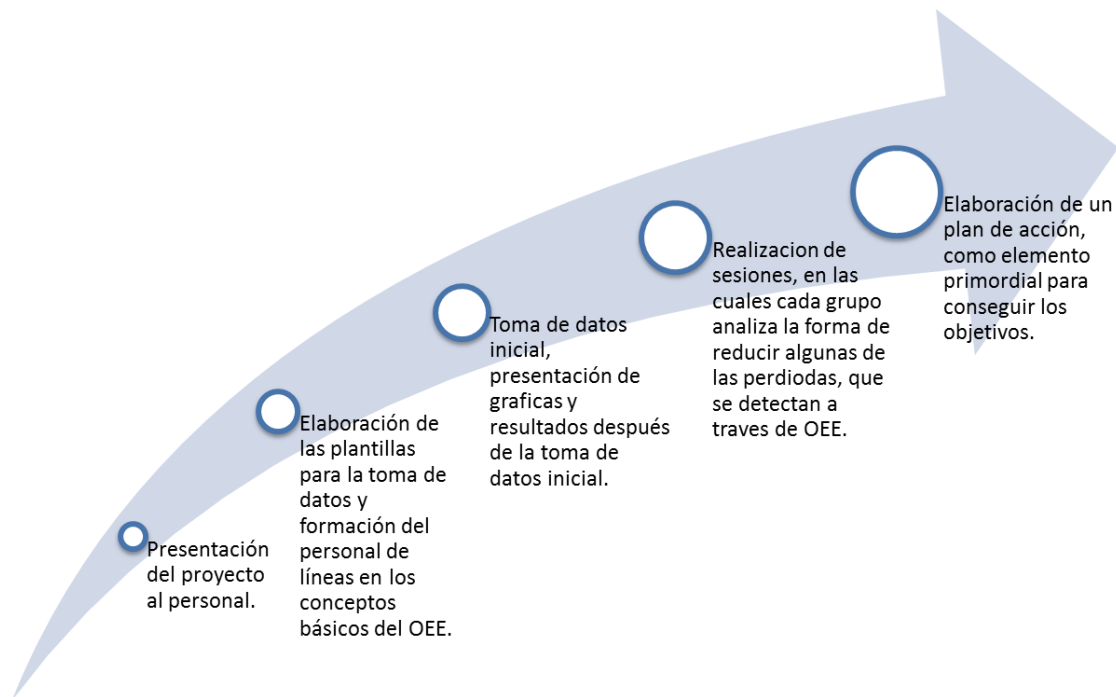


Figura 12: Secuencia de implementación.

Fuente: POLINOMIO SAC

La duración total de proyecto duro 4 meses con sesiones semanales al inicio y quincenales en los últimos dos meses.

Se logró reducir los tiempos necesarios durante el proceso de envasado y los tiempos en limpieza mediante estandarización de los procedimientos.

Finalmente al evaluar los resultados se obtuvo un incremento de 11.3% en la eficiencia y 12,85% en la productividad

Muchas empresas siguen esta filosofía entre las más conocidas a nivel internacional tenemos a Nike, Intel, Kimberley-Clark Corporation y Ford. Como se observan en estos casos la filosofía Lean Manufacturing es cada más empleada por todo tipo de industrias a nivel nacional e internacional

Además con el tiempo se han creado nuevas técnicas de Lean, según del autor Licon, J. (2017), que describió en el artículo denominado *La importancia Lean Manufacturing en la industria moderna*, otras herramientas de Ingeniería como "Six Sigma" se han fusionado con la filosofía Lean dando nombre "Lean Six Sigma", que se

enfoca en reducir o eliminar el desperdicio y la variabilidad del proceso, mediante herramientas estadísticas.

Marco Teórico

Los autores Hernández Matías, J. & Vizán Idiope, A. (2013), señalaron al Lean Manufacturing, como una filosofía de trabajo, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios.

El autor, Identifica varios tipos de “desperdicios” que se observan en la producción: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos. Lean mira lo que no SE debería estar haciendo, porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo.

Para alcanzar sus objetivos, lean aplica un conjunto de herramientas, elimina los excesos que no añade valor de una manera eficiente al producto o servicio con el menor recurso, generando clientes satisfechos y por consiguiente la rentabilidad de la organización.

Por su parte Maldonado Villava, G.(2008), señaló que, es una forma de pensar para adaptarse al cambio, eliminando desperdicio y mejorando continuamente; utilizando herramientas y técnicas para lograr maximizar el esfuerzo de la fuerza laboral y así operar como una empresa eficiente y competitiva. Asimismo, utiliza herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, y aumenta el valor de cada actividad realizada, eliminando lo que no se requiere; reduce desperdicios y mejora las operaciones

Los beneficios obtenidos fueron demostrados por un estudio realizado por la organización Lean Solutions (2013) entre 300 empresas implantadoras estadounidenses que mostraron reducciones del 20% a 50% en los aspectos importantes de la fabricación. Tal como se indica en el siguiente gráfico:

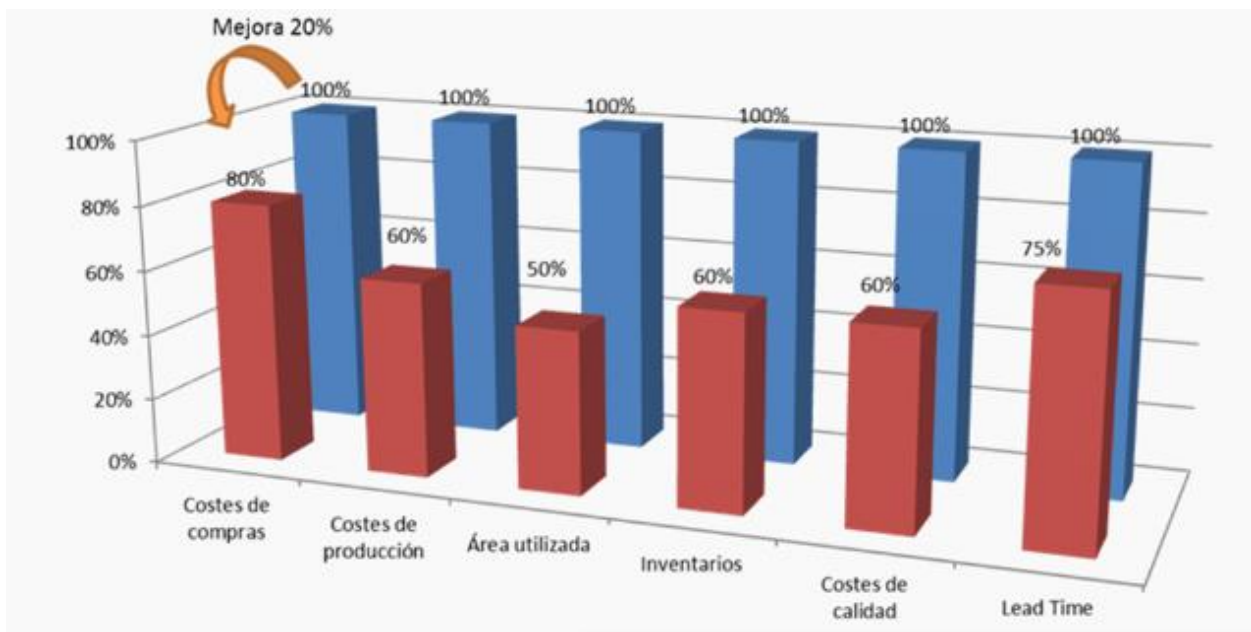


Tabla 6: Beneficios del Lean Manufacturing

Fuente: Lean Solutions

Principios de Lean Manufacturing

Según Espejo Ruiz, L. (2010), Existen cuatro principios fundamentales sobre los que se basa la filosofía Lean Manufacturing:

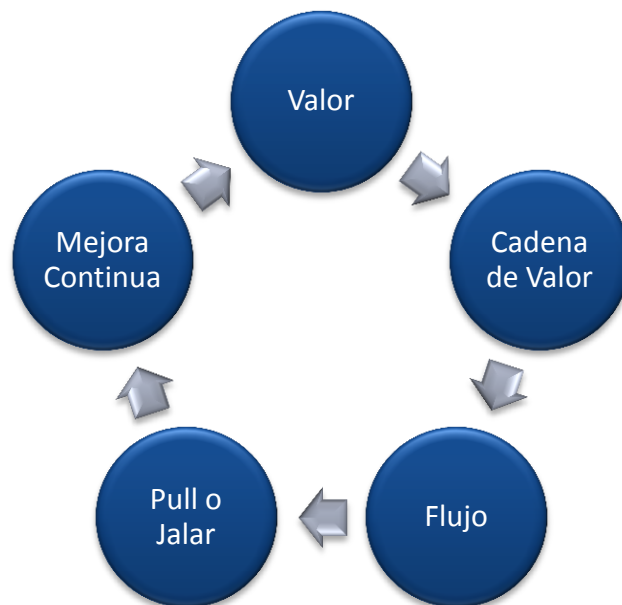


Figura 13: Principios Lean Manufacturing

Fuente: POLINOMIO SAC

- a) Valor: Se definen por el cliente, es decir el cliente paga por las cosas que cree que tienen valor y nosotros no debemos decidir por él.
- b) Cadena de Valor: Es aquella secuencia de actividades en la cual se responde a una necesidad por parte del cliente representada en un flujo de valor. Se identifican actividades que para el cliente no agregan valor, y se elimina.
- c) Flujo: Se debe lograr un movimiento continuo a través de la corriente de valor. Por ello se debe reducir los tiempos de demora en el flujo quitando obstáculos en el proceso.
- d) Pull o Jalar: Está vinculado con el flujo, esta aplicación genera una respuesta más rápido y exacto con un menor esfuerzo. Permite producir solo lo que el cliente pide y evita la generación de un stock necesario.
- e) Mejora Continua: En el último principio se debe trabajar constantemente para conseguir ciclos de producción cortos y obtener la producción ideal (calidad y cantidad)

Herramientas utilizadas:

- Metodología 5 S
- Poka Yoke
- Kanban
- Just in Time
- Productividad

Herramienta de Lean Manufacturing

a) METODOLOGIA 5'S:

Es aquella metodología propuesta por japoneses durante los años 60's cuyo nombre son las 5 palabras que conforman sus etapas (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) para mantener el orden y la limpieza, como resultado se logra beneficios tales como:

Objetivo:

- Optimización de tiempos y espacios
- Mejora en la calidad y satisfacción del cliente
- Mejor ambiente laboral
- Organización y clasificación de materiales

- Mejor imagen a nivel organizacional
- Incremento de la productividad
- Prevención de incidentes o accidentes



Figura 14: Representación gráfica de las 5 S

Fuente: Elaboración Laboral

La metodología 5's está conformada por 5 pasos a seguir:

1) **SEIRI – Seleccionar / Clasificar (ELIMINAR):**

La primera S se encarga de seleccionar lo necesario de lo innecesario las cosas que sirven y eliminar las que no sirven.

¿QUE SE DEBE HACER?

- Separar lo que sirve de lo que no sirve y eliminar lo que no sirve.
- Aprovechar los productos u elementos que se puedan reutilizar.
- Organizar las herramientas en sitios que estén alcance en menor tiempo.
- Clasificación de productos u elementos por frecuencia de uso.
- Eliminación de información innecesaria.

BENEFICIOS

- Área de trabajo despejados de objetos innecesarios
- Facilitación de ubicación de herramientas
- Mejora en la distribución de recursos
- Disminución de accidentes.

2) **SEITON –ORGANIZAR**

Se basa en ordenar los elementos necesarios, de manera que se puedan encontrar con facilidad. Organizar teniendo una disposición y ubicación de cualquier elemento, de tal manera que se pueda utilizar cuando se necesite.

¿QUE SE DEBE HACER?

- Establecer nombre o marcas para cada producto y elemento.
- Asignar un lugar para cada elemento, por la frecuencia de uso.
- Colocar etiquetas visibles o código de colores.

BENEFICIOS

- Mayor seguridad
- Facilidad de localización
- Eliminación de tiempos de búsqueda
- Mejora permanente en la producción

3) **SEISO –LIMPIEZA**

Esta fase se basa en la limpieza que es el acto de quitar lo sucio de algo.

¿QUE SE DEBE HACER?

- Eliminar la suciedad, el polvo, el óxido y otras partículas extrañas, colocando los artículos en sobre y cajas de plástico.

- Mantener los equipos limpios formando una concientización de hábito de limpieza.

