



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación de la Distribución de Planta para mejorar la productividad del  
área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú  
S.R.L., Lima, 2019.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTORES:

Huatuco Apolaya Luis Marcelo (ORCID: 0000-0002-5202-5520)

Sagastegui Orihuela José Elder (ORCID: 0000-0002-4774-116X)

ASESOR:

Dr. Díaz Dumont, Jorge Rafael (PhD) (ORCID: 0000-0003-0921-338X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA - PERÚ

2019

## **DEDICATORIA**

A la memoria de mi querida madre Teresa del Rosario Apolaya Villalobos por hacer mis sueños los suyos en sus años de vida.

A mi amado hijo Santiago Matteo Huatuco Rojas que es la perfecta motivación para superarme personalmente y profesionalmente.

A mi hermano Anthony Cristian Medrano Apolaya y a mi abuelo Marcelo Emilio Apolaya Valdivia que son mi inspiración en todo este camino profesional.

Luis Marcelo Huatuco Apolaya

A mis padres Lorenzo Sagastegui Castro y mi madre Rosa Orihuela Morales por regalarme una niñez y adolescencia feliz, enseñándome muchos valores e inculcándome el deseo de superación.

A mi querida esposa Jessica Milla Pajuelo por el apoyo incondicional durante mi vida y en el transcurso de mi carrera.

A mis tres hijas Sofía, Silvia y Suhana que son el motor y motivo para seguir creciendo en el ámbito personal y profesional.

José Elder Sagastegui Orihuela

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por regalarme la oportunidad de cumplir este sueño.

A mi abuelo Marcelo Apolaya y a mi familia por todo su apoyo en esta etapa profesional de mi vida.

A mis amigos y compañeros de la universidad, por mostrarme su incondicionalidad en todos estos años de carrera universitaria.

Luis Marcelo Huatuco Apolaya

A Dios por ser mi guía y fortaleza para organizar mi vida en el día a día.

A mis amigos y compañeros de la universidad por acompañarme en esta etapa universitaria.

José Elder Sagastegui Orihuela

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática.....	2
1.2. Trabajos Previos.....	13
1.2.1. Antecedentes Internacionales.....	13
1.2.2. Antecedentes Nacionales.....	15
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	17
1.3.1. Distribución de planta.....	17
1.3.2. Productividad.....	24
1.3.3. Métodos y/o Herramientas.....	27
1.4. Formulación del problema.....	39
1.4.1. Problema general.....	39
1.4.2. Problemas específicos 1.....	39
1.4.3. Problemas específicos 2.....	39
1.5. Justificación del estudio.....	39
1.5.1. Justificación teórica.....	39
1.5.2. Justificación económica.....	39
1.5.3. Justificación Social.....	39
1.5.4. Justificación Práctica.....	40
1.6. Hipótesis.....	40
1.6.1. Hipótesis general.....	40
1.6.2. Hipótesis específicas 1.....	40
1.6.3. Hipótesis específicas 2.....	40
1.7. Objetivos.....	40
II. MARCO METODOLÓGICO.....	41
2. Tipo y diseño de investigación.....	42

2.1.	Tipo de investigación .....	42
2.1.1.	Diseño de Investigación .....	43
2.2.	Operacionalización de Variables .....	43
2.2.1.	Variable independiente: Distribución de planta .....	43
2.2.2.	Variable Dependiente: Productividad.....	44
2.3.	Población y Muestra .....	47
2.3.1.	Unidad de estudio .....	47
2.3.2.	Población .....	47
2.3.3.	Muestra .....	47
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	47
2.4.1.	Técnica de recolección de datos .....	47
2.4.2.	Instrumento de recolección de datos .....	47
2.4.3.	Técnica de Validez y Confiabilidad .....	49
2.5.	Método de análisis de datos .....	50
2.6.	Aspectos éticos.....	50
2.7.	Desarrollo de la propuesta .....	50
2.7.1.	Situación Actual .....	50
2.7.2.	Propuesta de Mejora .....	68
2.7.3.	Implementación de la propuesta de mejora .....	70
2.7.4.	Resultado de la Implementación .....	87
2.7.5.	Análisis económico financiero .....	95
III.	resultados .....	102
3.	Resultados.....	103
3.1.	Análisis Descriptivos .....	103
3.2.	Análisis inferencial o prueba de normalidad .....	106
3.2.1.	Prueba de Normalidad a la Variable Dependiente.....	107
3.2.2.	Prueba de Normalidad a la Dimensión Eficiencia.....	109
3.2.3.	Prueba de Normalidad a la Dimensión Eficacia .....	111
3.3.	Contrastación de Hipótesis .....	113
3.3.1.	Análisis de la Hipótesis General.....	113

3.3.2.	Análisis de la Hipótesis Específica 1 (Eficiencia).....	114
3.3.3.	Análisis de la Hipótesis Específica 2 (Eficacia).....	114
IV.	DISCUSIÓN.....	116
V.	CONCLUSIONES.....	119
VI.	RECOMENDACIONES .....	121
	BIBLIOGRAFÍA.....	123
	ANEXOS.....	127
	Anexo 1. Matriz De Consistencia.....	128
	Anexo 2: Validación De Instrumentos .....	129
	.....	129
	.....	131
	Anexo 3. Confiabilidad .....	134
	Anexo 4. Producto De Mayor Demanda Conector SAE 1045 .....	135
	Anexo 5. Otros Productos Terminados .....	136
	Anexo 6. Estudio De Tiempo De Actividad Con Mayor Demanda (Antes) .....	137
	Anexo 7. Estudio De Tiempo De Actividad Con Mayor Demanda (Después).....	141
	Anexo 8. Instrumento de medición de la variable independiente .....	145
	Anexo 9. Fotos Antes Y Después De Las Máquinas.....	146

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Crecimiento de la Productividad en la Regiones .....	2
Figura 2. Índice la producción manufacturera .....	4
Figura 3. Diagrama de Ishikawa del área de Producción .....	2-7
Figura 4. Diagrama de Pareto .....	10
Figura 5. Diagrama de Estratificación .....	11
Figura 6. Distribución por posición fija.....	19
Figura 7. Distribución por procesos .....	20
Figura 8. Distribución por producto .....	20
Figura 9. Distribución Celular .....	21
Figura 10. Planeación y Diseño Layout de Instalaciones .....	24
Figura 11. Superficie Estática.....	28
Figura 12. Superficie de gravitación.....	28
Figura 13. Superficie de evolución.....	29
Figura 14. Interpretación de un casillero de la tabla relacional .....	31
Figura 15. Formato de tabla relacional de actividades .....	33
Figura 16. Relación de actividades.....	35
Figura 17. Ejemplo de Diagrama Relacional de Espacios.....	36
Figura 18. Principales Clientes .....	51
Figura 19. Organigrama de la Empresa .....	53
Figura 20. Layout de la empresa D.F.T. Perú SRL .....	54
Figura 21. Diagrama de Pareto de la demanda del mes de abril.....	57
Figura 22. DOP (antes).....	58
Figura 23. Diagrama de Recorridos (antes).....	66
Figura 24. Diagrama de relación de actividades.....	74
Figura 25. Disposición Práctica.....	75
Figura 26. Layout DFT del Perú SRL (Propuesto).....	78
Figura 27. Eliminación de pared y limpieza del área de producción.....	81
Figura 28. Ampliación del área de producción.....	82
Figura 29. Reordenamiento de las máquinas y áreas de almacén.....	82
Figura 30. Maquinas distribuidas .....	82
Figura 31. Almacén de Materias Primas .....	83
Figura 32. Almacén de Herramientas y Productos Terminados .....	83

Figura 33. Eficiencia PRE-TEST .....	90
Figura 34. Eficacia PRE-TEST .....	90
Figura 35. Productividad PRE-TEST .....	91
Figura 36. Eficiencia POST- TEST .....	93
Figura 37. Eficacia POST- TEST .....	93
Figura 38. Productividad POST- TEST.....	94
Figura 39. Porcentaje de productividad antes y después .....	104
Figura 40. Porcentaje de eficiencia antes y después.....	105
Figura 41. Porcentaje de eficacia antes y después.....	106
Figura 42. Curva de normalidad porcentaje de productividad Pre-Test.....	108
Figura 43. Curva de normalidad porcentaje de Productividad Post-Test .....	108
Figura 44. Curva de normalidad porcentaje de Eficiencia Pre-Test.....	110
Figura 45. Curva de normalidad porcentaje de Eficiencia Post-Test .....	110
Figura 46. Curva de normalidad porcentaje de eficacia Pre-Test.....	112
Figura 47. Curva de normalidad porcentaje de Eficacia Post-Test .....	112

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Causas encontradas</i> .....	5
Tabla 2. <i>Matriz de correlación</i> .....	2-8
Tabla 3. <i>Matriz de ocurrencias de las causas encontradas</i> .....	9
Tabla 4. <i>Matriz de Estratificación</i> .....	11
Tabla 5. <i>Matriz de Priorización</i> .....	12
Tabla 6. <i>Productividad</i> .....	26
Tabla 7. <i>Valores de K para diferente tipo de industria</i> .....	29
Tabla 8. <i>Método de Guerchet</i> .....	30
Tabla 9. <i>Códigos y valores de proximidad</i> .....	32
Tabla 10. <i>Significado de los símbolos del diagrama de recorrido</i> .....	34
Tabla 11. <i>Código de las Aproximidades</i> .....	34
Tabla 12. <i>Ejemplo de pares ordenados según el valor de proximidad</i> .....	35
Tabla 13. <i>Simbología del (DOP y DAP)</i> .....	37
Tabla 14. <i>Representación Gráfica</i> .....	37
Tabla 15. <i>Matriz de Operacionalización de variables</i> .....	46
Tabla 16. <i>Matriz de Operacionalización de variables</i> .....	48
Tabla 17. <i>Medición de la Distribución de Planta</i> .....	49
Tabla 18. <i>Validación de expertos</i> .....	49
Tabla 19. <i>Productos con mayor demanda</i> .....	52
Tabla 20. <i>Productos con mayor demanda de en el mes de abril</i> .....	56
Tabla 21. <i>Análisis P-Q reordenado</i> .....	56
Tabla 22. <i>Diagrama de actividades de proceso (antes)</i> .....	59
Tabla 23. <i>Resumen de tomas de tiempos (antes)</i> .....	60
Tabla 24. <i>Dimensiones de las máquinas</i> .....	61
Tabla 25. <i>Método de Guerchet (antes)</i> .....	63
Tabla 26. <i>Cuadro de distancia de recorridos (antes)</i> .....	64
Tabla 27. <i>Cuadro de tiempo de ciclo (antes)</i> .....	65
Tabla 28. <i>Pre-test de la variable independiente</i> .....	67
Tabla 29. <i>Alternativas de solución</i> .....	68
Tabla 30. <i>Cronograma de implementación</i> .....	69
Tabla 31. <i>Método de Guerchet (Propuesto)</i> .....	71
Tabla 32. <i>Comparación de requerimiento de área de producción</i> .....	72

Tabla 33. <i>Códigos y valores de proximidad</i> .....	72
Tabla 34. <i>Análisis de las Relaciones de las Actividades</i> .....	73
Tabla 35. <i>Distancia recorrida Propuesta</i> .....	76
Tabla 36. <i>Formato de Propuesta de Layout</i> .....	77
Tabla 37. <i>Diagrama Gantt de la implementación</i> .....	80
Tabla 38. <i>Asignación de Responsabilidades</i> .....	80
Tabla 39. <i>Método Guerchet (Post-Test)</i> .....	84
Tabla 40. <i>Comparación de áreas</i> .....	85
Tabla 41. <i>Recorridos POST-TEST</i> .....	85
Tabla 42. <i>Comparación de Recorridos</i> .....	85
Tabla 43. <i>Post- test de la variable independiente</i> .....	86
Tabla 44. <i>Resumen de las Tomas de Tiempo POST-TEST</i> .....	87
Tabla 45. <i>DAP POST-TEST</i> .....	88
Tabla 46. <i>Medición de la productividad (antes) PRE-TEST</i> .....	89
Tabla 47. <i>Medición de la productividad (POST- TEST)</i> .....	92
Tabla 48. <i>Costo total de las actividades de implementación</i> .....	95
Tabla 49. <i>Costo total de la mano de obra de las actividades</i> .....	96
Tabla 50. <i>Suma total de costos</i> .....	96
Tabla 51. <i>Precio total de conectores SAE 1045 pre test y post test</i> .....	96
Tabla 52. <i>Mano de obra mensual de los operarios</i> .....	97
Tabla 53. <i>Gastos indirectos de fabricación</i> .....	97
Tabla 54. <i>Egreso total</i> .....	97
Tabla 55. <i>Flujo de caja</i> .....	99
Tabla 56. <i>VAN y TIR</i> .....	100
Tabla 57. <i>Análisis Beneficio-Costo de la mejora</i> .....	100
Tabla 58. <i>Medidas descriptivas del Pre test de Porcentajes de la productividad y Post- test de Porcentajes de la productividad</i> .....	103
Tabla 59. <i>Medidas descriptivas de Pre- test de Porcentajes de eficiencia y Post- test de Porcentaje eficiencia para la mejora de la productividad</i> .....	104
Tabla 60. <i>Medidas descriptivas de Pre- test de Porcentajes de eficacia y Post- test de Porcentaje eficacia para la mejora de la productividad</i> .....	105
Tabla 61. <i>Prueba de normalidad a la variable dependiente</i> .....	107
Tabla 62. <i>Prueba de normalidad a la dimensión eficiencia</i> .....	109

Tabla 63. <i>Prueba de normalidad a la dimensión eficacia</i> .....	111
Tabla 64. <i>Análisis estadístico Wilcoxon de la hipótesis</i> .....	113
Tabla 65. <i>Análisis estadísticos Wilcoxon de la hipótesis específica 1</i> .....	114
Tabla 66. <i>Análisis estadísticos Wilcoxon de La hipótesis 2</i> .....	115

## RESUMEN

La presente investigación titulada “APLICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA DISEÑO, FABRICACIÓN Y TECNOLOGÍA DEL PERÚ S.R.L., LIMA, 2019”, tuvo como objetivo general el establecer de qué manera la distribución de planta mejorará la productividad del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L., Lima, 2019, siendo la población estudiada la toma de datos de la producción diaria de conector SAE 1045 en 30 días que equivalen a 30 tomas de datos; teniendo como variable independiente la Distribución de planta y variable dependiente la productividad.

El presente estudio se desarrolló en un enfoque cuantitativo de investigación, o diseño cuasi experimental y nivel explicativo; los instrumentos usados para medir la variable dependiente es la dimensión de tiempo de producción en la eficiencia y la dimensión de nivel de producción que pertenece a la eficiencia, resultando como producto la productividad, cuyos resultados se plasma en tablas.

La principal conclusión indica que: La aplicación de la Distribución de planta mejora la productividad en el área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L., Lima, 2019.

*Palabras clave:* Distribución de planta, productividad, eficiencia y eficacia.

## ABSTRACT

This research entitled "APPLICATION OF THE PLANT DISTRIBUTION TO IMPROVE THE PRODUCTIVITY OF THE PRODUCTION AREA OF THE COMPANY DESIGN, MANUFACTURE AND TECHNOLOGY OF PERU SRL, LIMA, 2019", had as a general objective to establish how the plant distribution will improve the productivity of the production area of the company Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú SRL, Lima, 2019, with the population studied taking data from the daily production of SAE 1045 connector in 30 days equivalent to 30 data captures; having as independent variable the Distribution of plant and dependent variable the productivity.

The present study was developed in a quantitative research approach, or experimental design and explanatory level; The instruments used to measure the dependent variable is the production time dimension in efficiency and the production level dimension that belongs to efficiency, resulting in productivity, whose results are shown in tables.

The main conclusion indicates that: The application of Plant Distribution improves productivity in the production area of the company Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L., Lima, 2019.

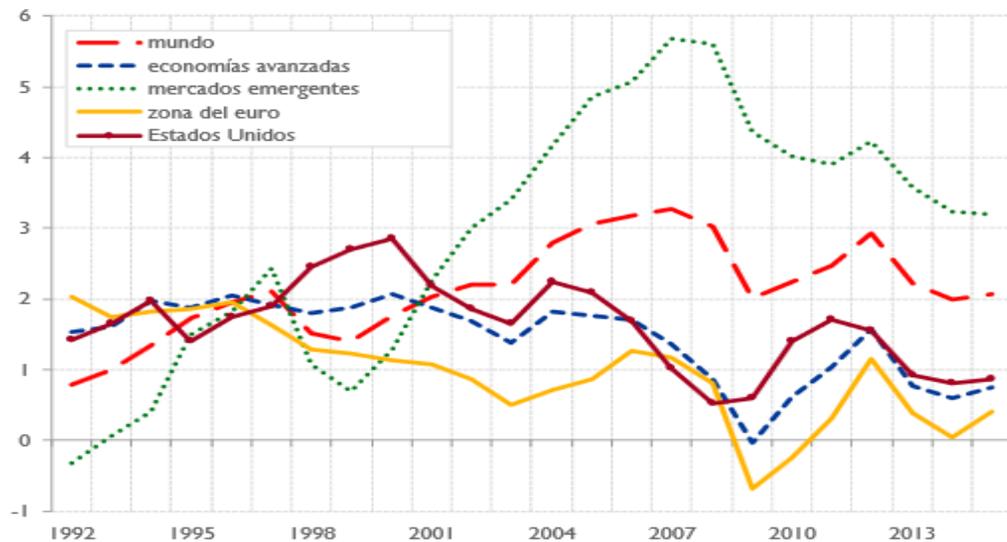
*Keywords:* Plant distribution, productivity, efficiency and effectiveness.

# **I. INTRODUCCIÓN**

## 1.1. Realidad Problemática

Mundialmente expresándose, no es necesario precisar que uno de los principales factores en el sector manufacturero es la productividad, aunque distintas empresas de este sector difícilmente invierten en una redistribución, por ello repiten los mismos problemas principalmente para obtener una productividad óptima, así como también la eficiencia y eficacia.

La inversión es una pieza importante para afrontar el desafío de la productividad en distintas economías en el mundo, esto hace alusión al grado de eficiencia y eficacia en el manejo de los recursos, incorporando posturas de innovación así como también mejoras para la organización. Esto es llamado productividad total de los factores. Es en este sector donde se encuentra los resultados más bajos de la zona del euro. Se han indicado diversos motivos para este decaimiento, pero principalmente la mayoría están vinculadas con la tarea de la innovación, la aceptación de la tecnología y la remuneración eficiente de los recursos (Banco Central Europeo, 2016, parr.12).



*Figura 1. Crecimiento de la Productividad en la Regiones*

Por ello, la empresa metalmecánica debe considerar que la distribución de planta es un factor muy importante en la productividad como muestra la Figura 1 es necesario un fondo de inversión que sea específicamente para implementar nuevos espacios y equipos, así como también desarrollar el mejoramiento de los recursos humanos, debido a que son los aspectos de mayor relevancia dentro de la producción de una empresa.

El sector metalmecánico ha representado en el mundo una opción de desarrollo para cada región así lo sustenta en su artículo “20 años de la industria metalmecánica en América Latina”, indica que:

El sector metalmecánico abarca el 16% del Producto Bruto Interno(PIB) industrial en Latinoamérica, otorga trabajo laboral directamente a alrededor de 4.1 millones de personas e indirectamente a otras 19.7 millones. Sin embargo, en las más recientes temporadas, Latinoamérica se ha enfrentado a dos retos de particular importancia y relevancia en el proceso de desarrollo económico: por un lado, las inauguraciones de nuevos mercados así como también la incorporación de China en el mercado mundial, esto trajo como consecuencia una desindustrialización en el sector metalmecánico. Esto ha provocado que la aportación en el PBI de la industria disminuya, donde la región latina se ha convertido en importador de la manufactura china, dejando que la proporción en la industria metalmecánica latina en comparación a la de China tenga como un 30 a 1 de producción. (Alcántara, 2015, Párr.1-2-3).

De esta manera, la participación de América Latina ha decaído y ha otorgado más lugar a Asia, en el sector metalmecánica generando una diferencia abismal en cuanto a participación por lo cual ha causado disminución a la aplicación de técnicas para generar las exportaciones necesarias para incrementar el posicionamiento.

A nivel nacional la metalmecánica está estrechamente vinculada a otros sectores productivos, lleva años innovando y creando mejores distribuciones de planta, no obstante en el Perú la industria manufacturera trata de mantenerse en ascenso.

En enero 2019 el Índice de la Producción Manufacturera registró una disminución de -5,64% en relación a enero 2018, deducido por la menor actividad del sector fabril principal, contrarrestado por el aumento del sector fabril no principal. Esto mostró una variación negativa por menor manufactura de principales productos como metales preciosos y metales no ferrosos al igual que la reducción en la fabricación y conservación de los productos marinos, y la fabricación de azúcar. La manufactura no principal fue motivada por el incremento de la actividad productora de bienes de consumo y bienes intermedios (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019, p.7).

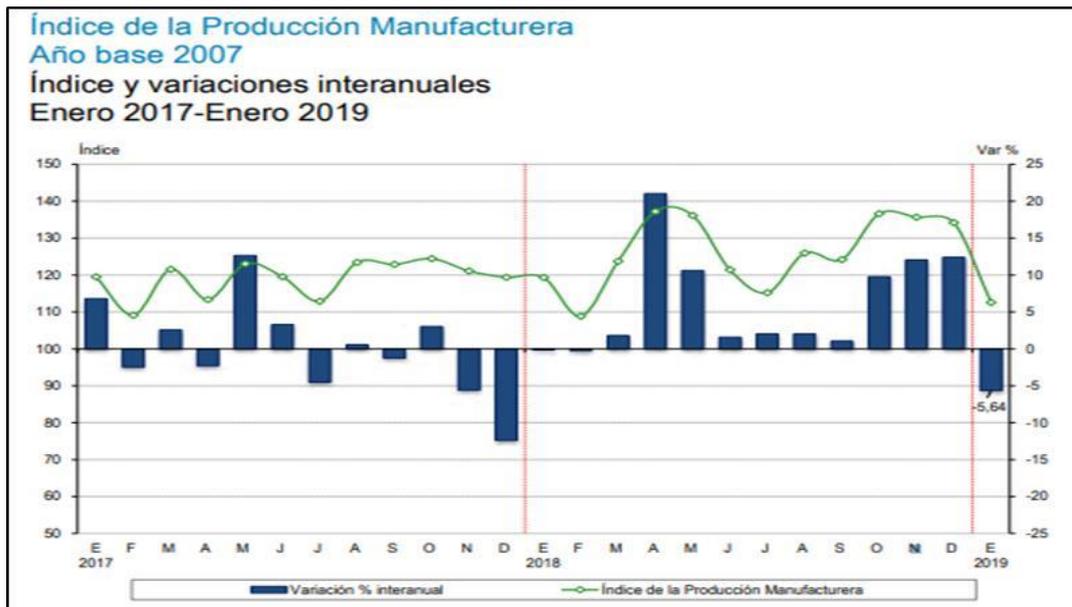


Figura 2. Índice la producción manufacturera

Como muestra en la Figura 2 la producción manufacturera está pasando por un declive, es por ello que necesita de un impulso de reingeniería donde se debe aplicar un estudio técnico y económico para de esta manera aplicar la herramienta o método más adecuado para que de esta manera la empresa incremente la eficiencia y eficacia.