BENEFICIOS

- Reducción de riesgo potencial de accidentes.
- Incrementó de vida útil de los equipos.
- Mejora el ambiente laboral.

4) SEIKETSU –ESTANDARIZAR

Son normas que se aplican a través de un procedimiento de tal manera que la organización y el orden sean factores fundamentales.

¿QUE SE DEBE HACER?

- Elaboración de un manual que contenga los estándares de la metodología 5 S del área de producción de panes.
- Designar un comité para la constante evaluación del área de trabajo.

BENEFICIOS

- Queda una constancia del esfuerzo individual y por equipo de la metodología 5 S.
- Usar símbolos o letreros para que los estándares se aplique por sí mismo.
- Facilita el mantenimiento y mejora el desempeño

5) SHITSUKE – DISCIPLINA

Por ser la última fase se encarga de la disciplina, convertir el hábito los métodos estandarizados aceptando la aplicación normalizada y desarrollando una cultura de autocontrol donde los miembros de la organización están comprometidos a cumplir la metodología de las 5 s.

Los colaboradores y empresas que tienen éxito, son las que demuestran que poseen un alto nivel de disciplina.

¿QUE SE DEBE HACER?

- Realizar un reporte de trabajo asignando fechas y responsables.
- Capacitar repetidamente los beneficios de las 5 S
- Mantener la disciplina y autodisciplina

- Respetar las normas y estándares reguladores del funcionamiento de una organización.

BENEFICIOS

- Empatía de los colaboradores}
- Ambiente de motivación y participación
- Compañerismo en el trabajo

PRODUCTIVIDAD

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), señaló que, es el resultado de una gestión empresarial, que toma en cuenta la fortaleza y eficiencia de la estructura productiva nacional, las tendencias a largo plazo en la tasa y estructura de la inversión, la infraestructura técnica y otros factores determinantes de las externalidades sobre las que las empresas se apoyan. La productividad se calcula de la siguiente manera:

$$PRODUCTIVIDAD = \frac{Unidad\ producida}{Tiempo\ empleado}$$

Para el Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial (SENATI) (2008), “es la relación entre la producción y los insumos o recursos utilizados, es decir, la cantidad de bienes o servicios que se obtiene con una cantidad de insumos o recursos” (p. 41). Existen muchas maneras para aumentar la productividad de una empresa, una de ellas es la inversión en grandes capitales y mejorando las máquinas. Pero otra es haciendo un buen y eficiente uso de los recursos ya existentes. Para esto existen muchas técnicas o estrategias que ayudan a elevar el nivel de productividad.

DISTRIBUCION DE PLANTA

Según los autores De la Fuente & Fernández (2005) indican que la distribución consiste en realizar una ordenación física de los factores de producción tales como materiales,

equipos, etc. De modo a que constituyan un sistema productivo más óptimo y ayude a la empresa alcanzar sus objetivos de la manera.

La distribución de planta tiene los siguientes principios:

1. *Principio de distancia minima recorrida:* Es importante tener en una distribucion que al recorrer por el material o personal sea minima y asi mejorar los tiempos.
2. *Principio de circulacion o flujo de materiales:* Es importante que la distribucion se adapte al modo de cada operacion o el proceso este en el mismo orden.
3. *Principio de espacio cubico:* Es importante tener un espacio adecuado tantos en la planta como en oficinas administrativas.
4. *Principio de satisfaccion y seguridad de los trabajadores:* Es importante que ante una distribucion habra una mejor eficiencia si se cumple la relacion de una seguridad que motive una satisfaccion.
5. *Principio de Flexibilidad:* Es importante que la flexibilidad sea facil de ser ajustada o reordenada en un futuro a fin de adaptarse a nuevas situaciones.

Tipos de distribución:

Según los autores De la Fuente & Fernández (2005) algunos tipos de distribución son los siguientes:

1. *Distribución de Singular de Proyecto:* Se desarrolla situando los centros o áreas de trabajo de producción alrededor del producto según la secuencia adecuada del proceso.
2. *Distribución por Fija Posición:* Es utilizada cuando el producto tiene un tamaño muy considerable y es complicado desplazarlo en las diferentes áreas que incluye el proceso. En este caso se adapta el proceso al producto.
3. *Distribución por Cadena:* Se desarrolla cuando en las áreas de trabajo existen diversas variedad en los proceso, los operarios se ocupan de un producto o familia de este. La desventaja es que algunas veces el lugar de trabajo no es el adecuado y esto genera no muy buen clima laboral.

Estudio de trabajo

Según la teoría obtenida del curso Ingeniería de Métodos I (2012) de la Universidad San Ignacio de Loyola los estudios de trabajo de esta tesis son:

1. Diagrama de Actividades del Proceso (DAP): Es la representación gráfica de la secuencia de las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenamientos que suceden durante un proceso.
2. Diagrama de Recorrido o de Circulación (DR): Es un plano vi o tridimensional a escala, en el cual se trazan los recorridos de los operarios, material o equipo, utilizando los símbolos de actividades y colocándose en los lugares donde se realizan.

La simbología utilizada para estos diagramas es la siguiente:



Figura 15: Simbología de Diagramas

Fuente: POLINOMIO SAC.

OBJETIVO DE LA INVESTIGACION

Objetivo General

Implementar Lean Manufacturing en los procesos de fabricación de una cabina cerrada influye significativamente en la productividad de una empresa metalmecánica, Lima

Objetivos Específicos

Indicar el tiempo empleado durante la fabricación de cabina cerrada al implementar la metodología de las 5S en una empresa metalmecánica, Lima

Determinar la distancia recorrida durante la fabricación de cabina cerrada al implementar la metodología de las 5S en una empresa metalmecánica, Lima

Establecer la variación porcentual del índice de accidentabilidad durante la fabricación de cabina cerrada al implementar la metodología de las 5S en una empresa metalmecánica, Lima.

JUSTIFICACIONES DE INVESTIGACION

Económica

Se justifica económicamente, debido a que el principal objetivo del presente trabajo es mejorar la productividad, la cual tiene relación con la variación y comparación de las utilidades obtenidas actualmente con las utilidades que se obtienen después de la mejora.

Para lograr analizar si es positiva o negativa económicamente esta mejora se utilizaran los datos cuantitativos, los cuales se usaran para hallar los ratios económicos los cuales permitirán saber si se mejora la rentabilidad y genera un beneficio económico.

Social

Se justifica socialmente, porque al mejorar la productividad se logra aumentar la rentabilidad y también al mejorar los procesos mediante estandarizaciones se buscara nuevos proyectos porque ya se logra la solidez organizacional.

Con ello se genera mayor oportunidad de trabajo y esto implica mantener la planilla actual de la empresa entre jefes y operarios, lograr un seguro económico más adelante con aumentos en los sueldos el cual motiva y compromete al personal a seguir mejorando día a día y el beneficio de contar con un seguro social mediante convenios con las diferentes entidades privadas o del estado.

Según el diario “El Milenio” para lograr el éxito de este existen 3 factores: Compromiso del personal, liderazgo y herramienta a utilizar según la situación. Se puede afirmar que la empresa logra cumplir con estos 3 factores.

HIPOTESIS

Hipótesis General

H: La implementación de Lean Manufacturing en los procesos de fabricación de una cabina cerrada mejora la productividad de una empresa metalmecánica, Lima

Ho: La implementación de Lean Manufacturing en los procesos de fabricación de una cabina cerrada no mejora la productividad de una empresa metalmecánica, Lima

Hipótesis Específicas

H1: El tiempo empleado mejora significativamente durante la fabricación de cabina cerrada al implementar la metodología de las 5S en una empresa metalmecánica, Lima

H1o: El tiempo empleado no mejora significativamente durante la fabricación de cabina cerrada al implementar la metodología de las 5S en una empresa metalmecánica, Lima

H2: Determinar la distancia recorrida se reduce significativamente durante la fabricación de cabina cerrada al implementar la metodología de las 5S en una empresa metalmecánica, Lima

H2o: Determinar la distancia recorrida no se reduce significativamente durante la fabricación de cabina cerrada al implementar la metodología de las 5S en una empresa metalmecánica, Lima

H3: El índice de accidentabilidad disminuye porcentualmente durante la fabricación de cabina cerrada al implementar la metodología de las 5S en una empresa metalmecánica, Lima.

H3o: El índice de accidentabilidad no disminuye porcentualmente durante la fabricación de cabina cerrada al implementar la metodología de las 5S en una empresa metalmecánica, Lima.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
Problema General ¿La implementación de Lean Manufacturing en los procesos de fabricación de una cabina cerrada influye significativamente en la productividad de una empresa metalmecánica? Problemas Específicos ¿Cuánto varía el tiempo empleado durante la fabricación de cabina cerrada al implementar la metodología de las 5S en una empresa metalmecánica? ¿Cuánto varía la distancia recorrida durante la fabricación de cabina cerrada al implementar la metodología de las 5S en una empresa metalmecánica? ¿Cuál es la variación porcentual del índice de accidentabilidad durante la fabricación de cabina cerrada al implementar la metodología de las 5S en una empresa metalmecánica?	Objetivo General Implementar Lean Manufacturing en los procesos de fabricación de una cabina cerrada influye significativamente en la productividad de una empresa metalmecánica, Lima Objetivos Específicos Indicar el tiempo empleado durante la fabricación de cabina cerrada al implementar la metodología de las 5S en una empresa metalmecánica, Lima Determinar la distancia recorrida durante la fabricación de cabina cerrada al implementar la metodología de las 5S en una empresa metalmecánica, Lima Establecer la variación porcentual del índice de accidentabilidad durante la fabricación de cabina cerrada al implementar la metodología de las 5S en una empresa metalmecánica, Lima.	Hipótesis General H: La implementación de Lean Manufacturing en los procesos de fabricación de una cabina cerrada mejora la productividad de una empresa metalmecánica, Lima Ho: La implementación de Lean Manufacturing en los procesos de fabricación de una cabina cerrada no mejora la productividad de una empresa metalmecánica, Lima Hipótesis Específicas H1: El tiempo empleado mejora significativamente durante la fabricación de cabina cerrada al implementar la metodología de las 5S en una empresa metalmecánica, Lima H1o: El tiempo empleado no mejora significativamente durante la fabricación de cabina cerrada al implementar la metodología de las 5S en una empresa metalmecánica, Lima H2: Determinar la distancia recorrida se reduce significativamente durante la fabricación de cabina cerrada al implementar la metodología de las 5S en una empresa metalmecánica, Lima H2o: Determinar la distancia recorrida no se reduce significativamente durante la fabricación de cabina cerrada al implementar la metodología de las 5S en una empresa metalmecánica, Lima H3: El índice de accidentabilidad disminuye porcentualmente durante la fabricación de cabina cerrada al implementar la metodología de las 5S en una empresa metalmecánica, Lima. H3o: El índice de accidentabilidad no disminuye porcentualmente durante la fabricación de cabina cerrada al implementar la metodología de las 5S en una empresa metalmecánica, Lima.	Variable Independiente Lean Manufacturing Variable Dependiente Productividad	Método de Investigación El siguiente trabajo de tesis tendrá una metodología cuantitativa. Marco Teórico Lean Manufacturing Principios Lean Metodología 5 S Just in Time Productividad Distribución de Planta Diagrama de Pareto Diagrama de Recorrido

Tabla 7: Matriz de Consistencia

Fuente: POLINOMIO SA

ALCANCES

La presente investigación se centrará en una mejora en la productividad, mejora en los procedimientos, orden y limpieza de almacén durante el proceso de fabricación de un producto POLINOMIO SAC.

La herramienta que se utilizara para la recolección de datos de la situación actual será encuestas, las cual se realizarán al personal que labora en la planta.

Luego a partir de los resultados obtenidos se procederá a analizar y tabular estos para realizar una comparación entre el antes y el después. Finalmente se darán las Conclusiones y recomendaciones del caso.

LIMITACIONES

La empresa cuenta con un sistema ERP propio, pero no se han realizado actualizaciones y el stock en alguna situación es incierto por lo cual se verifica de manera física.

La planta al haber tantas actividades al realizar como se menciona en los problemas el personal es poco comprometido en mantener el orden y aseado su centro de trabajo y genera tropiezos durante el desplazamiento por las diferentes áreas.

Finalmente las actividades no se encuentran correctamente estandarizadas llegando a generar tiempos muertos.

MARCO METODOLOGICO

La metodología empleada en la presente tesis es de carácter cuantitativo. Para analizar la situación actual se realizó un FODA para analizar los factores internos y externos de la empresa. A partir de los resultados obtenidos por el FODA se realizó el Diagrama de Ishikawa que es una representación gráfica para las causas que provocan nuestro problema principal que es baja productividad.

Continuando se realiza el diagrama de Pareto en el cual se obtiene que los principales problemas que afectan la productividad son los tiempos muertos o improductivos, las distancias recorridas entre las áreas y el índice de accidente.

Para analizar a más profundidad se toma como unidad de análisis la fabricación de cabina cerrada, en el cual se describe de manera detallada los pasos para su fabricación y para un mejor análisis se crea su Diagrama de Actividades de Procesos para hallar cuanto es el tiempo de fabricación y la distancia recorrida que se da entre las áreas. También como la distribución actual, los materiales que no desechan afectan el tránsito entre las áreas y generando en ciertas ocasiones golpes o caídas el cual perjudica la seguridad del personal.

La falta de limpieza que puede generar infecciones ya que se trabaja con insumos tóxicos como pinturas y ácido. Para ello se usa una herramienta de Lean Manufacturing como es las 5S, filosofía que tiene el objetivo de crear un hábito de orden, limpieza en la planta así como también estandarizar los procesos en función a su área.

Para la solución de accidentes se descubre que el personal no se encuentra capacitado y no conocen los riesgos de sus áreas, se tomó un examen y se obtuvo resultados negativos verificando así lo afirmado, para ello se realiza capacitaciones por dos meses y al final se realiza un examen dando como resultado esta vez positivo llegando a afirmar que se mejoró ese aspecto

Finalmente se realiza una distribución de planta y se volvió a analizar por medio de un DAP la unidad de análisis como es la fabricación de cabina cerrada dando como resultado que se mejoró la productividad en un 25%.

Paradigma

El presente trabajo se dirige por un paradigma positivista, ya que el objetivo es adquirir un Conocimiento relacionado con las variables a estudiar iniciándose el estudio de la realidad Haciendo uso del método mencionado y de los indicadores identificados.

Por tanto, el paradigma positivista sustenta a la investigación que tenga como objetivo comprobar una hipótesis por medios estadísticos o determinar los parámetros de una determinada variable mediante la expresión numérica.

Enfoque

El enfoque es cuantitativo ya que la data será medida para obtener la situación actual de las variables, a continuación se realizara el análisis y posterior evaluación de manera cuantitativa obteniendo información a través de cálculos estadísticos. Estos resultados serán comparados con la situación actual.

Método

El presente método de la tesis es cuasi experimental debido a que se trabajaron con datos que ya estaban pre terminados, quiere decir que no se escogieron al azar y con estos datos se buscó mejorar para cumplir con los objetivos establecidos.

Variable Independiente

La variable Independiente del presente estudio es Lean Manufacturing, porque es aquella que afecta a otra variable y no depende de otras.

La metodología de las 5S porque ya ha sido establecida y no se ve afectada por otra variable, y de acuerdo a su aplicación en influye en el rendimiento y disminución de accidentes.

Variable Dependiente

La variable Independiente del presente estudio es Mejora de la productividad, porque es afectada por los cambios que se dan en la variable independiente.

El tiempo de fabricación de una cabina cerrada, porque es una variable que se ve afectada por el rendimiento del personal y al tener una planta desordenada y el procedimiento no es fluido se ve afectada creando tiempos innecesarios.

POBLACION

La población del presente estudio es el total de órdenes de requerimiento de fabricación de un producto. En este caso se usa la cantidad de requerimiento que se analizar en 4 meses, cada mes existe un total de 60 requerimiento mensuales por lo cual nuestra población viene a ser 240.

MUESTRA

Para determinar el tamaño de la muestra se usa el método estadístico de tipo aleatorio. Al tener dato de la población se usa la formula estadística para una población finita la cual es:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Para el presente estudio se consideran los siguientes datos:

- Z = Nivel de confianza (95%) = 1,96
- e =Error de estimación (5%) = 0,05
- p = probabilidad a favor (50%) = 0,5
- q = probabilidad en contra (50%) = 0,5
- N = Tamaño de población = 10

Se reemplaza en la fórmula:

$$n = \frac{(1.96)^2 * 8 * 0,5 * 0,5}{(0,05)^2 * (8 - 1) + (1.96)^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = \frac{3.8416 * 8 * 0,25}{0.0025 * 8 + 3.8416 * 0,25}$$

$$n = 9.77$$

$$n = 10$$

Se define la muestra la cual es de 10.

UNIDAD DE ANALISIS

La unidad de análisis es el objeto del presente estudio, para este caso son las órdenes de fabricación de una cabina cerrada.

INSTRUMENTOS Y TECNICAS

El instrumento de trabajo se obtiene del autor *Niebel Benjamin (1993) "Ingeniería industrial. Métodos, tiempos y movimientos"*.

Para hallar la productividad se debe conocer el tiempo empleado para la fabricación de cabina cerrada (Cabina/min), para ello se toma como herramientas el uso **Diagramas de Actividades de Procesos (DAP)**, el cual se define como aquel método que permite mostrar las etapas de un proceso de manera gráfica o simbólica, este instrumento nos permite hallar el tiempo empleado y distancia recorrida del personal entre las áreas durante los procesos de fabricación de cabina cerrada. También al enumerarlos pasos que se sigue para la fabricación se observan que hay actividades innecesarias y a su vez se indica como observación que existe un gran desorden y falta de aseo del personal en sus áreas de trabajo.

Para conocer la actual distribución de las áreas en la planta se utiliza el **Diagrama de Recorrido (DR)**, el cual se define como aquel esquema o plano en el cual se coloca el lugar donde se encuentran ubicadas las áreas involucradas en el proceso de fabricación y para seguir de manera ordenada la secuencia de procesos y se muestran por medio de símbolos.

Al realizar este diagrama se observa que el proceso no sigue un flujo continuo, sino que existe un desorden entre las áreas, las cuales no fueron correctamente distribuidas.

RESULTADOS

Procedimiento – Método de Análisis

Al inicio del presente trabajo se explicó la situación actual de la empresa por medio de diagramas de Ishikawa y Pareto. En ellos se identifica los problemas principales que afectan la productividad durante los procesos de fabricación.

La productividad actual es de 0,20 cabina/ hora. Para solucionar los problemas identificados se aplicara la metodología 5S con el objetivo de minimizar los desperdicios, tener zonas o áreas de trabajo limpias y ordenadas, mejorando la seguridad.

1 S – Clasificar:

En esta primera etapa se clasificaron todos los materiales, mermas, herramientas o productos que generaban inconvenientes en la producción, también como una ayuda se utilizó “TARJETA ROJA” (Ver anexo 5) con el objetivo de identificar qué elementos son innecesarios en las áreas de trabajo para proceder a desechar o reubicar quizás en otra zona de la empresa o devolver a almacén.

2 S – Ordenar:

En esta segunda etapa luego de clasificar los materiales y herramientas se procede ordenar estos en los espacios asignados según su la hoja de clasificación llenada (Ver anexo 6), algunos que materiales que no tenían mucha frecuencia de uso fueron devueltos a almacén y se guardaron en cajas para cuando sean necesarias tener a la mano, mientras que se separaron las mermas para ser desechadas y tener más espacio en las áreas de trabajo. (Ver anexo 5)

3 S - Limpieza

Continuando con la implementación de las 5S, en esta tercera etapa se procede a realizar la limpieza, con el objetivo de tener una buena imagen a nivel organizacional y áreas de trabajo limpias para dar mejor comodidad al personal operativo. (Ver anexo 8)

4S – Estandarización

La cuarta etapa de este proceso es la estandarización, es una de las más importantes en la cual se busca que se los cambios realizados hasta el momento se conserven.

Para ello, luego de la implementación de las 3 primeras etapas (Clasificar-Ordenar-Limpiar) se realizaron charla durante 1 semana en la cual se expuso los beneficios que se generan gracias a esta herramienta, principalmente es mejorar la producción y reducir el índice de accidentes.

Posterior a la charla se procedieron a colocar en el muro principal de la empresa en la cual se muestra los beneficios para siempre hacer recordar al trabajador que se puede conseguir siguiendo estos pasos y motivar a continuar con la mejora. (Ver anexo 9)

5S – Disciplina

Por ultimo esta la etapa de la disciplina, en la cual se encarga de lograr que la metodología se logre convertir en más que una obligación, que sea un habito para ello se implementaron políticas en la empresa, también se establecieron métodos de trabajo y sanciones en caso el personal no cumpla con esta metodología. Como una motivación, cada fin de mes se otorgaba un reconocimiento por parte de la empresa al trabajador que mantenga durante su jornada laboral esta nueva filosofía (Ver anexo 10)

Con la implementación de la metodología Lean, también se desea que la distribución de las áreas en la planta se ordenen según el flujo de los procesos. A continuación se presenta la nueva Distribución de Planta:

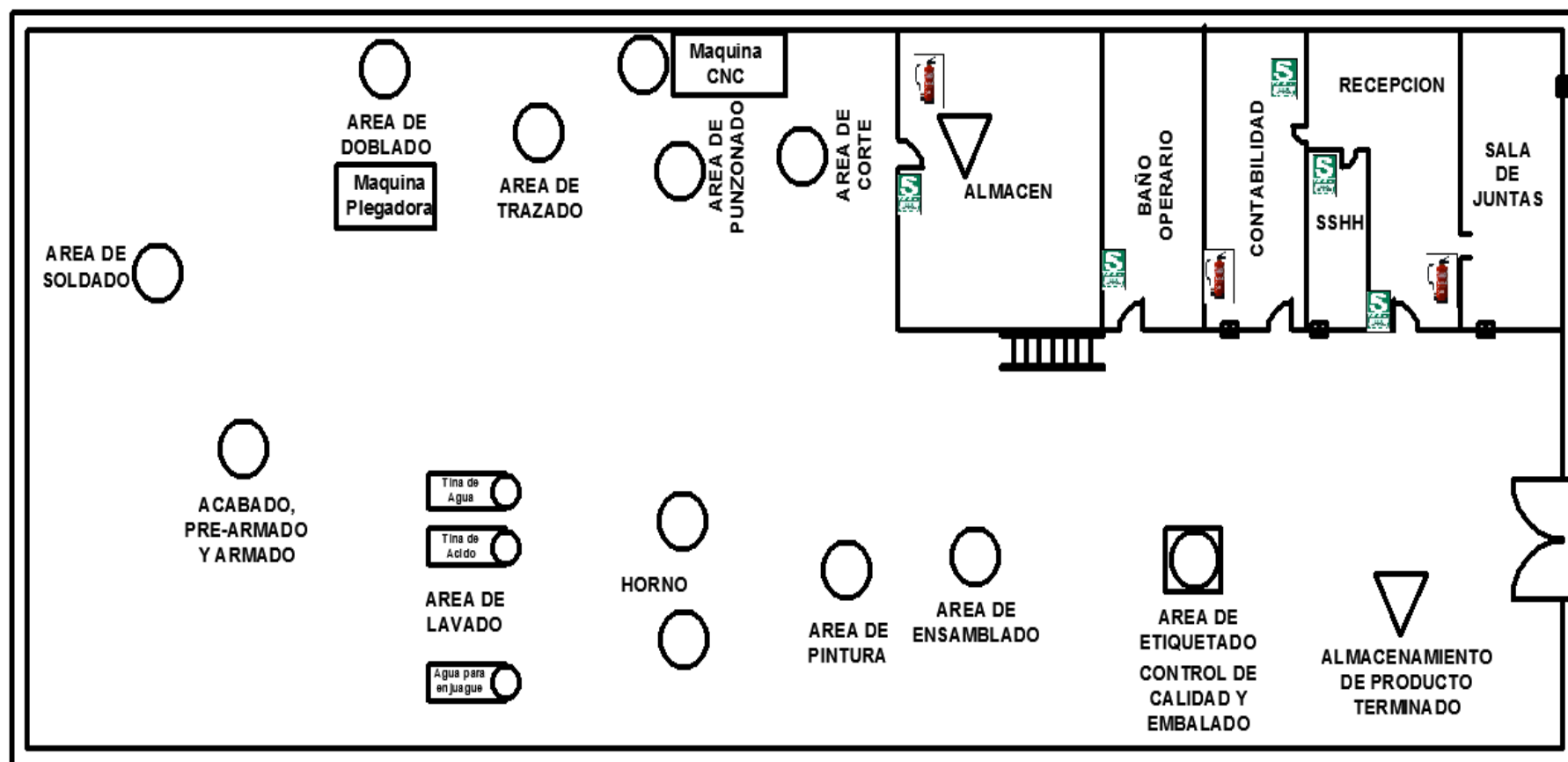


Figura 16: Distribución Nueva de POLINOMIO SAC

Fuente: POLINOMIO SAC

Continuando se aplicara DAP al procedimiento de proceso de fabricación de cabina cerrada según el nuevo plano, también como ayuda en el traslado de planchas de acero se compra un carrito para transportarlos. A continuación el nuevo DAP con las actividades innecesarios eliminadas. Se volvió a aplicar la toma de tiempo para hallar el tiempo promedio y se continuó usando el mismo suplemento:

DESCRIPCIÓN	MINUTOS										Tiempo Promedio
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
1. Retiro de planchas acero SAE 1020 del Almacén.	5	4	5	4	5	4	4	5	5	4	4.5
2. Traslado de planchas Acero SAE 1020 hacia Area de Corte	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3. Preparación para corte de planchas Acero SAE 1020 según planos.	3	2	3	2	3	3	2	3	3	3	2.7
4. Corte de planchas Acero SAE 1020 con Cizalla.	3	3	3	2	3	2	2	2	2	3	2.5
5. Traslado de partes a Zona de Punzonado.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6. Programación de Maquina CNC.	5	6	6	5	5	6	6	5	6	5	5.5
7. Perforación de Maquina CNC.	12	12	11	12	11	12	12	11	12	12	11.7
8. Verificación de medidas, dimensiones y espesores.	5	6	6	6	5	5	5	5	6	6	5.5
9. Traslado a Area de Trazado.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10. Se realiza manualmente el marcado de las piezas.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
11. Transporte a Area de Doblado (Maquina Plegadora).	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12. Se realiza el dobléz 90° en CNC Plegadora.	15	14	15	14	15	14	14	15	15	15	14.6
13. Transporte a Area de Soldadura.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
14. Se realiza el soldado.	5	5	6	6	5	5	5	6	5	6	5.4
15. Traslado al Área de Acabado.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16. Se procede limar asperezas y rebabas.	5	4	4	5	5	5	4	5	4	5	4.6
17. Se realiza un control para verificar las especificaciones tecnicas.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
18. Las piezas se trasladan Area de lavado.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19. Se lava con detergente y agua.	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	2.7
20. Se lava con acido anticorrosivo.	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	4.7
21. Se enjuaga las piezas.	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3.4
22. Traslado al Area de Horneado.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23. Se secan las piezas con el Horno	10	10	11	10	10	10	10	11	11	11	10.4
24. Se traslada a la cabinas de pintado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25. Se pinta.	5	5	6	6	5	5	5	6	5	6	5.4
26. Se deja secar.	8	8	9	9	9	9	8	8	8	9	8.5
27. Traslado al Area de Horneado.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
28. Se realiza el proceso de curado (Pintura se adhire al metal)	20	20	20	19	20	19	19	20	19	19	19.5
29. Traslado al Area de Ensamble.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
30. Se ensamblan todas las piezas.	50	53	53	51	50	53	52	51	52	53	51.8
31. Traslado al Área de Etiquetado.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
32. Etiquetado y control de calidad	7	7	7	8	8	8	7	7	7	8	7.4
33. Traslado al Area de Alm acenamiento de Productos Terminados	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
34. Se almacena.	2	3	2	3	2	3	2	2	3	3	2.5

Tabla 8: Toma de Tiempo de Proceso de Fabricacion de Cabina Cerrada despues de la Implementacion

Fuente: POLINOMIO SAC

Al multiplicar el tiempo promedio con el suplemento actual se obtiene el nuevo tiempo:

DESCRIPCIÓN	MINUTOS		
	Tiempo Promedio	Suplemento	Tiempo
1. Retiro de planchas acero SAE 1020 del Almacén.	4.5	26%	6
2. Traslado de planchas Acero SAE 1020 hacia Area de Corte	1	26%	1
3. Preparación para corte de planchas Acero SAE 1020 según planos.	2.7	26%	3
4. Corte de planchas Acero SAE 1020 con Cizalla.	2.5	26%	3
5. Traslado de partes a Zona de Punzonado.	1	26%	1
6. Programación de Maquina CNC.	5.5	26%	7
7. Perforación de Maquina CNC.	11.7	26%	15
8. Verificación de medidas, dimensiones y espesores.	5.5	26%	7
9. Traslado a Area de Trazado.	1	26%	1
10. Se realiza manualmente el marcado de las piezas.	2	26%	3
11. Transporte a Área de Doblado (Maquina Plegadora).	1	26%	1
12. Se realiza el doblado 90° en CNC Plegadora.	14.6	26%	18
13. Transporte a Area de Soldadura.	2	26%	3
14. Se realiza el soldado.	5.4	26%	7
15. Traslado al Área de Acabado.	1	26%	1
16. Se procede limar asperezas y rebabas.	4.6	26%	6
17. Se realiza un control para verificar las especificaciones técnicas.	5	26%	6
18. Las piezas se trasladan Area de lavado.	1	26%	1
19. Se lava con detergente y agua.	2.7	26%	3
20. Se lava con acido anticorrosivo.	4.7	26%	6
21. Se enjuaga las piezas.	3.4	26%	4
22. Traslado al Area de Horneado.	1	26%	1
23. Se secan las piezas con el Horno	10.4	26%	13
24. Se traslada a la cabinas de pintado	1	26%	1
25. Se pinta.	5.4	26%	7
26. Se deja secar.	8.5	26%	11
27. Traslado al Area de Horneado.	1	26%	1
28. Se realiza el proceso de curado (Pintura se adhiere al metal)	19.5	26%	25
29. Traslado al Area de Ensamble.	2	26%	3
30. Se ensamblan todas las piezas.	51.8	26%	65
31. Traslado al Área de Etiquetado.	1	26%	1
32. Etiquetado y control de calidad	7.4	26%	9
33. Traslado al Area de Almacenamiento de Productos Terminados	1	26%	1
34. Se almacena.	2.5	26%	3
			244

Tabla 9: Tiempo Estándar de proceso de fabricación de Cabina Cerrada Después

Fuente: POLINOMIO SAC

Se tiene que el nuevo tiempo estandar es de 244 min, ha disminuido 68 minutos. A continuacion se muestra el nuevo DAP:

CURSOGRAMA ANALÍTICO		OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO									
DIAGRAMA núm:1 Hoja num:1 de		RESUMEN									
Objeto: Cabina Cerrada		ACTIVIDAD		ACTUAL		PROPUESTA		ECONOMÍA			
Actividad: Proceso Completo		Operación			15						
		Transporte			12						
Método: ACTUAL/ PROPUESTO		Espera			01						
		Inspección			05						
Lugar: Planta		Almacenamiento			02						
Operarios(s):		Distancia			32 metros						
Fecha num:		Tiempo			244 minutos						
Compuesto por: Manuel Salazar											
Aprobado por:		Fecha: 22/09/2017									
DESCRIPCIÓN	D (m)	T (min)	SIMBOLO					Observaciones			
			○	□	◇	□	▽				
1. Retiro de planchas acero SAE 1020 del Almacén.	2	6					●				
2. Traslado de planchas Acero SAE 1020 hacia Area de Corte	2	1		●							
3. Preparación para corte de planchas Acero SAE 1020 según planos.		3					●				
4. Corte de planchas Acero SAE 1020 con Cizalla.		3	●					Se obtiene 2 puertas frontal y posterior, 2 laterales, techo, piso y bandeja			
5. Traslado de partes a Zona de Punzonado.	2	1		●							
6. Programación de Maquina CNC.		7	●								
7. Perforación de Maquina CNC.		15	●								
8. Verificación de medidas, dimensiones y espesores.		7					●				
9. Traslado a Area de Trazado.	2	1		●							
10. Se realiza manualmente el marcado de las piezas.		3	●								
11. Transporte a Área de Doblado (Maquina Plegadora).	4	1		●							
12. Se realiza el doblaz 90° en CNC Plegadora.		18	●								
13. Transporte a Area de Soldadura.	3	3		●							
14. Se realiza el soldado.		7	●					El soldado es de zocalo inferior, superior y techo			
15. Traslado al Área de Acabado.	2	1		●							

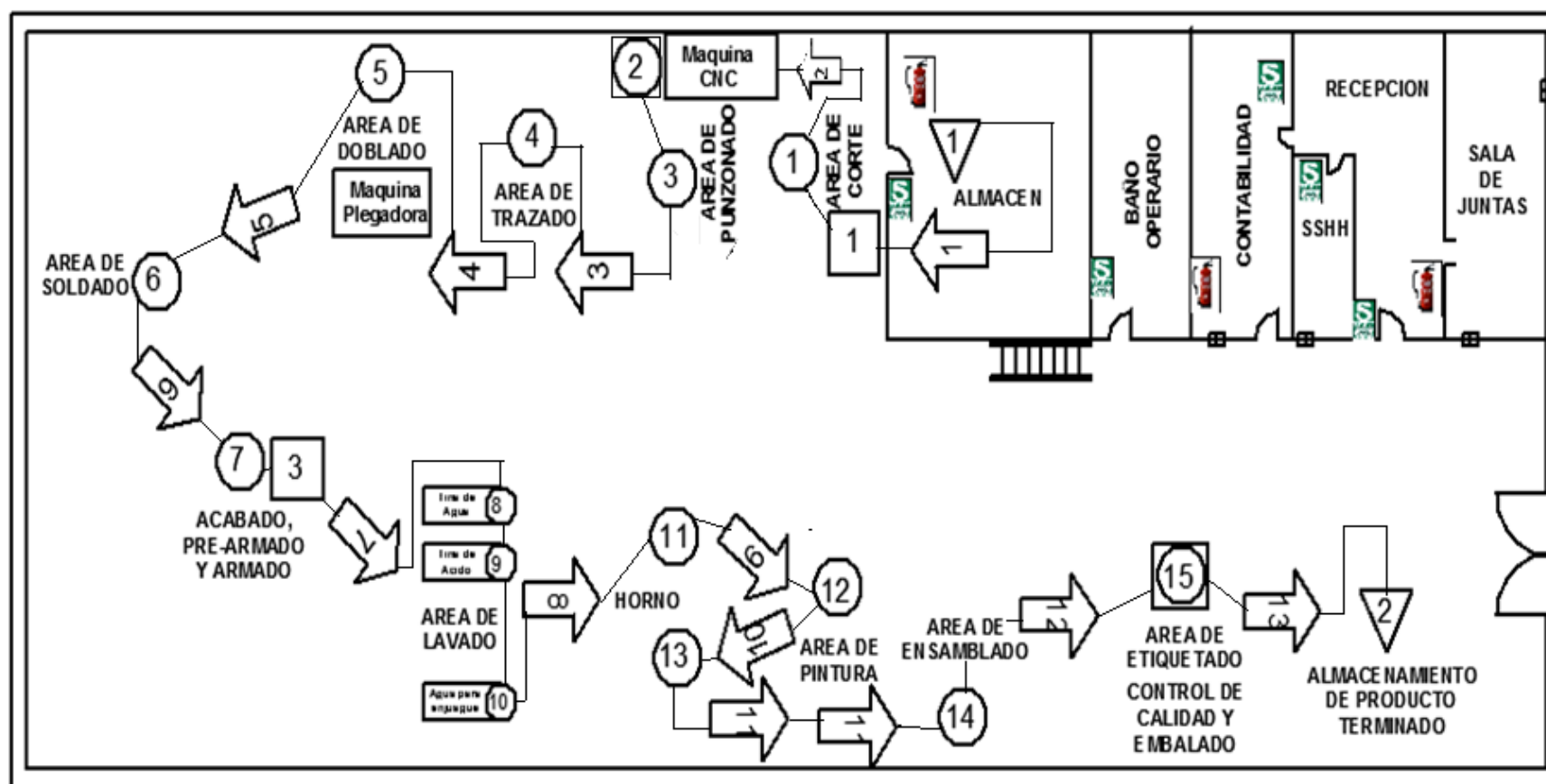


Figura 17: Diagrama de Recorrido (DR) del proceso de Fabricación Nuevo de Cabina Cerrada

Fuente: POLINOMIO SA

Como se observa en el Diagrama de Actividades de Proceso con la aplicación de Lean Manufacturing – Metodología 5S se eliminaron actividades innecesarias que generan retrasos en los tiempos y con la distribución actual se obtiene la siguiente productividad

$$Productividad\ Nueva = \frac{1\ cabina}{4\ horas} = 0.25\ cabina/horas$$

En el Diagrama de Recorrido (DR) se observa que el flujo es de manera más ordenada y continua lo cual se buscaba al inicio del presente trabajo, teniendo como resultado que el tiempo de proceso de fabricación se redujo 68 min dando como resultado un nuevo tiempo que es 244 min y la distancia recorrida en la actual distribución es de 32 metros

En el siguiente cuadro se muestran la productividad anterior y la productividad nueva, así como también el impacto e incremento porcentual de la productividad:

CUADRO DE RESULTADOS	
PRODUCTIVIDAD ANTERIOR	0.20 cabina/ hora
PRODUCTIVIDAD NUEVA	0.25 cabina / hora
IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD	El impacto fue de 0.05 o 5%
% INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD	El incremento fue en un 25%

Tabla 11: Tabla resumen de Productividad

Fuente: POLINOMIO SAC

ANALISIS DE VARIACION PORCENTUAL EN ACCIDENTES:

FRECUENCIA	AREA	ACCIDENTE	CAUSA
9	En la mayoría de las Áreas	Caídas de mismo nivel	- Dolores musculares, golpes.
6	Retiro de Materias Primas (Almacén)	Sobreesfuerzo en carga	- Dolores musculares, lesiones, contusiones.
4	Cortado	Contacto con objetos cortantes	-Cortes, infecciones.
2	Soldado y Horno	Contacto con objetos calientes	-Quemaduras de gran riesgo, daños permanentes en el cuerpo, afecta la visión.
1	Pintura	Intoxicación	La pintura ocasiona daños al respirar se ocasiona alteraciones respiratorias y ante el contacto sin EPP puede dañar la piel.