#### Realidad Problemática Local

La empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L., está ubicada en Av. Los Alisos 762 - Urb. Cueto Fernandini, Los Olivos. Lima. . Fue fundada por el ingeniero de sistemas David León Cayturo y el ingeniero mecánico Gregorio Tadeo Ramos, esta empresa viene desarrollando mejoras en el diseño, fabricación y la producción de piezas mecánicas de diversos materiales, fabricación de estructuras metálicas, en el mecanizado de piezas de acuerdo al requerimiento del cliente, ensamble de máquinas, creación de prototipos especiales y diseño de dispositivos y estructuras metálicas.

D.F.T. del Perú S.R.L. se inició en el 2008, esta empresa comenzó con dos máquinas, un torno paralelo y una fresadora universal, haciendo trabajos para una sola empresa PRODAC S.A. En el 2011, logro crecer económicamente trabajando para tres empresas produciendo conectores de distintas características, por ello la empresa adquirió una rectificadora, torno paralelo grande, torno paralelo pequeño y máquina de soldar, además aumentó operarios en el área de producción, en el 2015 empezó a realizar trabajos de mantenimiento, montaje y

desmontaje en planta, así como también la adquisición de una cepilladora y taladro fresador, también contrató a practicantes de SENATI.

En la actualidad debido al aumento de la demanda de conectores SAE 1045, se incrementó a 9 máquinas y 7 trabajadores (3 operarios y 4 practicantes) en el área de producción. Por ello la empresa decidió modificar sus divisiones, demoliendo una pared la cual dividía el área de producción en dos sectores innecesariamente, la construcción para almacenar la materia prima y productos culminados, provocando inconvenientes en flujo de producción debido a las causas que se estudiarán en la tabla siguiente (Tabla 1).

**Tabla 1. Causas encontradas**

<i>Causas</i>	
C1	Espacio limitado para desenvolverse
C2	Personal operario inexperto
C3	Orden y limpieza ineficiente de los materiales
C4	Falta de mantenimiento
C6	Falta de inventario de herramientas y materiales
C7	No hay métodos estandarizados de proceso
C8	Entrega de trabajo fuera de tiempo
C9	Reprocesos de trabajo
C10	Exceso de recorridos
C11	Hacinamiento y deficiente utilización de espacios
C12	Inadecuada distribución de las máquinas

Fuente: Elaboración propia

La causa principal que la productividad descienda se refleja en la distribución de planta en el área de producción. A continuación se describirá detalladamente las dificultades que existen en el área de producción, en cuanto a la mano de obra se puede observar personal con poca experiencia que origina retraso en la producción, por otro lado el personal del área de mecanizado constantemente hacen recorrido innecesarios por el desorden que hay en los espacios peatonales, esto genera la desmotivación de algunos trabajadores. Problema mayor surge respecto al poco espacio que existe en las máquinas o armarios donde el operario no

puede desenvolverse. Respecto con los materiales se observa una falta de orden y limpieza, ya que no cuenta con espacio para almacenar materiales como ejes, paralelepípedos, tubos y discos. Los materiales sobrantes no se distinguen a qué tipo de acero corresponden por ese motivo se combina diferentes tipos de materiales que ocasiona un gran desorden entre piezas en proceso y piezas terminadas. Además los trabajadores carecen de conocimiento sobre los tipos de mantenimiento a sus máquinas, los Tornos paralelos no cuentan con salvaguarda y otro problema frecuente es la base de la fresadora universal está mal posicionada lo cual permite una vibración constante. También se verificó que existe demora al momento de acondicionar la maquina a trabajar, ya que se extravía los accesorios para su optima función. Otra causa potencial percibida es el método donde se observa la falta de señalización ya que no existe un marcaje respecto al área de trabajo de cada máquina, pasillos, armario, zonas restringidas, también la empresa no cuenta con un programa de recorrido esto permite un transporte innecesario de las piezas en proceso, y por consiguiente demora en los procesos de cada máquina. Respecto a la medición existe instrumentos de medición descalibrados por falta de un patrón, así como también un mal acondicionamiento y medición de cada máquina, también los operarios no llevan medición de tiempo al momento de utilizar el torno a su máxima velocidad, ya que no debe estar mucho tiempo prendido porque se recalienta y surge nuevos problemas; además existe la mala medición de espacios para trabajos de dimensiones grandes. Correspondiente al medio ambiente, cada máquina cuenta con un armario donde se guarda las herramientas e instrumentos de medición, estos armarios no tienen una ubicación fija lo cual obstruye el traslado del producto y a los trabajadores. El espacio reducido ocasiona que los angostos pasillos se encuentren con viruta en el piso o que al pasar las maquinas expulsen viruta y puedan dañar al trabajador. Otro problema es el ruido constante debido a que las mesas de trabajo están junto a las máquinas, y en estas mesas se hace los cortes con esmeril de mano, por consecuencia el ruido es mayor y la chispa que expulsa el esmeril llega a salpicar a las máquinas y operario.

Por medio del diagrama de Ishikawa, distribuida en las 6M; mano de obra, materiales, maquinaria, método, medición y medio ambiente que se agruparán las causas potenciales que sufre el área de producción de le empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. como muestra en la figura 3.

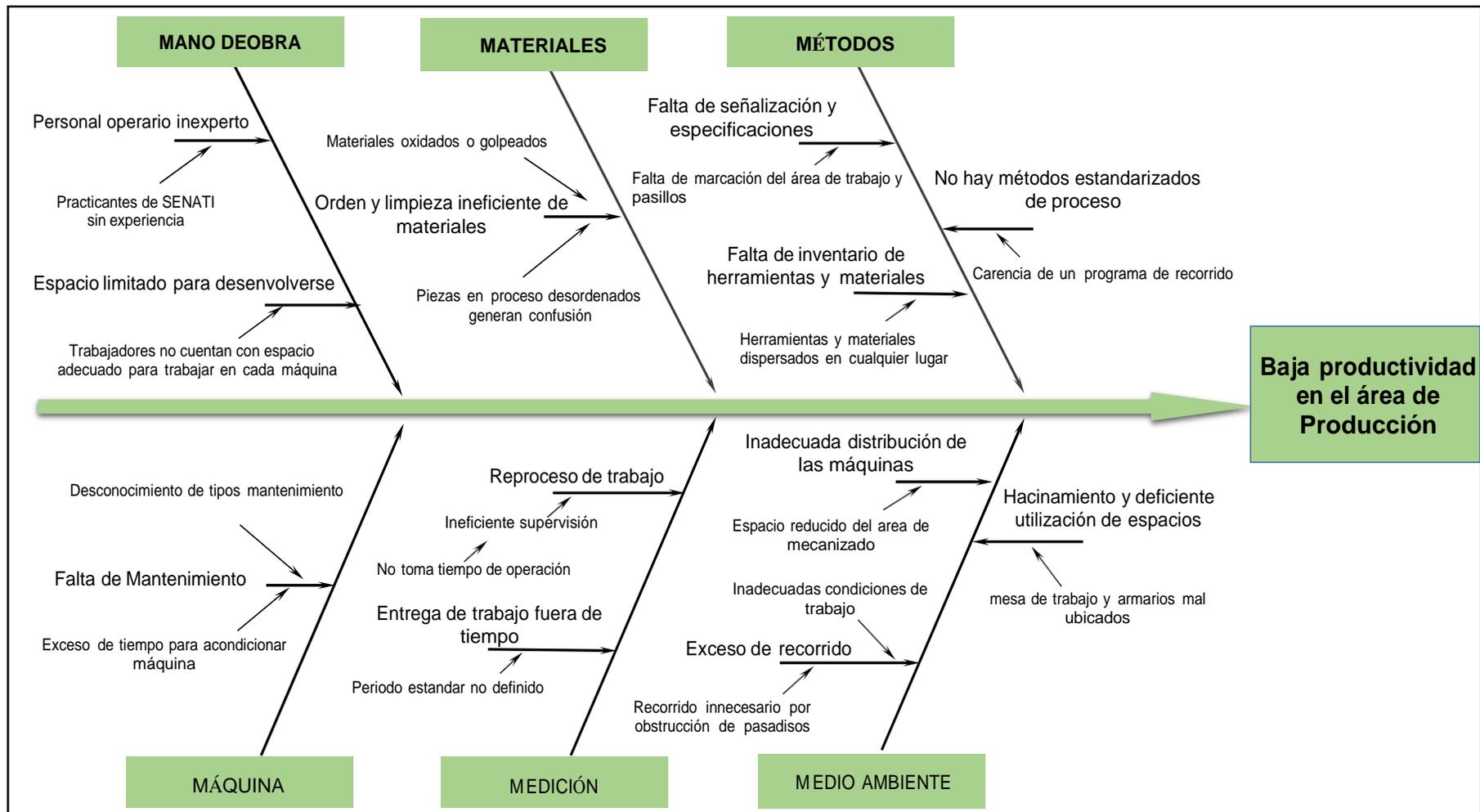


Figura 3. Diagrama de Ishikawa del área de Producción

Fuente: Elaboración propia

Realizado el diagrama de Ishikawa se identificó probables causas que perjudican la productividad de la empresa, estas 12 causas se consideran dentro del área de mecanizado ya que son directamente responsables de la productividad de la empresa como muestra la tabla 1. La identificación de las causas nos permitirá relacionarlas e identificar dentro de estas, las que generan mayor relevancia dentro del proceso de mecanizado, por ende, esto nos permitirá proponer alternativas que ayudaran en la mejora y optimización del proceso de mecanizado.

Con la colaboración de todos los niveles jerárquicos de la empresa se lleva a cabo la elección de problemas más resaltantes, a continuación se califica el valor del problema para identificar los más trascendentes. Por ello se realizó la Tabla 2, una matriz de correlación que muestra la valoración que calificaron operarios, supervisores y gerente con diferentes perspectivas e incidencias que afectan o causan cuello de botella en la productividad de la empresa.

**Tabla 2. Matriz de correlación**

	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6	C 7	C 8	C 9	C 10	C 11	C 12	FRECUENCIA
C 1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	10
C 2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C 3	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
C 4	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
C 5	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	8
C 6	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
C 7	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	2
C 8	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	2
C 9	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	4
C 10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
C 11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
C 12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
													67

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 3 muestra la realización de la Matriz de ocurrencias, donde se ubica las causas de forma descendiente respecto a la frecuencia, luego calculas la frecuencia acumulada, porcentaje y porcentaje acumulado.