Tabla 12: Índice de Accidentabilidad antes de la implementación

Fuente: POLINOMIO SAC

En la siguiente tabla se muestra la cantidad de accidentes en 2 meses el cual es de 22, de un total de 30 personas. Según el trabajo hecho por *Merchán, M (2012), sobre Accidentes de trabajo y enfermedad profesional* se puede hallar el Índice de Accidentabilidad:

$$I.A = \frac{\text{Numero de Accidentes}}{\text{Numero de Trabajadores}} \times 100$$

$$I.A = \frac{22}{30} \times 100$$

$$I.A = 73,33\%$$

El Índice de Accidentabilidad, nos permite hallar el porcentaje de accidentes en relación al número de trabajadores en este caso es de 73,33%.

FRECUENCIA	ÁREA	ACCIDENTE	SOLUCION
5	En la mayoría de las Áreas	Caídas de mismo nivel	Capacitación de Seguridad y Metodología 5S
3	Retiro de Materias Primas (Almacén)	Sobreesfuerzo en carga	Capacitación de Seguridad y Ergonomía
2	Cortado	Contacto con objetos cortantes	Capacitación de Seguridad, obligación de usos de EPP y MO de herramienta
2	Soldado y Horno	Contacto con objetos calientes	Capacitación de Seguridad, obligación de usos de EPP y Plan de Emergencias
1	Pintura	Intoxicación	Capacitación de Salud Ocupacional

Tabla 13: Índice de Accidentabilidad después de la implementación

Fuente: POLINOMIO SAC

En la siguiente tabla se observa que disminuye la frecuencia a 13 veces, con la misma cantidad de trabajadores:

$$I.A = \frac{\text{Numero de Accidentes}}{\text{Numero de Trabajadores}} \times 100$$

$$I.A = \frac{13}{30} \times 100$$

$$I.A = 43,33\%$$

No se logra disminuir por completo ya que los accidentes son sucesos fortuitos sin embargo hay accidentes que ocurren por negligencia en este caso al tener mayor conocimiento de los temas de seguridad se logra disminuir en un 43,33% el índice de Accidentabilidad.

Analizando ambos resultados se obtiene que la variación porcentual sea de un 69%

PRUEBA DE HIPOTESIS

A continuación se muestra por medio del cálculo SPSS la validación de la hipótesis planteada en los objetivos específicos, para ello se usaran una prueba T para muestras seleccionadas. Con un $\alpha=0.05$.

Hipótesis Específica 1:

H1: La implementación de la herramienta Lean Manufacturing reduce el tiempo empleado durante la fabricación de cabina cerrada en una empresa metalmecánica.

H1o: La implementación de la herramienta Lean Manufacturing no reduce el tiempo empleado durante la fabricación de cabina cerrada en una empresa metalmecánica

		Diferencias emparejadas							
			Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
		Media			Inferior	Superior			
Par 1	TIEMPO ANTES - TIEMPO DESPUES	1,789	2,133	,346	1,088	2,491	5,172	37	,000

Tabla 14: Prueba de Validación de Hipótesis 1 (*Ver datos anexo 15*)

Fuente: SPSS 22

Análisis e Interpretación:

Puesto que $0,000 < 0.050$ los datos proporcionan suficiente evidencia como para indicar una diferencia en el promedio de la pre prueba y la post prueba puesto que 0.000 alcanza a una región de rechazo. Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa.

Hipótesis Específica 2:

H2: La implementación de la herramienta Lean Manufacturing reduce la distancia recorrida entre las áreas durante la fabricación de cabina cerrada en una empresa metalmecánica.

H2o: La implementación de la herramienta Lean Manufacturing no reduce la distancia recorrida entre las áreas durante la fabricación de cabina cerrada en una empresa metalmecánica.

		Diferencias emparejadas							
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Distancia Recorrida de Proceso de Fabricacion (Antes) - Distancia Recorrida de Proceso de Fabricacion (Despues)	,853	1,794	,308	,227	1,479	2,772	33	,009

Tabla 15: Prueba de Validación de Hipótesis 2 (Ver datos anexo 16)

Fuente: SPSS 22

Análisis e Interpretación:

Puesto que $0,009 < 0.050$ los datos proporcionan suficiente evidencia como para indicar una diferencia en el promedio de la pre prueba y la post prueba puesto que 0.009 alcanza a una región de rechazo. Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa.

Hipótesis Específica 3:

H3: La implementación de la herramienta Lean Manufacturing disminuye la cantidad de accidentes durante la fabricación de cabina cerrada en una empresa metalmecánica.

H3o: La implementación de la herramienta Lean Manufacturing no disminuye la cantidad de accidentes durante la fabricación de cabina cerrada en una empresa metalmecánica.

		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	ANTES - DESPUES	2,400	1,140	,510	,984	3,816	4,707	4	,009

Tabla 16: Prueba de Validación de Hipótesis 3 (Ver datos anexo 17)

Elaboración: SPSS 22

Análisis e Interpretación:

Puesto que $0,009 < 0.050$ los datos proporcionan suficiente evidencia como para indicar una diferencia en el promedio del pre prueba y la post prueba puesto que 0.009 alcanza a una región de rechazo. Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa.

Hipótesis General:

H: La implementación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la productividad durante la fabricación de cabina cerrada en una empresa privada metalmecánica.

Ho: La implementación de herramientas Lean Manufacturing no incrementa la productividad durante la fabricación de cabina cerrada en una empresa privada metalmecánica.

		Diferencias emparejadas							
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Productividad (Anterior 2016) - Productividad (Nueva 2017)	-3,650	,933	,209	-4,087	-3,213	-17,490	19	,003

Tabla 17: Prueba de Validación de Hipótesis General (Ver datos anexo 18)

Fuente: SPSS 22

Análisis e Interpretación:

Puesto que $0,003 < 0.050$ los datos proporcionan suficiente evidencia como para indicar una diferencia en el promedio del pre prueba y la post prueba puesto que 0.000 alcanza a

una región de rechazo. Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula principal en favor de la hipótesis alternativa principal

Finalmente al tener las 3 hipótesis alternativas aceptadas y comprobar que la hipótesis principal se acepta se concluye que el trabajo de investigación logra el objetivo de mejorar la productividad.

DISCUSIÓN

1. **A diferencia** de la tesis de *Ospina Delgado, J. (2016) cuyo título de tesis “Propuesta de Distribución de Planta, para aumentar la Productividad En Una Empresa Metalmecánica en Ate, Lima.”* Que investigo productividad en función de la capacidad de producción de cada máquina, la presente investigación se enfocó en la relación de Lean Manufacturing partiendo principalmente de las 5S en utilizando como unidad de análisis la fabricación de una cabina cerrada mejorando los tiempos y distancias recorridas.

En similitud con la investigación de la tesis Ospina, en ambos casos se aplica una distribución de planta basándose en el DAP para obtener la información ordenada y plasmando en el DR. Se analizan un antes y después de la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing.

2. **En similitud** de los tesista *Manchego Alva, D & Paredes Cotohuanca, M (2014), cuyo tema de tesis fue “Diseño de la Distribución de Planta de una Fábrica de Muebles de madera y propuesta De Nuevas Políticas de Gestión De Inventarios”,* los cuales al realizar la propuesta de mejora se basó evaluando los tiempos y distancias entre las áreas durante un proceso de fabricación de madera, lo cual en este trabajo también se aplica este método por medio de DAP y DR.

A diferencia de la presente tesis, los tesis Alva y Paredes solo implementan herramientas Lean Manufacturing pero no continúan haciendo seguimiento para que esta filosofía continúe y tampoco realizan planes de mantenimiento en las máquinas de la planta, también para la demostración de sus hipótesis utilizan VAN en cambio la presente utiliza un sistema estadístico (SPSS 22)

3. **En concordancia** de los tesista *Hernández Lamprea, E & Camargo Carreño, Z (2013)* de la *Universidad El Bosque de Bogotá, Colombia* cuyo tema es *“Impacto de las 5S en la productividad, calidad, clima organizacional y seguridad industrial en la empresa Cauchometal Ltda.”*, ambas investigaciones han aplicado la metodología Lean analizando por medio de Diagramas de Ishikawa y Pareto la situación actual de la empresa y partiendo como herramienta principal 5S. También ambos temas tienen como similitud la demostración de hipótesis por medio de herramientas estadísticas en este caso los tesista utilizan Excel y en el caso de la presente se utiliza el software SPSS.

A diferencia de la presente investigación que si estandariza y crea MOF para mantener al trabajador capacitado y retroalimentado, en la tesis de Hernández y Camargo, se evita esta recomendación y se contrata personal según su nivel de conocimiento y se evitan MOF porque consideran innecesario y demora en la producción, lo cual crea un ambiente de incertidumbre en el personal a diferencia de la presente cuyo objetivo es tener un ambiente laboral adecuado.

CONCLUSIONES

Se concluye que la implementación de la herramienta Lean Manufacturing- 5S afecta los tiempos empleados durante la fabricación de cabina cerrada reduciendo el tiempo en 68 minutos, también para asegurar mayor rapidez se realiza la compra de un carrito en el cual se transportan las planchas de acero entre las áreas.

Se concluye que eliminando actividades innecesarias si mejoraría los tiempos empleados en un 32%

Se concluye que la implementación de la herramienta Lean Manufacturing- 5S afecta la distancia recorrida reduciendo en 29 metros, también para ello se realiza una nueva distribución de planta en función de la secuencia que se toma del DAP.

Se concluye que la nueva distribución más el orden y limpieza del tránsito entre las áreas si mejoraría en un 47%

Se concluye que la implementación de la herramienta Lean Manufacturing- 5S afecta el índice de accidentabilidad disminuyendo porcentualmente en un 69% durante los proceso de fabricación de cabina cerrada. La implementación de las 5S logra que el trabajador ordene su área de trabajo y limpie las zonas de tránsito para evitar algún tipo de accidente, también se realizan test de conocimientos según el MOF del trabajador.

Se concluye que la implementación de la herramienta Lean Manufacturing- 5S afecta la productividad durante la fabricación de cabina cerrada mejorando en un 25% y con un impacto de 5%

RECOMENDACIONES

Se debería de hacer seguimiento a la metodología de las 5S, el principal motivo del cual se mejoran los tiempos empleados, distancias recorridas y lograr que el trabajador aplique en durante su jornada de trabajo esta metodología. Para ello se recomienda hacer reconocimiento mensualmente para motivar al trabajador y no disminuya la productividad

Se debería de formar un comité de SST el cual busque asegurar el bienestar y salud del trabajador durante las jornadas de trabajo mediante auditorías internas. A si mismo deben actualizar los MOF según el área correspondida, para evitar que el operario cometa errores al no conocer un proceso o funciones de las máquinas de la empresa

Se recomienda mantener las materias primas según su clasificación almacenada que el stock que figura en el sistema ERP sea el mismo que la materia en físico y así evitar retrasos durante la producción diaria.