**Tabla 3. Matriz de ocurrencias de las causas encontradas**

	CAUSAS	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	%	% ACUMULADO	80-20
C 12	Inadecuada distribución de las máquinas	11	11	16%	16%	80%
C 11	Hacinamiento y deficiente utilización de espacios	11	22	16%	33%	80%
C 10	Exceso de recorridos	11	33	16%	49%	80%
C 1	Espacio limitado para desenvolverse	10	43	15%	64%	80%
C 5	Falta de señalización y demarcación	8	51	12%	76%	80%
C 9	Reprocesos de trabajo	4	55	6%	82%	80%
C 8	Orden y limpieza ineficiente de los materiales	3	58	4%	87%	80%
C 3	Entrega de trabajo fuera de tiempo	2	60	3%	90%	80%
C 2	Personal operario inexperto	2	62	3%	93%	80%
C 7	No hay métodos estandarizados de proceso	2	64	3%	96%	80%
C 4	Falta de mantenimiento	2	66	3%	99%	80%
C 6	Falta de inventario de materiales y herramientas	1	67	1%	100%	80%
		67				

Fuente: Elaboración propia

La Tabla anterior muestra las incidencias con mayor vinculación al problema principal ocupando el 76% del total. Por ello el problema principal resulta: Baja productividad en el área de producción. De esta manera con los datos adquiridos como es la frecuencia, el porcentaje acumulado y el análisis de (80-20) se procederán a realizar el diagrama de Pareto donde nos marcara cuantos problemas son de mayor relevancia. Ver Figura 4.

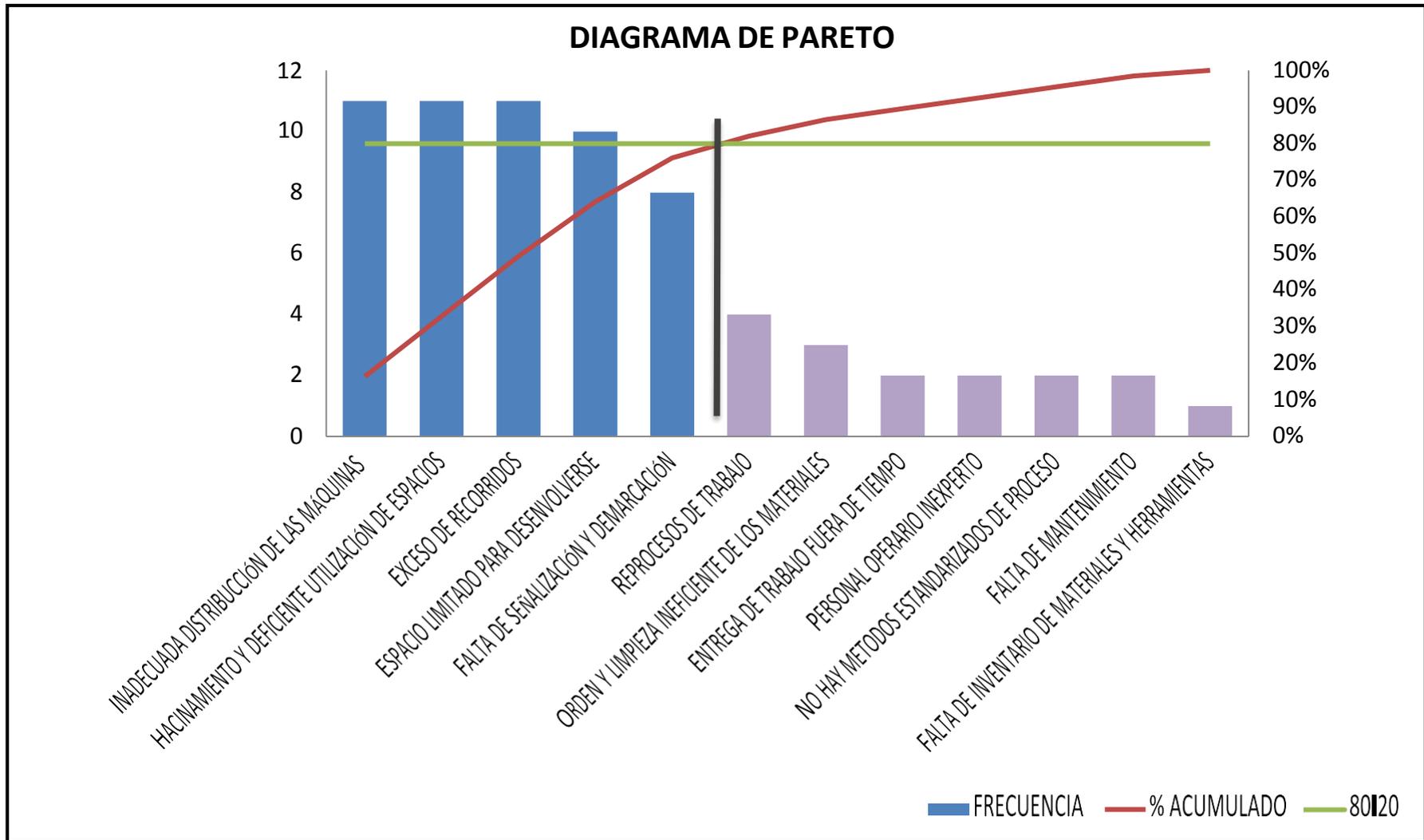


Figura 4. Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia

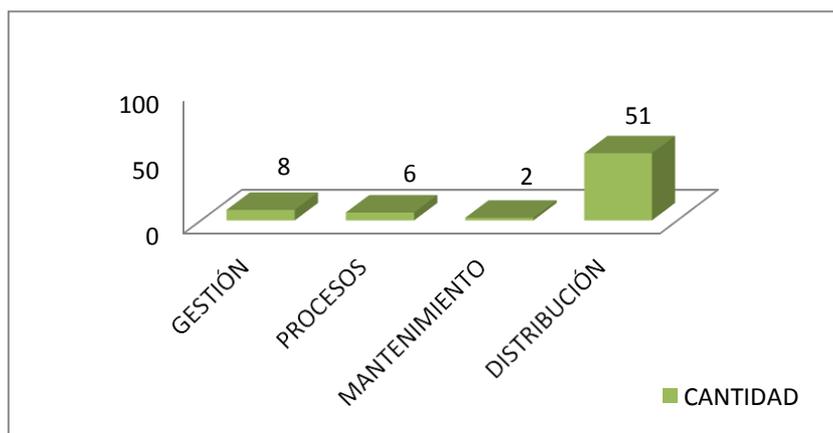
El Diagrama de Pareto (Figura 4) muestra que el mayor porcentaje se acumula en las primeras 5 barras, Inadecuada distribución de las máquinas, Hacinamiento y deficiente utilización de espacios, Exceso de recorridos, Espacio limitado para desenvolverse y Falta de señalización y demarcación. El cual nos indica que solucionando el 20% de las causas, solucionamos el 80% (76%) del problema. Por lo tanto, para poder identificar mejor los patrones de distribución se desarrolló la herramienta Matriz de Estratificación de causas esto permitió agrupar las causas del problema principal en estratos: gestión, proceso, mantenimiento y distribución así como también seleccionar la mejor alternativa de solución, en base a la ponderación resultante de opciones y aplicación de criterios.

**Tabla 4. Matriz de Estratificación**

MACROPROCESOS	FRECUENCIA	CANTIDAD
GESTIÓN	4	8
PROCESOS	2	6
MANTENIMIENTO	1	2
<b>DISTRIBUCIÓN</b>	<b>5</b>	<b>51</b>
		67

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 4 muestra la cantidad de causas por estrato, para ello con ayudada de los trabajadores de la empresa se sumó las ocurrencias, de esta manera resultó que el macro proceso de Distribución es el que cuenta con la mayor cantidad de problemas, como se corrobora en la Figura 5.



**Figura 5. Diagrama de Estratificación**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Matriz de Priorización

CONSOLIDADO DE PROBLEMAS POR ÁREAS	MANO DE OBRA	MATERIALES	MAQUINARIA	METODO	MEDICIÓN	MEDIO AMBIENTE	NIVEL DE CRITICIDAD	Total problemas	Tasa porcentual de problemas	Impacto	Calificación	Prioridad	Medidas a tomar
GESTIÓN	1	1	0	1	1	0	MEDIO	4	33%	5	20	2	5s
PROCESOS	0	0	0	1	1	0	BAJO	2	17%	1	2	3	Estudio de Tiempo
MANTENIMIENTO	0	0	1	0	0	0	BAJO	1	8%	1	1	4	TPM
DISTRIBUCIÓN	1	1	0	0	0	3	ALTO	5	42%	10	50	1	Distribución de Planta
TOTAL	2	2	1	2	2	3		12	100%				

LEYENDA	
BAJO	1
MEDIO	5
ALTO	10

Fuente: Elaboración propia

Como muestra la Tabla 5 se realiza la Matriz de Priorización que ayudará a seleccionar opciones sobre la base de la aplicación de criterios y ponderaciones, que hace posible decretar los criterios a considerar para aprobar una decisión y resolver. Para ello se realizó una leyenda con la colaboración de los trabajadores, supervisores e ingenieros para medir el nivel de impacto como se percibe en la tabla 6. Los resultados que se obtuvo de la matriz de priorización mostraron que el estrato de Distribución es el de mayor relevancia ya que tiene un 42% del total, que da un resultado compacto, esto ayuda a dirigir y encaminar las alternativas de solución. En el siguiente nivel se encuentra el de segunda relevancia que es el estrato de Gestión que tiene un 29% del total. Sí se considera aplicar una distribución de planta, iniciado con la optimización de esos dos estratos se obtiene una mejora del 71%, del total de causas, esto contribuiría considerablemente en el incremento de la productividad en el área de producción que tenemos como objetivo.

## **1.2. Trabajos Previos**

### **1.2.1. Antecedentes Internacionales**

Según Córdova (2016) en la tesis “Estudio de la distribución de la planta de la empresa Auto Fast reparaciones y su incidencia en la productividad”, Título para la modalidad de Estudio Técnico en la Universidad Tecnológico Indoamérica (Ambato, Ecuador), con una población de 16 trabajadores y con la metodología de tipo aplicada de nivel exploratorio y diseño correlacional de enfoque cuantitativo, esto dio como objetivo principal es el estudio de la distribución de planta y su incidencia en la productividad dentro de la empresa Auto Fast Reparaciones. El investigador da como conclusión que la distribución actual tiene un diseño deficiente debido a que la adyacencia que existe entre los departamentos es de 40%, lo cual es un resultado muy bajo porque al no tener adyacencia entre los departamentos ocasionan trayectos muy extensos y como consecuencia tiempos muertos en el proceso. Por ultimo realizado cálculo de productividad dio como resultado 1.1, lo cual está en descenso puesto que la productividad no produce ni el 50% de beneficios por proporción que se altera en el proceso.

Según Correa y Oliveros (2015) en su trabajo “Propuesta para el mejoramiento de la distribución en planta de la empresa DERJOR LTDA”, buscando la titulación de bachiller en Ingeniería Industrial de la Universidad Militar de Granada, Bogotá, Colombia. Determinaron que el problema de mayor relevancia es la línea de producción en desorden, errónea relación

en las estaciones de trabajo, el proceso de producción no cuenta con tiempos estándares y por último aglomeración y desorden de maquinarias. Por consiguiente se solicitó el máximo compromiso de todos los trabajadores para una buena ejecución del proyecto. El investigador concluyó que el proceso mejoró de 17.14% a 53.8% en el momento que se cambió el área de electricidad al primer piso, donde se encuentran las demás áreas para que de esta manera la distancia de recorrido disminuya y que el proceso productivo tenga una mejor disposición además una de las recomendaciones de este es realizar jornadas e actualizaciones y capacitaciones con los trabajadores para obtener concientización de un ambiente de trabajo limpio y ordenado.

Según Rivadeneira (2014) en su investigación “Propuesta de mejoramiento de la disposición de la planta y optimización de la asignación de los operadores en la línea de producción de la empresa DIMALVID” para obtener el título de bachiller en ingeniería industrial de la Universidad San Francisco de Quito. Con el apoyo de los trabajadores y por medio de una encuesta se dio a conocer las causas principales del problema de baja productividad, estos fueron la falta de espacio en planta, control dificultoso y retrasos en la entrega de órdenes. Por último se concluyó que, luego de los frecuentes estudios en las operaciones y de desarrollar un mejor programa, se comprobó que la eficiencia aumentó de 36.2% a 79% de esta manera optimizó el uso de espacio, además recomendó un estudio de diseño de cada área de trabajo así como también herramientas de organización dentro de las áreas para obtener un mejor ambiente laboral para el trabajador.

Rivera y Roa (2017) en su trabajo “Propuesta para el diseño y la distribución de planta para las instalaciones de producción de biopinturas mediante técnicas de ingeniería” de la Universidad de la Salle, donde su objetivo principal fue encargarse de un nuevo diseño y distribución en planta para el área de producción de biopinturas, con la finalidad de una mejora en los procesos, transporte de mercaderías, almacenamiento e implementación de políticas de ordenamiento de puestos de trabajo, para ello aplicando técnicas de ingeniería. Para este proyecto se llevó a cabo una estimación de la disposición de mayores recursos para la realización de la demanda planificada para dos años, con el propósito de producir una propuesta apropiada para la colocación de máquinas en su área correspondiente. Por último el investigador concluye que la evaluación de indicadores para el diseño y distribución de planta, se

aprecia un aumento eficiente aplicando la propuesta, de 52% a 76%, mientras que la distancia entre áreas era de 89.11 metros y ahora es de 53.24 metros, por consiguiente la propuesta es viable.

Según Taplin (2014), “Boiler Plant and Distribution System Optimization Manual” (Manual de Optimización de Planta de Calderas y Sistemas de Distribución). Libro desarrollado para el gerente de planta, ingeniero de diseño, ingeniero de energía y los operadores de planta así como también para cualquier persona interesada en mejorar la eficiencia del proceso de combustión. Administrar de manera adecuada los costos de energía de los servicios públicos es la manera de mejorar la eficiencia y las ganancias, particularmente en el costo del combustible de caldera. La gestión de una planta eficiente implica un punto de vista diferente de las operaciones normales de la planta. Lamentablemente, los retos operacionales son más imperiosos que manejar la eficiencia de la energía. El operario más longevo dijo: "mejorar la eficiencia de la planta no es una necesidad, pero mantenerla en funcionamiento es una necesidad. La mayor cantidad de personal en la planta se ocupa en lo más importante que es el trabajo de administrar de mejor manera el área de trabajo.

### **1.2.2. Antecedentes Nacionales**

Según Coronel (2017) el presente “Distribución de planta para incrementar la productividad de la empresa Grifería Industrial y Comercial NC S.R.L., Lima, 2017” este se aplica a la fabricación de precintos de seguridad mediante el moldeado por inyección, la investigación es de tipo cuantitativo de diseño experimental, instaurando el análisis de la organización en el objetivo principal de la empresa, en el cual se aplica 4 fases, primero se utiliza la toma de datos usando la herramienta de check-list donde se hizo 45 pruebas pre aplicación. Se estableció las principales causas que impactan a la productividad y por ello se analiza los indicadores de productividad. Segundo, se decretó usar métodos de distribución entre ellos el Diagrama Relacional de Actividades y el método de Guerchet, en tercera fase se usara métodos para una mejor distribución, uso de áreas optimizadas y distancia mínima recorrida. Y por último se desarrolló 45 pruebas después de la mejora y se consiguió como principal resultado el aumento de la productividad en 29% y se concluyó con respecto al análisis financiero que la implementación del proyecto es viable.

Según Espinoza (2017) en su trabajo “Distribución de planta para incrementar la productividad en la empresa Tejidos Global S.A.C. del distrito de Santa Anita, Lima, 2017, que per-

tenece al sector metalmecánica esta direccionada a la fabricación y comercialización de tejidos, cuyo principal objetivo de investigación es usar la herramienta de distribución de planta para mejorar la productividad, y como objetivos específicos son determinar de qué manera la distribución de planta mejorara la eficiencia y eficacia a de la empresa. Las herramientas que se usaron fueron el Método de Layout donde el resultado de espacio utilizado actual entre el espacio utilizado propuesto y la otra herramienta el método de Diagrama Relacional de Actividades donde tiene un resultado dividiendo la distancia recorrida actual entre distancia recorrida propuesta. Para medir la productividad se aplicó las dimensiones de eficiencia y eficacia. Después de aplicar la mejora se observa los resultados, para ello se utilizó el análisis descriptivo en la variable dependiente e independiente, donde se refleja el comportamiento de los datos pre y post la aplicación de las herramientas. Respecto a las distintas áreas, piso 1 aumento el uso de estas en un 113.3%, piso 2 aumento 100.9% y almacén aumento 111.3%. Lo cual indica que se está utilizando el mayor espacio posible en el área de la planta de producción. Así como también se logró la reducción de recorridos en 156.4 metros (22.6%) de recorridos innecesarios.

Guerrero (2018) en su tesis “Aplicación de la redistribución de planta para incrementar la productividad en la empresa metal mecánica, Factoría Rodríguez S.A.C. Callao, 2018”, tiene como actividad principal realizar trabajos de reparación, fabricación, y mantenimiento piezas mecánicas, se planteó como objetivo determinar como la aplicación de un método de redistribución de planta incrementara la productividad en la empresa metal mecánica. Esta investigación contiene un enfoque cuantitativo, es aplicada y explicativa, con un diseño cuasi experimental. La muestra está constituida por datos numéricos de la productividad pre y post de la aplicación de la redistribución de planta en la empresa, además se usó la técnica de observación de campo y análisis documental. En conclusión, se logró un crecimiento de la productividad de 39,63%, y sus dimensiones como la eficiencia en 32,33% y la eficacia en 17,58%.

Para Ramos (2018) el proyecto “Propuesta de Distribución de Planta para aumentar la productividad en la empresa Aceros Industriales Latinoamericanos S. A. C.” la empresa está dedicada a la fabricación y distribución de elemento de sujeción y fijación con revestimientos para proteger de la corrosión. Esta investigación es de condición cuantitativa, aplicada

y explicativa, para ello se empleó herramientas como el check List y observación. En conclusión la primera hipótesis, el tiempo empleado disminuyó un 62% con la eliminación de actividades innecesarias, en la segunda hipótesis la productividad aumento un 13% debido a que la fabricación de 8050 espárragos mejoro en un tiempo de 36 % más que la anterior distribución de planta precaria. En cuanto a la tercera hipótesis se aplicó el método de Guerchet donde se alcanzó una mejora del 6%.

Según Canto y Rojas (2018), en la tesis “Distribución de planta para mejorar la productividad en la sub área de habilitado y producción en la empresa EPIN S.A.C., Chimbote, 2018” donde el objetivo principal es implementar la óptima distribución de planta con el método de Planificación sistemática de Distribución de Planta, el diseño de investigación es pre-experimental, además la población son todas las áreas que participan en el proceso productivo y el instrumento que se utilizo fue el software Corelap, los métodos y herramientas utilizados fueron método de Guerchet, diagrama de Patero, diagrama de Ishikawa, distancias recorridas, Análisis P-Q, relación de flujo y actividades, instrumento de validación de la investigación y software Corelap, estos permitieron desarrollar una adecuada recolección de datos en cada uno de los periodos, consiguiendo como resultado un incremento de la productividad en 18.64% de mano de obra y 18.50% en maquinaria . Por ello se confirma que la aplicación del método SLP o Planificación Sistemática de Distribución de Planta mejoro la productividad logrando un 85% de fiabilidad sobre el instrumento aplicado y por último la recomendación de los autores fue mantener como buena práctica laboral, distintas charlas y capacitaciones con el propósito de concientizar la importancia de una correcta distribución de planta y respetar los espacios de trabajos establecidos.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

Después de investigar diversos trabajos de resultados favorables en la distribución de planta relacionados al sector metalmecánica, investigaciones nacionales e internacionales, de igual manera se buscara en libros, revistas, artículos, blogs, etc.

#### **1.3.1. Distribución de planta**

En una distribución de planta las decisiones son unos de los aspectos claves que determina la eficiencia de las operaciones a largo plazo, tienen muchas implicaciones estratégicas ya que sus prioridades competitivas en una organización están asociadas con el horizonte de la

decisión táctica, en relación a la capacidad, a los procesos, la flexibilidad y los costos (Hartl y Preusser, 2009, Layout and Desing, párr. 1).

Según Díaz, Jarufe y Noriega (2007) indica que: “la disposición de planta es el orden físico de los factores en donde cada uno de ellos está dispuesto por lo consiguiente las operaciones son cómodas, seguras, y económicas en el logro de sus objetivos” (p. 109).

Según Domínguez (2016) define distribución de planta como:

La posición de las máquinas es muy necesaria para un adecuado desplazamiento de materiales, herramientas, accesorios y equipos que utilizamos en el flujo de producción, con el objetivo de alcanzar la mejor productividad al menor costo posible y de esa manera tener un producto o un servicio a un precio competitivo en el mercado donde está establecido. (p.7).