BIBLIOGRAFIA

- Abril Jaramillo, D. F. (2013). *Propuesta del Sistema Lean Manufacturing en la fabricación de gabinetes para refrigeradoras en la empresa Indurama-Indublob S.A. .* Cuenca, Ecuador.
- Arango Torres, A. F. (2012). *Propuesta de Mejoramiento de procesos productivos para Empresas Metalmecánicas Caso: Productos Confort S.A.* Antioquia, Colombia.
- Baluis Flores, C. A. (2013). *Optimización en los procesos en la fabricación de termas electricas utilizando herramientas de Lean Manufacturing.* Lima, Peru.
- Buenaventura Murillo, L., & Rios Rios, D. (2014). *Diseño guía para implementar las herramientas de lean manufacturing junto con herramientas de ingeniería industrial en las empresas manufactureras.* Cali, Colombia.
- Concha Guaila, J. G., & Barahona Defaz, B. I. (2013). *Mejoramiento de la productividad en la empresa INDUACERO CIA.LTDA en base al desarrollo e implementacion de la metodologia 5S y VSM, herramientas de Lean Manufacturing.* Riobamba, Ecuador.
- Córdova Rojas, F. P. (2012). *Mejoras En El Proceso De Fabricación de Spools en una empresa Metalmecánica usando la Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing).* Lima, Peru.
- De la Fuente García, D., & Fernández Quesada, I. (2005). *Distribucion de Planta.* Caliz, España: Universidad de Oviedo .
- Fernandez, E., & Martinez, P. (2013). *Impacto de las 5S en la productividad, calidad, clima organizacional y seguridad industrial en una empresa en Bogotá.* Bogota, Colombia.
- Girado Sanchez, S., Saldarriaga Monsalve, L., & Moncada Roldan, Y. (2013). *Diseño de una Metodología de Implementación de Lean Manufacturing en una PYME.* Medellin, Colombia.
- Gómez Botero, P. A. (2010). *Lean Manufacturing: flexibilidad, agilidad y productividad.* Cataluña, España.

- Hernandez de los Santos, A. E. (2010). *Implementacion de tecnicas manufactura esbelta (Lean Manufacturing) en una planta de empaque de producto terminado*. Guatemala.
- Hernandez Quispe, E. Y. (2014). *ropuesta de reducción del retraso de productos terminados en el área de producción de una empresa metalmecánica mediante la Teoría de las Restricciones y Herramientas Lean Manufacturing*. Lima, Peru.
- Hernandez, T. (9 de Febrero de 2010). *Monografías*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos93/comisario-policia-uruguay/comisario-policia-uruguay.shtml>
- Infante Diaz, E., & Erazo de la Cruz, D. A. (2013). *Propuesta de mejoramiento de la productividad de la linea de camisetas interiores en una empresa de confecciones por medio de la aplicacion de herramientas Lean Manufacturing*. Cali, Colombia.
- Licona Palacios, J. (31 de Agosto de 2017). *milenio*. Obtenido de milenio: http://www.milenio.com/firmas/universidad_politecnica_de_tulancingo/importancia-lean-manufacturing-industria-moderna-milenio_18_1021877834.html
- Manchego Alva, D., & Paredes Cotohuanca, M. (2014). *Diseño de la Distribucion de Planta de una Fabrica de Muebles de madera y propuesta de nuevas Politicas de Gestion de Invetarios*. Lima, Peru.
- Mejia Carrera, S. A. (2013). *Analisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una linea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta*. Lima, Peru.
- Ospina Delgado, J. (2016). *Propuesta de Distribución de Planta para aumentar la Productividad En Una Empresa Metalmecánica en Ate*. Ate, Lima.
- Perez Peñaloza, J. (2014). *Just In time aplicado en la industria de la construccion*. Morelia, Mexico.
- Puyen, E. (2011). *Análisis de un sistema de producción bajo el enfoque Lean Manufacturing para la optimización de la cadena productiva de la Empresa Induplast*. Chiclayo, Peru.

- Quiroga Juarez, C. A. (2015). *Propuesta de mejoras en producción, en una empresa metalmecánica usando Herramientas de Lean Manufacturing*. Guanajuato, Mexico.
- Rajadell Carreras, M., & Sanchez Garcia, J. L. (2011). *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad*. Madrid, España.
- Ramos Flores, J. M. (2012). *Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de fideos en una empresa de consumo masivo mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta*. Lima, Peru.
- Slafer, T. (25 de Septiembre de 2017). SoyMotor. Obtenido de <http://soymotor.com/coches/noticias/toyota-marca-mas-valorada-2017-939903>
- Yuiján Bravo, D. E. (2014). *Mejora del área de logística mediante la implementación de Lean six sigma en una empresa comercial*. Lima, Peru.

ANEXOS

Anexo 1: Cronograma de Actividades

N°	Actividades	2017								
		Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct
1	Inicio del Curso de Actualización 2017									
2	Planteamiento del Problema									
3	Elaboración de hipótesis y definición de variables									
4	Presentación del Plan de Tesis									
5	Aprobación del Plan de Tesis									
6	Desarrollo del diseño de investigación									
7	Recolección de datos.									
8	Análisis e Interpretación de datos.									
9	Agregar referencias y anexos.									
10	Presentación de Tesis. a aprobar									
11	Aprobación del informe de Tesis									
12	Sustentación de la Tesis									

Anexo 2: Presupuesto de Tesis

N°	Concepto	Cantidad	Costo Unitario	Total
1	Charlas Magistrales	1	S/. 1,500.00	S/. 1,500.00
2	Asesoría Teórica	1	S/. 1,500.00	S/. 1,500.00
3	Asesor de Tesis	1	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00
4	Sustentación	1	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00
5	Empastado	4	S/. 85.00	S/. 340.00
6	Transporte	1	S/. 100.00	S/. 100.00
7	Internet	1	S/. 85.00	S/. 85.00
8	Anillado	4	S/. 40.00	S/. 160.00
9	Impresión	1	S/. 100.00	S/. 100.00
10	Luz	1	S/. 170.00	S/. 170.00
TOTAL				S/. 8,155.00

Anexo 3: Diagrama de Actividad de Procesos (DAP)

INFORME ACCIDENTE DE TRABAJO DEL EMPLEADOR O CONTRATANTE

No. _____



EPS A LA QUE ESTÁ AFILIADO		CÓDIGO EPS	ARL A LA QUE ESTÁ AFILIADO		CÓDIGO ARL
AFP A LA QUE ESTÁ AFILIADO		CÓDIGO AFP O SEGURO SOCIAL			
SEGURO SOCIAL SI ☐ NO ☐ CUÁL _____					
I. IDENTIFICACIÓN GENERAL DEL EMPLEADOR, CONTRATANTE O COOPERATIVA					
TIPO DE VINCULADOR LABORAL: (1) EMPLEADOR ☐ (2) CONTRATANTE ☐ (3) COOPERATIVA DE TRABAJO ASOCIADO ☐					
SEDE PRINCIPAL					
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA				CÓDIGO	
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL		TIPO DE IDENTIFICACIÓN		NÚMERO	
		NI ☐ CC ☐ CE ☐ N.U. ☐ PA ☐			
DIRECCIÓN			TELÉFONO	FAX	
CORREO ELECTRÓNICO		DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	ZONA	
				U ☐ R ☐	
CENTRO DE TRABAJO DONDE LABORA EL TRABAJADOR					CÓDIGO
SON LOS DATOS DEL CENTRO DE TRABAJO LOS MISMOS DE LA SEDE PRINCIPAL? SI ☐ NO ☐					SÓLO EN CASO NEGATIVO DILIGENCIAR LAS SIGUIENTES CASILLAS SOBRE CENTRO DE TRABAJO:
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA DEL CENTRO DE TRABAJO			CÓDIGO DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA DEL CENTRO DE TRABAJO		
DIRECCIÓN			TELÉFONO	FAX	
DEPARTAMENTO		MUNICIPIO	ZONA		
			U ☐ R ☐		
II. INFORMACIÓN DE LA PERSONA QUE SE ACCIDENTÓ					
TIPO DE VINCULACIÓN: (1) PLANTA ☐ (2) MISIÓN ☐ (3) COOPERADO ☐ (4) ESTUDIANTE O APRENDIZ ☐ (5) INDEPENDIENTE ☐ CÓDIGO (5) _____					
PRIMER APELLIDO		SEGUNDO APELLIDO		SEGUNDO NOMBRE	
PRIMER NOMBRE					
TIPO DE IDENTIFICACIÓN		NÚMERO		FECHA DE NACIMIENTO	
CC ☐ CE ☐ N.U. ☐ TI ☐ PA ☐				DD ☐ MM ☐ AA ☐ AA ☐ AA ☐ AA ☐	
SEXO					
M ☐ F ☐					
DIRECCIÓN			TELÉFONO	FAX	
DEPARTAMENTO		MUNICIPIO	ZONA	CARGO	
			U ☐ R ☐		
OCUPACIÓN HABITUAL		CÓDIGO OCUPACIÓN HABITUAL	TIEMPO DE OCUPACIÓN HABITUAL AL MOMENTO DEL ACCIDENTE		
			DD ☐ MM ☐ AA ☐ AA ☐ AA ☐ AA ☐		
FECHA DE INGRESO A LA EMPRESA		SALARIO U HONORARIOS (MENSUAL)		JORNADA DE TRABAJO HABITUAL	
DD ☐ MM ☐ AA ☐ AA ☐ AA ☐ AA ☐				(1) DIURNA ☐ (2) NOCTURNA ☐ (3) MIXTO ☐ (4) TURNOS ☐	
III. INFORMACIÓN SOBRE EL ACCIDENTE					
FECHA DEL ACCIDENTE		HORA DEL ACCIDENTE (0-23 HRS)		DÍA DE LA SEMANA EN EL QUE OCURRIÓ EL ACCIDENTE	
DD ☐ MM ☐ AA ☐ AA ☐ AA ☐ AA ☐		HH ☐ MM ☐ SS ☐		DD ☐ DD ☐ DD ☐ DD ☐ DD ☐ DD ☐	

III. INFORMACIÓN SOBRE EL ACCIDENTE									
FECHA DEL ACCIDENTE DD MM AAAA			HORA DEL ACCIDENTE (0-23 HRS) HH MM			DÍA DE LA SEMANA EN EL QUE OCURRIÓ EL ACCIDENTE LU MA MI JU VI SA DO			
JORNADA EN QUE SUCEDE (1) NORMAL ☐ (2) EXTRA ☐		ESTABA REALIZANDO SU LABOR HABITUAL? (1) SI ☐ (2) NO ☐ CUÁL? (Diligenciar sólo en caso negativo)					CÓDIGO		
TOTAL TIEMPO LABORADO PREVIÓ AL ACCIDENTE HH MM		TIPO DE ACCIDENTE (1) VIOLENCIA ☐ (2) TRÁNSITO ☐ (3) DEPORTIVO ☐ (4) RECREATIVO O CULTURAL ☐ (5) PROPIOS DEL TRABAJO ☐							
CAUSÓ LA MUERTE AL TRABAJADOR? (1) SI ☐ (2) NO ☐		DEPARTAMENTO DEL ACCIDENTE		MUNICIPIO DEL ACCIDENTE		ZONA DONDE OCURRIÓ EL ACCIDENTE U ☐ R ☐			
LUGAR DONDE OCURRIÓ EL ACCIDENTE (1) DENTRO DE LA EMPRESA ☐ (2) FUERA DE LA EMPRESA ☐									

INDIQUE CUÁL SITIO (Indique donde ocurrió)
☐ (1) ALMACENES O DEPÓSITOS
☐ (2) ÁREAS DE PRODUCCIÓN
☐ (3) ÁREAS RECREATIVAS O PRODUCTIVAS
☐ (4) CORREDORES O PASILLOS
☐ (5) ESCALERAS
☐ (6) PARQUEADEROS O ÁREAS DE CIRCULACIÓN VEHICULAR
☐ (7) OFICINAS
☐ (8) OTRAS ÁREAS COMUNES
☐ (9) OTRO. (Especifique)

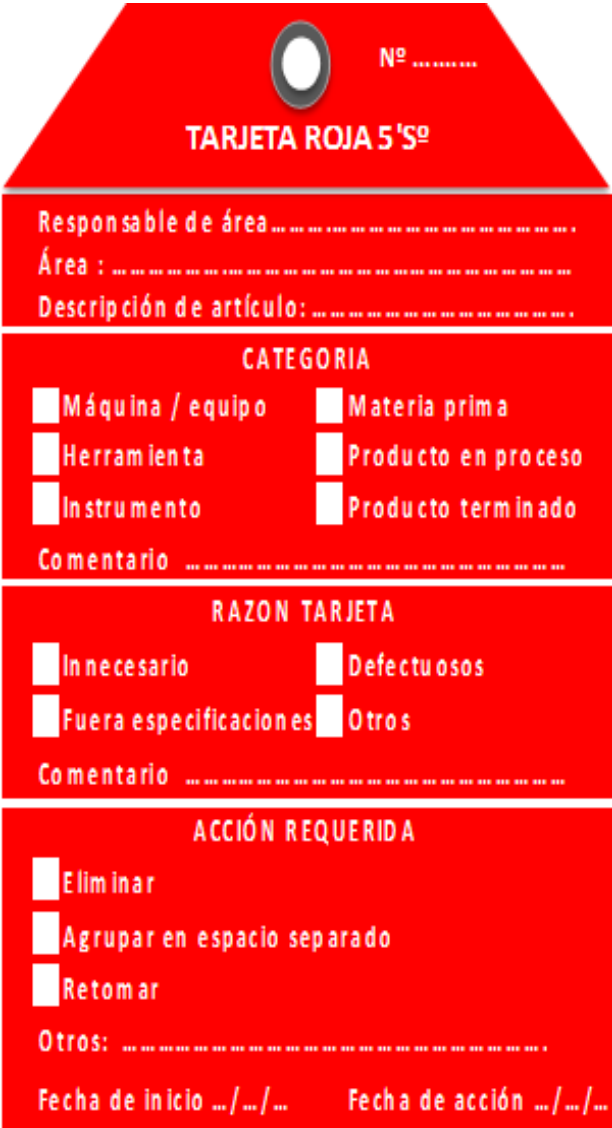
TIPO DE LESIÓN (MARQUE CON UNA X CUÁL O CUÁLES)
☐ (10) FRACTURA
☐ (20) LUXACIÓN
☐ (25) TORCEDURA, ESGUINCE, DESGARRO MUSCULAR, HERNIA O LACERACIÓN DE MÚSCULO O TENDÓN SIN HERIDA
☐ (30) CONMOCIÓN O TRAUMA INTERNO
☐ (40) AMPUTACIÓN O ENUCLEACIÓN (Exclusión o pérdida del ojo)
☐ (41) HERIDA
☐ (50) TRAUMA SUPERFICIAL (Incluye rasguño, punción o pinchazo y lesión en ojo por cuerpo extraño)
☐ (55) GOLPE, CONTUSIÓN O APLASTAMIENTO
☐ (60) QUEMADURA
☐ (70) ENVENENAMIENTO O INTOXICACIÓN AGUDA O ALERGIA
☐ (80) EFECTO DEL TIEMPO, DEL CLIMA U OTRO RELACIONADO CON EL AMBIENTE
☐ (81) ASFIXIA
☐ (82) EFECTO DE LA ELECTRICIDAD
☐ (83) EFECTO NOCIVO DE LA RADIACIÓN
☐ (90) LESIONES MÚLTIPLES
☐ (99) OTRO. (Especifique)

PARTE DEL CUERPO APARENTEMENTE AFECTADO:
☐ (1) CABEZA
☐ (1.12) OJO
☐ (2) CUELLO
☐ (3) TRONCO (Incluye espalda, columna vertebral, médula espinal, pelvis)
☐ (3.32) TÓRAX
☐ (3.33) ABDOMEN
☐ (4) MIEMBROS SUPERIORES
☐ (4.46) MANOS
☐ (5) MIEMBROS INFERIORES
☐ (5.56) PIES
☐ (6) UBICACIONES MÚLTIPLES
☐ (7) LESIONES GENERALES U OTRAS

AGENTE DEL ACCIDENTE: (CON QUÉ SE LESIONÓ EL TRABAJADOR)
☐ (1) MÁQUINAS Y/O EQUIPOS
☐ (2) MEDIOS DE TRANSPORTE
☐ (3) APARATOS
☐ (3.36) HERRAMIENTAS, IMPLEMENTOS O UTENSILIOS
☐ (4) MATERIALES O SUSTANCIAS
☐ (4.4) RADIACIONES
☐ (5) AMBIENTE DE TRABAJO (Incluye superficies de tránsito y de trabajo, muebles, tejados, en el exterior, interior o subterráneos)
☐ (6) OTROS AGENTES NO CLASIFICADOS
☐ (6.61) ANIMALES (Vivos o productos animales)
☐ (7) AGENTES NO CLASIFICADOS POR FALTA DE DATOS

MECANISMO O FORMA DEL ACCIDENTE
☐ (1) CAÍDA DE PERSONAS
☐ (2) CAÍDA DE OBJETOS
☐ (3) PISADAS, CHOQUES O GOLPES
☐ (4) ATRAPAMIENTOS
☐ (5) SOBRESFUERZO, ESFUERZO EXCESIVO O FALSO MOVIMIENTO
☐ (6) EXPOSICIÓN O CONTACTO CON TEMPERATURA EXTREMA
☐ (7) EXPOSICIÓN O CONTACTO CON LA ELECTRICIDAD
☐ (8) EXPOSICIÓN O CONTACTO CON SUSTANCIAS NOCIVAS, RADIACIONES O SALPICADURAS
☐ (9) OTRO. (Especifique)

Anexo 5: Metodología 5S - Ordenar - Modelo de Tarjeta Roja

	
	
N°	
TARJETA ROJA 5'Sº	
Responsable de área	
Área :	
Descripción de artículo:	
CATEGORIA	
☐ Máquina / equipo	☐ Materia prima
☐ Herramienta	☐ Producto en proceso
☐ Instrumento	☐ Producto terminado
Comentario	
RAZON TARJETA	
☐ Innecesario	☐ Defectuosos
☐ Fuera especificaciones	☐ Otros
Comentario	
ACCIÓN REQUERIDA	
☐ Eliminar	
☐ Agrupar en espacio separado	
☐ Retomar	
Otros:	
Fecha de inicio .../.../...	Fecha de acción .../.../...

Anexo 6: Hoja de Clasificación de Materiales y Herramientas

		PLAN DE ACCION			
		FECHA DE EMISION		PROXIMA FECHA DE REVISION	
		N° DE REVISION		RESPONSABLE	
NUMERO DE ITEM	DESCRIPCION DEL MATERIAL	UBICACION ACTUAL	CATEGORIA (Necesario o Innecesario)	ACCION REQUERIDA (Reubicar o Eliminar o Reparar)	

Anexo 7: Metodología 5S - Ordenar

En esta etapa es determinar dónde y cómo se debe almacenar los elementos necesarios para el proceso de producción que sean fáciles y rápidos, esto se hace con el objetivo de evitar accidentes y proteger la seguridad de los trabajadores. A continuación se observa en el siguiente cuadro el antes y después:

ANTES	DESPUES
	
	
	

Anexo 8: Metodología 5S – Limpieza

En esta etapa se busca todo tipo de suciedad en las áreas de trabajo así como en almacén, con el objetivo de tener una buena imagen a nivel organizacional y áreas de trabajo limpias. A continuación se muestran las imágenes de limpieza y desechos:



Trabajador limpiando su area de trabajo



Trabajador sacando la basura



Botes de basura llenos

Anexo 9: Metodología 5S – Estandarizacion4S – ESTANDARIZACION

En esta etapa se busca garantizar el cumplimiento de los procedimientos establecidos (orden y limpieza), para ello se aplica “el principio de los 3 NO” como se muestra en la siguiente imagen:



Con esto se busca que las 3 S anteriores se mantengan en la empresa para continuar con el proceso de mejora. También se agregan carteles informativos sobre el avance de las 3 primeras “S”:



También se pasó a colocar las señales de riesgo que apoyan a la seguridad del trabajador, y que antes no existían en la empresa, esto ayudo al control visual y a la alerta de riesgos identificados en el área.



Anexo 10: Metodología 5S – Disciplina

Por ser la última etapa se encarga de respetar y cumplir todas las normas y estándares establecidos adquiridos por la metodología 5s, es la etapa más fácil y difícil a vez, es fácil porque se observa si cumplen lo establecido, como si fuera un hábito o iniciativa de los mismos operarios y no por se exige, la más difícil por no sabemos qué tan comprometidos se encuentran los operarios con esta técnica.

Para lograr un buen impacto y obtener un alto nivel de compromiso es importante promocionar dando a conocer los conceptos de la metodología de 5s, realizando charlas informativas, volantes, trípticos, imágenes, entre otros que ayuden a motivar el cumplimiento de las tareas asignadas.



Anexo 11: MOF 1 - Jefe de Seguridad

I. INFORMACIÓN GENERAL DEL CARGO	
CARGO:	JEFE DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
ÁREA O DEPARTAMENTO:	SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (SST)
II. RESPONSABILIDADES ESPECÍFICAS	
• Gestionar el Sistema de Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST) en la organización teniendo como referencia la Norma de Seguridad y Salud en el Trabajo OHSAS 18001: 2007. • Integrar al Sistema de Gestión de Seguridad y Salud, la normativa legal - Ley 29783: Seguridad y Salud en el Trabajo. • Velar por el cumplimiento de las políticas y normas establecidas en materia de Seguridad y Salud. • Elaborar la Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos Laborales y sus Controles - IPERC. • Elaboración de los Mapas de Riesgos. • Elaborar el Plan Anual de Seguridad y Salud en el Trabajo. • Dirigir los programas de entrenamiento en materia de seguridad y salud. • Capacitar en temas de Seguridad y Salud en el Trabajo al personal de la organización. • Coordinar el proceso de inspección en los puestos de trabajo. • Asesorar al Comité de Seguridad y Salud. • Investigar accidentes de trabajo, determinar sus causas y recomendar medidas correctivas. • Llevar y analizar estadísticas de Seguridad y Salud. • Elaborar normas y procedimientos relacionados con la adquisición y dotación de equipos de protección personal - EPP. • Coordinar con el médico ocupacional el Plan Anual de Salud Ocupacional y Programas a desarrollar - Vigilancia Médica. • Administrar la documentación generada del SGSST. • Demostrar las mejores prácticas, acordes con la cultura de Salud y Seguridad de la organización. • Mostrar un compromiso visible y activo con el bienestar del personal, lugares de trabajo y actividades saludables y seguras; y la mejora continua del desempeño de la Salud y Seguridad de la empresa. • Participar en la gestión, comunicación, revisión, estrategias, normas y procesos de los planes o programas de Seguridad y Salud Ocupacional. • Promover el comportamiento seguro en la totalidad del trabajo. • Gestionar las actividades necesarias en temas de salud ocupacional y accidentes de trabajo. • Propiciar la toma de conciencia, adquisición y la actualización del conocimiento del equipo de trabajo con el fin de identificar y gestionar los riesgos laborales. • Mantener a la vanguardia el SGSST. • Realizar auditorías internas del SGSST. • Gestionar asesoría externa. • Otras funciones inherentes al puesto.	