### **Criterios a considerar en una distribución de planta**

Según Domínguez (2016, p.7) existen objetivos básicos en la distribución de planta:

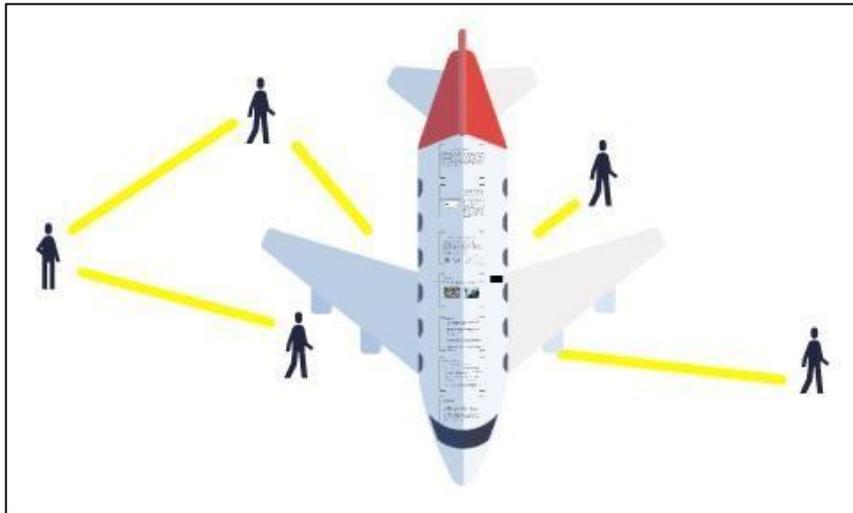
- Principio de la satisfacción y seguridad: Una buena distribución preocupada y diseñada para mantener y cuidar la seguridad de los trabajadores, siempre tendrá una efectividad mayor.
- Principio de la integración de conjunto: Para poder obtener una distribución eficaz, primordialmente debe integrar a cada uno de los elementos (estáticos y móviles) involucrados en el diseño.
- Principio de la mínima distancia recorrida: La prioridad de toda buena distribución es generar una menor distancia recorrida entre cada uno de los procesos de producción.
- Principio de la circulación o flujo de materiales: Uno de las bases primordiales de una buena distribución es tener en cuenta la secuencia de la producción, refiriendo en la colocación de los espacios determinados de los elementos.

### **Métodos para la distribución de una planta**

#### **Distribución por posición fija.**

Consiste en que los componentes o materiales principales siempre o casi siempre permanecen en una posición fija: todos los puestos de labores se instalan cerca al elemento o material principal, donde todas las herramientas, maquinaria y hombres que puedan intervenir con

ella y tengan la facilidad de llegar. Sus principales ventajas permiten disminuir la maniobrabilidad del material, tienen mejor versatilidad porque fácilmente se adaptan a la variación. Por otro lado, la mayor desventaja es la continuidad del funcionamiento ya que ni los tiempos programados ni las cargas de trabajo son estables, puede influenciar las condiciones climatológicas. (Domínguez, 2016, p.7), como esta en la Figura 6.



*Figura 6. Distribución por posición fija*

### **Distribución por proceso**

La mayoría de operaciones de igual parentesco están agrupadas en el mismo sector. El área de trabajo se establece de acuerdo a obligaciones semejantes. Ocasionalmente el lugar trabajo están en sectores equivalentes y en otras diferentes características. El material o elemento principal se traslada entre los diferentes puestos dentro del mismo sector. Una de las ventajas es su versatilidad porque es factible realizar en ella cualquier producto con las limitaciones propias del área de fabricación, es perfecta esta distribución para la producción bajo pedido, no se causa retrasos en la producción si es que un puesto tiene un problema porque cada puesto es programado para un trabajo específico. (Domínguez, 2016, p.8), como muestra la Figura 7.

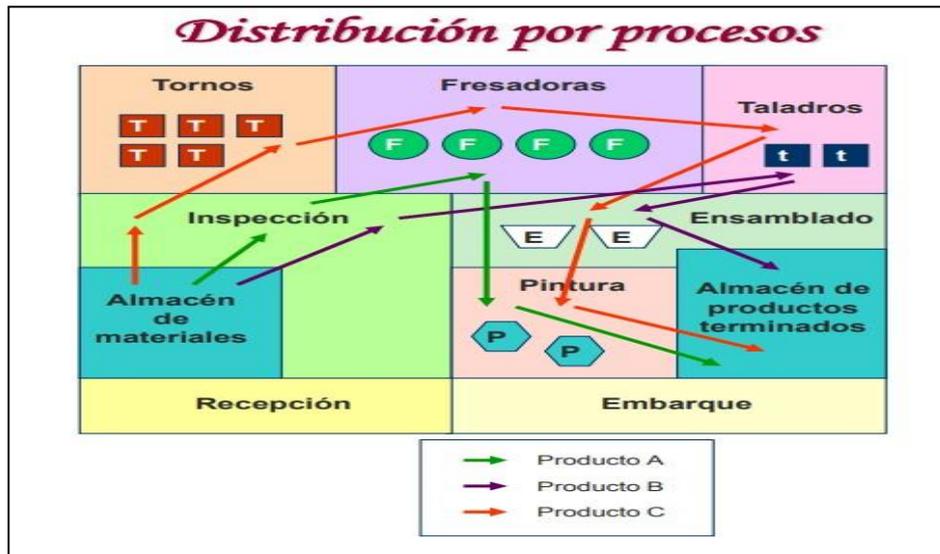


Figura 7. Distribución por procesos

### Distribución por producto.

El movimiento en que se traslada el material de una operación a otro se realiza dentro de un área, denominada como producción en línea o en cadena. Esta distribución ordena la operación seguida de la siguiente, en ese sentido cualquier herramienta o equipo usado son continuos a cada operación. El lugar de labores se instala según el orden establecido en el diagrama de actividades del procedimiento. No es versátil porque inmediatamente no se adapta a otra producción diferente para lo que fue programado. (Domínguez, 2016, p.9). Como muestra la Figura 8.

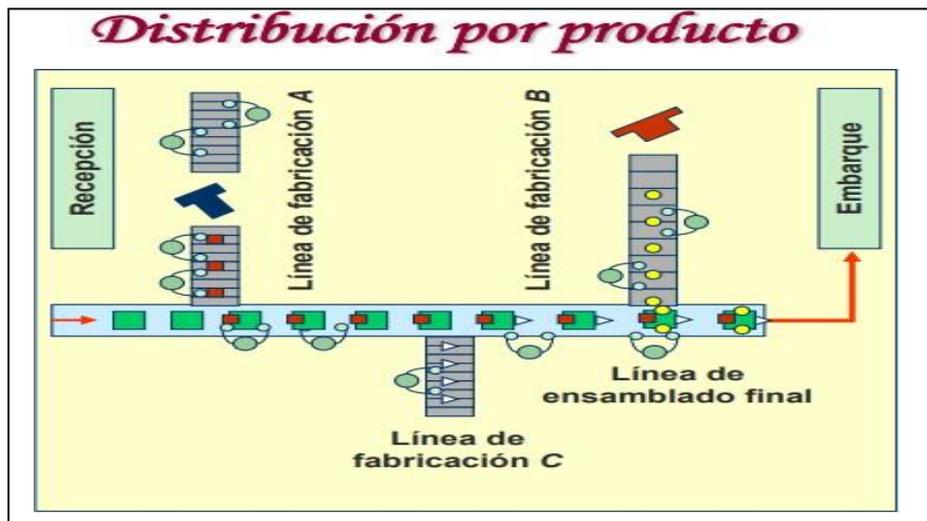


Figura 8. Distribución por producto

## **Distribución Celular.**

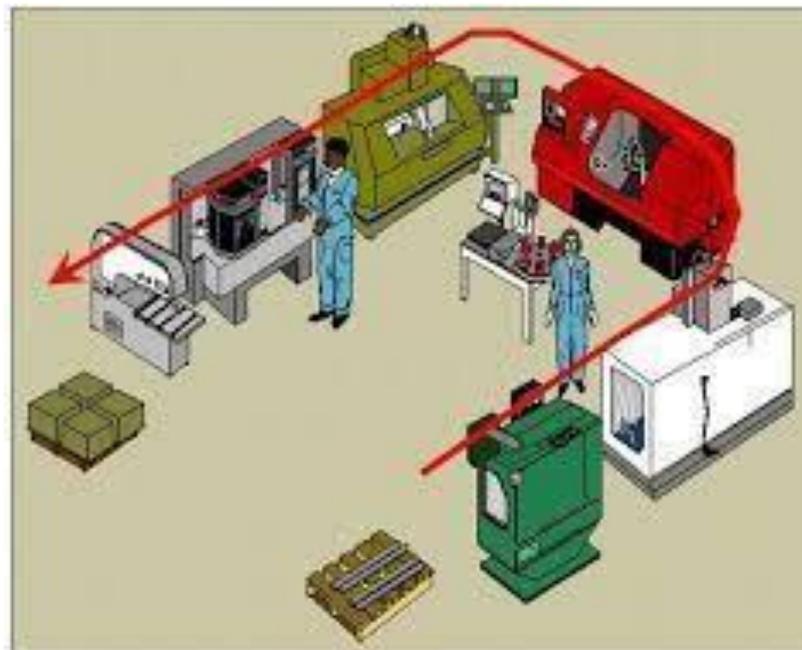
Es la unión de la distribución por producto y a la distribución por procesos, ya que facilita llegar a una flexibilidad y eficiencia en la elaboración de productos que tienen similares procesos, dándoles el alcance de maquinarias y mano de obra para su fabricación. Es una célula de trabajo los productos se mueven de uno en uno o en pequeñas cantidades a la vez secuencialmente por cada operario. La duración transcurrida entre el comienzo de la primera y la última operación es relativa al tiempo total utilizado de la máquina y manipulación de una pieza. (Díaz y Noriega, 2017, p.203).

Para desarrollar un buen diseño de este tipo de distribución no solo incluye la disposición de las maquinas además la implementación de almacén.

### **Ventaja de la Distribución Celular**

- Acortamiento tajante del tiempo de producción
- Se capacita trabajadores para hacer diversas .operaciones dentro de la célula.
- Los costos y tiempos de acondicionamiento de la máquina disminuyen al fabricar productos con los mismos acondicionamientos.
- Consigue ser asistidos por una cantidad variable de operarios en distintas tandas.

En la Figura 9 se aprecia el tipo de Distribución celular.



*Figura 9.*Distribución Celular

## **Factores que alteran la Distribución**

Según Díaz, Jarufe y Noriega (2007) Hay diversos factores que alteran la distribución de Planta, los cuales son:

### **Factor material**

Este factor es muy importante en la distribución porque es por el material la planificación de cómo se llevará a cabo la fabricación, el diseño mismo del producto, la variedad de mismo, la secuencia y la cantidad necesarias de operaciones para llevar a cabo el producto final.

### **Factor maquinaria**

Fundamental factor para la adecuada ordenación y distribución de los espacios para la apropiada utilización del todo el equipo de herramientas y accesorios.

### **Factor Hombre**

Este factor implica todo lo que tenga relación al recurso humano, como la calidad y capacidad que tienen los colaboradores, así como también la seguridad dentro de los puestos de labores.

### **Factor Movimiento**

Este factor toma como principal recurso los traslados y rotaciones dentro o fuera de cada departamento que tenga relación con la producción.

### **Factor Edificio**

Comprende todos los elementos particularidades dentro y fuera de toda la infraestructura, así como la adecuada distribución e instalaciones de los puestos de trabajo y equipos.

### **Factor Espera**

Dentro de la planta es obligatorio crear ambientes disponibles, como almacenes, para cuidar la calidad de los productos en espera y abastecer materiales en buen estado para prevenir paras en la producción.

### **Factor Servicio**

En el área de mecanizado necesita servicios de apoyo que están constituidos por elementos físicos y recurso humano organizado.

## **Factor Cambio**

La distribución de planta debe considerar todos los cambios a futuro, de tal manera que la financiación realizada en la implementación conceda al área para concluir con los requerimientos de producción y la demanda del mercado.