Anexo 12: Instructivo de función ante un incendio – Jefe de Seguridad y Salud

CONTRA INCENDIOS	
Antes de la Emergencia	– Planifica, coordina, dirige y controla las actividades de prevención. – Promover en los trabajadores la conciencia de seguridad contra incendios. – Participar en los programas de capacitación y entrenamiento en el manejo de equipos de lucha contra incendio. – Contribuir a reducir las condiciones de riesgo eléctrico causante de incendios (cordones eléctricos con parches, desgastados o viejos que podrían causar un cortocircuito), mediante la coordinación con el jefe de mantenimiento para el seguimiento del programa de mantenimiento del sistema eléctrico. – No sobrecargar los tomacorrientes por que los alambres se pueden recalentar y arder. – Estar familiarizados con la distribución de ambientes, escaleras, puertas de salida y zonas de seguridad a fin de conducir y desplazar a los clientes y trabajadores sin dificultad en caso de producirse alguna emergencia. – Verificar el programa y el mantenimiento de los equipos contraincendios.
Durante	– Es responsable de administrar todas las acciones que demande la emergencia. – Evaluar la magnitud de la emergencia para determinarse si es necesario el apoyo de Defensa Civil, Bomberos, PNP, Ambulancias y otros. – Asegurar la atención de salud, rescate y evacuación de las personas. – Realizar una evaluación preliminar de los daños y elaborar la relación de personas desaparecidas y/o afectadas. – Centralizar la información y toda intervención del personal a fin de presentar el informe de situación de la emergencia. – Al producirse la emergencia, los componentes de las Brigadas de Lucha Contra Incendios actuarán en forma inmediata constituyéndose en el lugar de los hechos utilizando los equipos de lucha contra incendio (extintores, agua, etc.) y combatirán decididamente el fuego hasta su extinción o hasta la llegada de los Bomberos. – Cortar el suministro de energía eléctrica mediante la llave general, durante la situación de emergencia. – Retirar de manera inmediata, siempre y cuando sea posible, todos los elementos inflamables de la zona donde se está produciendo el incendio. – Al atacar un incendio, hágalo decididamente pero con cuidado, usando extintores, baldes con agua (no para el caso de materiales oleosos), arena, mangueras con agua del sistema contra incendio del local, etc. – Si el incendio tomara grandes dimensiones, no se enfrente solo, escape y llame a los Bomberos (116). – Al empezar a arder la ropa de una persona, haga que la persona se tienda en el suelo y ruedela cubriéndola la cara y el cuello; cúbralo con una manta o frazada para apagar el Fuego. – Dentro de una oficina cuando el humo es denso, busque la salida gateando o arrastrándose. El humo tiende a acumularse en la parte alta.
Después	– Aislar la zona siniestrada e impedir el ingreso de personas no autorizadas. Contando con el apoyo del personal de seguridad, aislar el lugar afectado para evitar el Ingreso de curiosos. – Con la participación de los bomberos y la PNP, se dispondrá la búsqueda y rescate de los heridos y/o cadáveres que quedaron entre los escombros. – Asegurar la atención de la salud de las personas que se encuentren afectados, trasladándolas a un centro hospitalario más cercano, si fuera necesario. – Inmediatamente después de producirse la emergencia, se evaluarán los daños sufridos haciendo una relación de heridos, fallecidos y desaparecidos si los hubiera. Además se evaluarán los daños materiales sufridos en la estructura de los edificios y los bienes afectados. – No ingrese ni permita el ingreso de personas a la zona en donde se produjo el incendio, SIN ANTES ESTAR SEGURO QUE HA SIDO EXTINGUIDO TOTALMENTE. – Mantenerse disponible para responder inmediatamente a cualquier incidente y/o apoyar las acciones de otras brigadas.

Anexo 13 : Test de conocimiento

TEST DE CONOCIMIENTOS

NOMBRE Y APELLIDOS:

ÁREA:.....

FECHA.....

La siguiente evaluación consta de 7 preguntas sobre conocimiento de metalmecánica, en las cuales marcara la alternativa que considere la correcta. El tiempo consta de 10 minutos.

PREGUNTA N°1: ¿Cuál es la definición correcta que corresponde al “ACERO”? (2 Pts.)

- a) Es una aleación de hierro y carburo
- b) Es una aleación de grafito y carbono
- c) Es una aleación de hierro y carbono**
- d) Magnetita sinterizada

PREGUNTA N°2: ¿Cuánto contiene el acero como máximo de carbono? (3 Pts.)

- a) 1,0 %
- b) 1,7 %**
- c) 2,5 %
- d) 3,0%

PREGUNTA N°3: ¿Cuál es el principal requisito para la soldadura de los aceros bajos en carbono? (3 Pts.)

- a) Ambas piezas son resistentes a los productos químicos
- b) Ambas piezas son no resistentes a los productos químicos c
- c) Ambas piezas tienen distinta resistencia
- d) Ambas piezas tienen la misma resistencia**

PREGUNTA N°4: ¿Cuál de las siguientes afirmaciones se puede aplicar al troquelado? (3 Pts.)

- a) Actúa en caliente sin cambio significativo de la forma volumétrica de la pieza

- b) Actúa en frío sin cambio significativo de la forma volumétrica de la pieza
- c) Actúa en caliente con cambio significativo de la forma volumétrica de la pieza
- d) Actúa en frío con cambio significativo de la forma volumétrica de la pieza

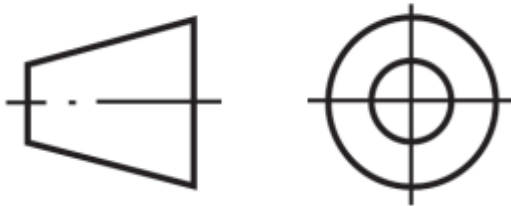
PREGUNTA N°5 En los dibujos técnicos ¿Qué significa la escala? (3 Pts.)

- a) La relación entre dos dimensiones representativas
- b) La relación entre las dimensiones del plano y las dimensiones reales
- c) La relación entre las dimensiones reales y las dimensiones del plano
- d) Una reducción de las medidas del plano.

PREGUNTA N°6 En los dibujos técnicos ¿Qué es el tamaño básico? (3 Pts.)

- a) La dimensión planeada por el diseñador
- b) La dimensión media entre la desviación inferior y superior
- c) La desviación fundamental
- d) El número sobre la línea de dimensión

PREGUNTA N°7 ¿Qué significa la siguiente imagen? (4 Pts.)



- a) Método de proyección americano
- b) Método de proyección europeo
- c) Ninguno de los métodos anteriores
- d) Método de perspectiva isométrica

GRACIAS POR SU PARTICIPACION

Anexo 14: Resultados de Test de Conocimiento

Resultados antes de capacitación

PARTICIPANTES	PUESTO / CARGO	RESPUESTAS						
		Pregunta N°1	Pregunta N°2	Pregunta N°3	Pregunta N°4	Pregunta N°5	Pregunta N°6	Pregunta N°7
José Trigoso Barrera	Jefe De Producción	C	B	D	B	C	A	D
Luis Silva Espinoza	Jefe De Almacén	C	B	D	B	C	B	B
Henry Portugal Segovia	Operario 1	C	C	A	B	C	A	B
Josué Martínez Mansilla	Operario 2	B	A	D	B	D	A	B
Antonio Silva Ramirez	Operario 3	C	B	A	B	C	C	A
Abel Flores Quiroz	Operario 4	A	B	D	B	C	D	A
Roberto Jara Trujillo	Operario 7	C	D	A	A	C	A	B
Santiago Hernández Morales	Almacenero	C	A	D	B	D	D	D

Resultados después de capacitación

PARTICIPANTES	PUESTO / CARGO	RESPUESTAS						
		Pregunta N°1	Pregunta N°2	Pregunta N°3	Pregunta N°4	Pregunta N°5	Pregunta N°6	Pregunta N°7
José Trigoso Barrera	Jefe De Producción	C	B	D	B	C	A	B
Luis Silva Espinoza	Jefe De Almacén	C	B	D	B	C	A	B
Henry Portugal Segovia	Operario 1	C	B	D	B	C	A	B
Josué Martínez Mansilla	Operario 2	B	B	D	B	C	A	B
Antonio Silva Ramirez	Operario 3	C	B	D	B	C	A	D
Abel Flores Quiroz	Operario 4	C	B	D	B	C	A	A
Roberto Jara Trujillo	Operario 5	C	B	C	A	C	A	B
Santiago Hernández Morales	Almacenero	C	A	D	B	C	A	D

Anexo 15: Datos SPPS Tiempos

DESCRIPCIÓN	TIEMPO EMPLEADO ACTUAL (min)	TIEMPO EMPLEADO NUEVO (min)
Retiro de planchas acero SAE 1020 del Almacén.	7.00	6.00
Traslado de planchas Acero SAE 1020 hacia Area de Corte	6.00	1.00
Preparación para corte de planchas Acero SAE 1020 según planos.	3.00	3.00
El operario limpia su area de trabajo antes de empezar con el proceso de corte	3.00	0.00
Corte de planchas Acero SAE 1020 con Cizalla.	4.00	3.00
Traslado de partes a Zona de Punzonado.	6.00	1.00
El operario revisa el manual de instruccion de la maquina CNC	4.00	0.00
Programación de Maquina CNC.	7.00	7.00
Perforación de Maquina CNC.	14.00	15.00
Verificación de medidas, dimensiones y espesores.	7.00	7.00
Traslado a Area de Trazado.	6.00	1.00
Se realiza manualmente el marcado de las piezas.	3.00	3.00
Transporte a Área de Doblado (Maquina Plegadora).	3.00	1.00
Se realiza el dobléz 90° en CNC Plegadora.	18.00	18.00
Transporte a Area de Soldadura.	9.00	3.00
El operario limpia su area de trabajo antes de empezar con el proceso de corte	4.00	0.00
Se realiza el soldado.	7.00	7.00
Traslado al Área de Acabado.	3.00	1.00
Se procede limar asperezas y rebabas.	6.00	6.00
Se realiza un control para verificar las especificaciones tecnicas.	6.00	6.00
Las piezas se trasladan Area de lavado.	6.00	1.00
Se lava con detergente y agua.	4.00	3.00
Se lava con acido anticorrosivo.	6.00	6.00
Se enjuaga las piezas.	5.00	4.00
Traslado al Area de Horneado.	6.00	1.00
Se verifica que el Horno se encuentre en optimas condiciones y se enciende	4.00	0.00
Se secan las piezas con el Horno	13.00	13.00
Se traslada a la cabinas de pintado	4.00	1.00
Se pinta.	6.00	7.00
Se deja secar.	11.00	11.00
Traslado al Area de Horneado.	3.00	1.00
Se realiza el proceso de curado (Pintura se adhire al metal)	25.00	25.00
Traslado al Area de Ensamble.	7.00	3.00
Se ensamblan todas las piezas.	65.00	65.00
Traslado al Área de Etiquetado.	6.00	1.00
Etiquetado y control de calidad	9.00	9.00
Se traslada a la zona con mayor espacio libre para su almacenamiento.	3.00	1.00
Se almacena.	3.00	3.00

Anexo 16: Datos SPSS Distancia Recorrida

DESCRIPCIÓN	DISTANCIA RECORRIDA ANTES (m)	DISTANCIA RECORRIDA NUEVA (m)
1. Retiro de planchas acero SAE 1020 del Almacén.	5.00	2.00
2. Traslado de planchas Acero SAE 1020 hacia Area de Corte	5.00	2.00
3. Preparación para corte de planchas Acero SAE 1020 según planos.	0.00	0.00
4. Corte de planchas Acero SAE 1020 con Cizalla.	0.00	0.00
5. Traslado de partes a Zona de Punzonado.	5.00	2.00
6. Programación de Maquina CNC.	0.00	0.00
7. Perforación de Maquina CNC.	0.00	0.00
8. Verificación de medidas, dimensiones y espesores.	0.00	0.00
9. Traslado a Area de Trazado.	5.00	2.00
10. Se realiza manualmente el marcado de las piezas.	0.00	0.00
11. Transporte a Área de Doblado (Maquina Plegadora).	2.00	4.00
12. Se realiza el doblado 90° en CNC Plegadora.	0.00	0.00
13. Transporte a Area de Soldadura.	5.00	3.00
14. Se realiza el soldado.	0.00	0.00
15. Traslado al Área de Acabado.	2.00	2.00
16. Se procede limar asperezas y rebabas.	0.00	0.00
17. Se realiza un control para verificar las especificaciones técnicas.	0.00	0.00
18. Las piezas se trasladan Area de lavado.	5.00	2.00
19. Se lava con detergente y agua.	0.00	0.00
20. Se lava con acido anticorrosivo.	0.00	0.00
21. Se enjuaga las piezas.	0.00	0.00
22. Traslado al Area de Horneado.	5.00	2.00
23. Se secan las piezas con el Horno	0.00	0.00
24. Se traslada a la cabinas de pintado	2.00	2.00
25. Se pinta.	0.00	0.00
26. Se deja secar.	0.00	0.00
27. Traslado al Area de Horneado.	2.00	2.00
28. Se realiza el proceso de curado (Pintura se adhiere al metal)	0.00	0.00
29. Traslado al Area de Ensamble.	8.00	3.00
30. Se ensamblan todas las piezas.	0.00	0.00
31. Traslado al Área de Etiquetado.	8.00	2.00
32. Etiquetado y control de calidad	0.00	0.00
33. Traslado al Area de Almacenamiento de Productos Terminados	0.00	2.00
34. Se almacena.	2.00	0.00

Anexo 17: Datos SPSS Accidentabilidad

ACTIVIDAD	FRECUENCIA ACTUAL	FRECUENCIA NUEVA
Areas en General	9.00	5.00
Almacén de Materias Primas	6.00	3.00
Corte	4.00	2.00
Soladado y Horneado	2.00	2.00
Pintado	1.00	1.00

Anexo 18: Datos SPSS Productividad

T Productividad	Productividad Actual (Cabina/Hora)	Productividad Mejorada (Cabina/hora)
T1	0,19	0,23
T2	0,18	0,23
T3	0,20	0,24
T4	0,20	0,24
T5	0,20	0,23
T6	0,19	0,24
T7	0,19	0,25
T8	0,20	0,25
T9	0,20	0,25
T10	0,20	0,25