### **Objetivos de la distribución de planta:**

Según Platas y Cervantes (2015) indica que los objetivos son:

- Disminución de riesgo de salud e incremento de seguridad para el trabajador
- Ascenso de la moral y beneficios para el obrero
- Aumento de la producción
- Retrasos de producción en disminución
- Mejorar el uso de espacios en las distintas áreas
- Reducir el manejo de materiales
- Maximizar la operación en maquinarias, mano de obras, etc.
- Disminución del material en proceso
- Reducir tiempo de fabricación
- Optimizar trabajo administrativo
- Supervisar efectivamente todos los procesos
- Reducción de la congestión o confusión
- Mejora el almacenamiento del material
- Cambios de condiciones con mayor facilidad de ajustes (p.66).

### **Planeación sistemática de la distribución de planta**

Según Platas y Cervantes (2015) La distribución de planta al estar planificada de manera sistemática es una forma organizada de efectuarlo previamente planeado de la distribución y está conformada por cuatro básicas fases, conformadas a la vez por un conjunto de formas de proceder y simbología convencional de esta forma identificar, evaluar y observar los componentes y áreas implicadas en la planeación. Las fases son las siguientes:

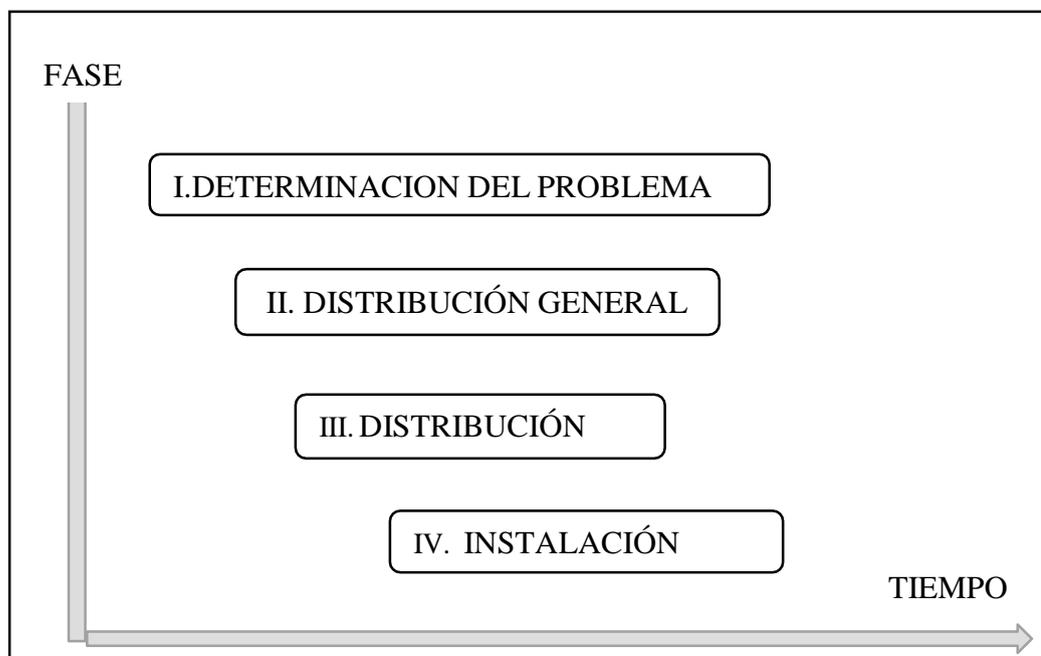
**Fase I. Determinación del Problema:** Decretar el lugar del área a distribuir analizando las exigencias, los alcances, ubicación y condiciones externas. Se examinan los materiales o productos que se fabrican en el proyecto, escogiendo el de mayor trascendencia para el estudio respectivo. Para este problema se va a usar los análisis P-Q y el ABC (Díaz y Noriega, 2017, p.203).

**Fase II. Distribución general:** Se señala una única opción de solución primaria, esta fase es primordial para determinar la ubicación en relación de las actividades, optimizando la distribución de las áreas. (Díaz y Noriega, 2017, p.482).

**Fase III. Distribución detallada:** consiste mostrar una solución detallada, definiendo la posición más adecuada para las maquinarias y equipos, por ello se sigue el mismo procedimiento de la segunda fase. El resultado de esta etapa se representa en plano. (Díaz y Noriega, 2017, p.507).

**Fase IV. Instalación.** Reside en planificar e incorporar, así como también lograr la aceptación y realizar los ajustes físicos que se necesita. (Díaz y Noriega, 2017, p.204).

Las cuatro fases deberán ser secuenciales para su óptima implementación, es fundamental seguir el procedimiento, como se observa en la figura 10.



*Figura 10. Planeación y Diseño Layout de Instalaciones*

### 1.3.2. Productividad

Según Nemur (2016, p.4) Ser productivos es tener la capacidad de mejorar cualquier bien o servicio, obteniendo beneficios económicos como principales resultados esperados, también expresa que es la magnitud promedio de la eficiencia de la producción, determinándolo como relación entre los resultados y recursos empleados.

Para Gutiérrez y De la Vara (2013) la mejor manera de aumentar la productividad es generar o producir más unidades a una menor utilización de los recursos disponibles. Por lo tanto la productividad se obtendría mediante la multiplicación de la eficiencia y eficacia (p.7).

Este autor expresa que, si la productividad es analizada mediante la relación “ unidades producidas entre el tiempo total empleado, entonces se determinará que la eficiencia será la relación entre tiempo útil y tiempo total, por lo tanto, la eficacia será el cociente entre las unidades producidas y unidades programadas” (Gutiérrez y De la Vara, 2013, p.7).

Existen diversas definiciones relacionado a la productividad, para CIBERTEC (2019, p.12) deduce que la productividad es la magnitud medible positiva con que se usan los recursos utilizables para llegar a los resultados previstos, por consiguiente todo ingeniero industrial debe orientar todos sus estudios sobre los elementos como materiales, hombre y máquinas para que de esta manera aumente los índices de productividad.

En teoría existen 3 formas de incrementar el resultado de indicadores de la productividad:

- Aumento del producto y conservar los mismos recursos.
- Decrecer los recursos y conservar el producto ya determinado.
- Incrementar el producto y disminuir los recursos de manera proporcional y simultáneamente.

Los principios para estudiar la productividad son los siguientes factores:

- Men
- Money
- Materiales
- Métodos
- Mercados
- Maquinas
- Medio ambiente
- Mantenimiento
- Manufactura

### **Indicadores de la productividad**

Se refiere a las variables que nos ayuda a la fácil medición del desempeño de los procesos por medio de diversas relaciones realizadas desde los recursos utilizados hasta los resultados alcanzados (CIBERTEC, 2019, p.12).

$$\text{Productividad} = \boxed{\text{Eficiencia X Eficacia}}$$

### Indicador de la eficiencia

Relación entre los recursos aplicados en el proyecto y los resultados obtenidos con el mismo. La eficiencia se refleja al usar menos recursos para obtener el objetivo ya establecido o por lo contrario cuando se obtienen los objetivos con menos o igual recursos.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo útil}}{\text{Tiempo total}} \times 100 \%$$

### Indicador de eficacia

Nivel de consecución de los objetivos y metas. La eficacia se refiere a la capacidad para lograr lo que se plantea.

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Programada}} \times 100\%$$

Tabla 6. *Productividad*

Variables	Definición	Indicadores
<b>Eficiencia</b>	Forma en que se usan los recursos de la empresa: humanos, materia prima, tecnológico, etc.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tiempos muertos</li><li>• Desperdicios</li><li>• Porcentaje de utilización de la capacidad instalada</li></ul>
<b>Eficacia</b>	Grado de cumplimiento de los objetivos, metas o estándares , etc.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Grado de cumplimiento de los programas de producción o ventas.</li><li>• Demora en los tiempos de entregas.</li></ul>

Fuente: CIBERTEC

### 1.3.3. Métodos y/o Herramientas

#### 1.3.3.1. Técnicas para el cálculo de los requerimientos de áreas

##### Método Guerchet para el cálculo de superficies

El método de Guerchet permite predeterminar las áreas físicas necesarios para una adecuada disposición de una planta, por eso, se necesita contar con el total de máquinas disponibles, de los equipos y materiales, que son elementos estáticos, y también es necesario contar con la cantidad de los componentes en movimiento que son los operarios y equipos móviles (Díaz y Noriega, 2017, p.463). Por ello gracias a este método se puede determinar la dimensión de la superficie que se necesita para maniobrar cada máquina y mueve en el área requerida.

Díaz y Noriega (2017, p.463-464) La superficie total requerida se mide sumando las 3 superficies propuestas por P.F. Guerchet:

$$ST = n (Ss+Sg+Se)$$

Dónde:

ST= Superficie Total

Ss= Superficie Estática

Sg= Superficie de Gravitación

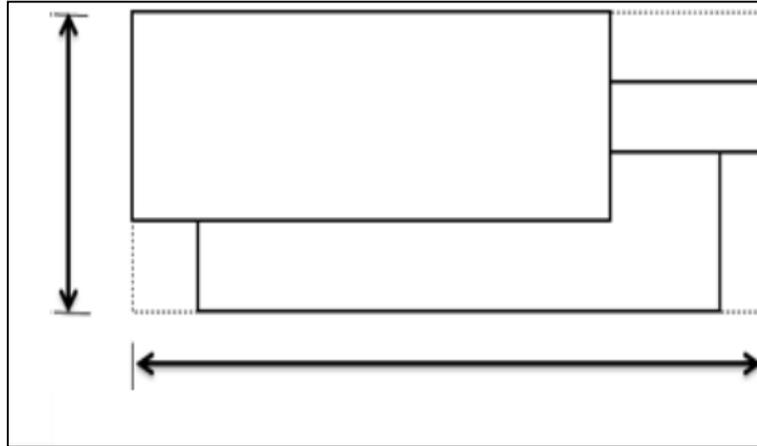
Se= Superficie de Evolución

n= número de elementos móviles o estáticos de un tipo

##### Superficie estática (Ss)

Comprende a todas las áreas ocupadas por las máquinas, muebles y equipos de la planta, la cual es analizada según como se utiliza la máquina es una determinada posición, es decir, se incluye todos los accesorios de funcionamiento de la máquina, así como las partes sobresalientes del cuerpo de la máquina. Para hallar esta superficie se toma en cuenta dos dimensiones de una maquina determinada, largo y ancho, para luego ser representado en un cuadrilátero (Díaz y Noriega, 2017, p.464). Como muestra en la Figura 11.

$$Ss = \text{largo} \times \text{ancho} = l \times a$$



*Figura 11. Superficie Estática*

### **Superficie de gravitación (Sg)**

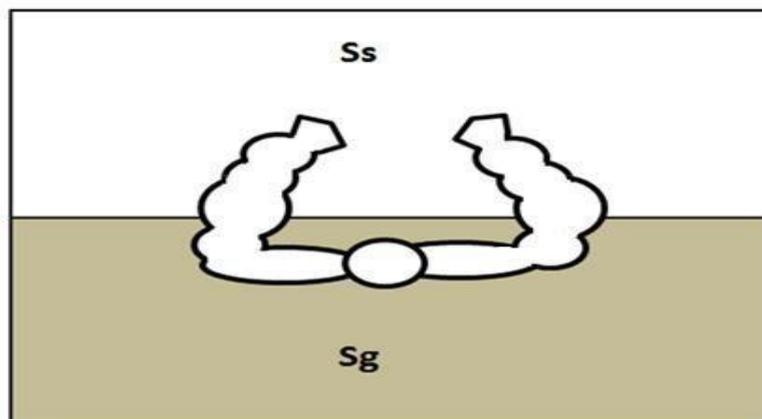
Corresponde a toda el área utilizada por el operario para realizar su función en la máquina y/o también el espacio utilizado por los materiales que están alrededor de las máquinas. Esta superficie se obtiene multiplicando la superficie estática por el número de lados utilizados para maniobrar la máquina, esta cantidad de lados se determina o se obtiene como información dentro del manual de diseño de la máquina y si no lo describe, el ingeniero encargado de la distribución de planta lo determina según el criterio más conveniente (Díaz y Noriega, 2017, p.464). Como muestra en la Figura 12.

$$S_g = S_s \times N$$

Dónde:

N = número de lados

S<sub>s</sub> = superficie estática



*Figura 12. Superficie de gravitación*

### Superficie de evolución (Se)

Son todas las áreas necesarias que son reservadas para los desplazamientos de los operarios entre los puestos de trabajos, tomando en cuenta los recorridos de los materiales, bandejas y equipos. Se utiliza un coeficiente de evolución K que es un valor en relación entre las alturas de los elementos móviles y los elementos estáticos (Díaz y Noriega, 2017, p.464). Como se aprecia en la Figura 13.

$$Se = (Ss + Sg) K$$

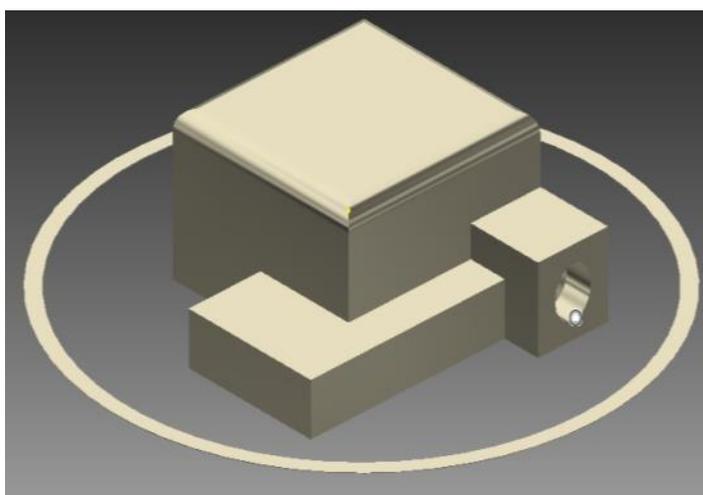


Figura 13. Superficie de evolución

Para realizar el método de Guerchet es necesaria la tabla de valores de k, según tipo de industria como muestra la Tabla 7. Para calcular el requerimiento de superficies para cada máquina, para ello es necesario tomar medidas de las dimensiones de estas, como se muestra en la tabla 8.

Tabla 7. Valores de K para diferente tipo de industria

Gran industria, Alimentación	0.05-0.15
Trabajo en cadena con transportador mecánico	0.10-0.25
Textil hilado	0.05-0.25
Pequeña Mecánica	0.50-1.00
Relojería, Joyería	0.75-1.00
Textil Tejido	1.50-2.00
Industria Mecánica	2.00-3.00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8. Método de Guerchet**

MÉTODO GUERCHET ( ACTUAL)											
MÁQUINA	CANTIDAD	N(Lados)	a	l (m)	h (m)	Ss	Sg(m2)	Se(m2)	H(prom)	St(1 maq)	St*n
			(ancho)	(largo)	(alto)	(lxa)	SsxN	(Ss+Sg)K			
Torno Paralelo G											
Torno Paralelo M											
Torno Paralelo P											
Cepilladora											
Rectificadora Tan- gencial											
Taladro Fresador											
Fresadora Univer- sal											
Esmeril Fijo											
Mesa de Trabajo											
	H(prom)			K							

Fuente: Elaboración propia

### 1.3.3.2. Técnicas de las Relaciones entre Actividades

Las relaciones entre actividades es un análisis que facilita desplegar el proyecto de distribución de planta, priorizando la cercanía entre distintas áreas, como la productivas (relación entre maquinas), administrativas, de servicios, etc. Donde no existe un flujo de materiales con el propósito de establecer una distribución que tenga como principal objetivo disminuir el exceso de recorridos (Díaz, Jarufe y Noriega, 2007, p.483).

#### Tabla relacional

Luego de calcular por el método de Guerchet todas las superficies y reservar todos los espacios necesarios para instalar los puestos de trabajo en la planta, se analizará a través de la tabla de relacional la disponibilidad de los espacios. La tabla Relacional es un formato ordenado en diagonal, en el cual se expresan las relaciones que poseen cada una de las actividades entre sí. También se observa las evaluaciones de importancia de cercanía entre las actividades, adecuadamente arraigada en códigos. (Díaz et al, 2017, p. 484).

La construcción consiste en 2 componentes básicos:

- Tabla de valor de proximidad
- Lista de razones y motivos

La tabla relacional implanta una adecuada herramienta que acondiciona un plan de mejora que logra constituir los servicios productivos. Los casilleros que se muestra en la tabla 8, identifican la intersección de dos actividades, está representado por el valor de proximidad que se encuentra en la parte superior y Lista de razones y motivos que se encuentra en la parte inferior (Díaz et al, 2017, p. 484). En la Figura 14 se representa la manera apropiada de interpretar un casillero.

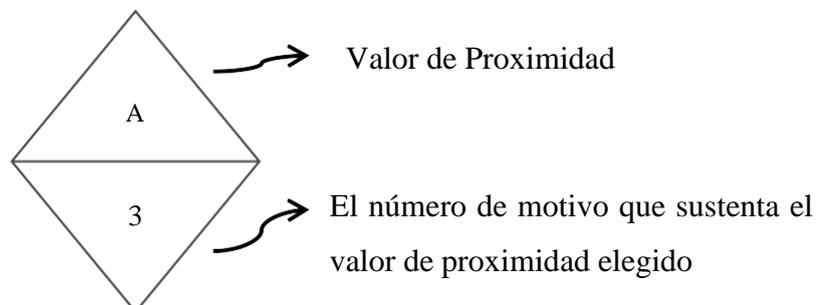


Figura 14. Interpretación de un casillero de la tabla relacional

Los códigos de los valores de proximidad (Tabla 9) están representados por las letras A, E, I, O, U, X, con su respectivo valor.

**Tabla 9. Códigos y valores de proximidad**

CODIGO	VALOR DE PROXIMIDAD
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Normal u ordinario
U	Sin importancia
X	No recomendable

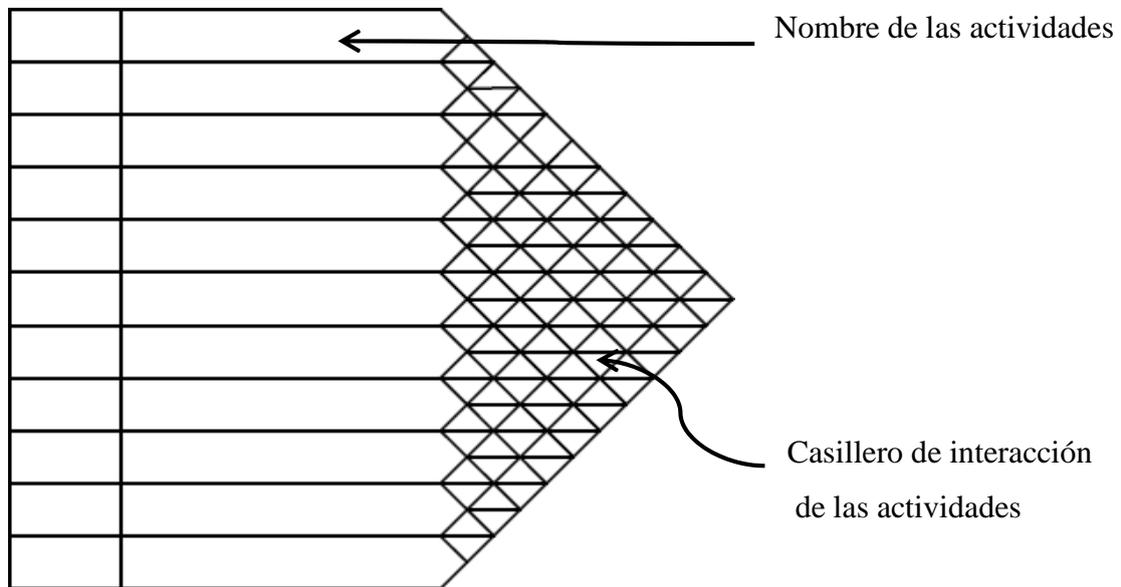
Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se describe una lista general de motivos los cuales determinaran el valor de proximidad:

- Cadena de Operaciones
- Distancia mínima por recorrer
- Valoración de los contactos directos
- Importancia de los contactos administrativos y/o de información
- Uso de los equipos industriales relativamente
- Aplicación de formatos comunes e impresos
- Demanda del mismo personal
- Ajuste de función o líneas de acción
- Demanda de inspección o control
- Situaciones de impacto ambiental
- Genera interrupciones y/o distracciones
- Estabilidad de las operaciones
- Etc.

## Esquema de la tabla Relacional

Como muestra la Figura 15, el formato de la presentación de la tabla relacional.



*Figura 15.* Formato de tabla relacional de actividades

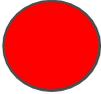
Para un acertada denominación la valoración de la proximidad y la asignación de la razón están obligados a realizarse de una manera efectiva, para ello los involucrados en la investigación tienen que tener el conocimiento exacto de las características de cada zona o máquina a distribuir, del proceso de producción y dificultades que se presentan en la planta. Para ello se necesitan las personas involucradas en el proceso (Díaz et al, 2017, p. 486).

### **Diagrama relacional de recorrido o actividades**

Según Díaz, et al. (2007) Permite examinar todas las relaciones entre actividades que están siendo objeto de estudio, uno de ellos representado por el valor de la proximidad, en caso de resultar el valor de proximidad el exceso de recorridos, el diagrama señalará la obligación de disminuir las distancias entre áreas y/o máquinas (p.309).

Para proceder a construir se necesitan los puntos esenciales para un buen trazo. Como muestra la Tabla 10 y Tabla 11 se debe usar símbolos para reconocer fácilmente todo tipo de actividad.

**Tabla 10. Significado de los símbolos del diagrama de recorrido**

SIMBOLO	COLOR	ACTIVIDAD
	ROJO	Operación (montaje)
	VERDE	Operación, proceso o fabricación
	AMARILLO	Transporte
	NARANJA	Almacenaje
	AZUL	Control
	AZUL	Servicios
	PLOMO	Administración

Fuente: elaboración propia

**Tabla 11. Código de las Aproximidades**

CODIGO	PROXIMIDAD	COLOR	Nº DE LINEAS
A	Absolutamente necesario	ROJO	4 rectas
E	Especialmente necesario	AMARILLO	3 rectas
I	Importante	VERDE	2 rectas
O	Normal	AZUL	1 recta
U	Sin importancia	-	-
X	No deseable	PLOMO	1 zigzag
XX	Altamente no deseable	NEGRO	2 zigzag

Fuente: elaboración propia

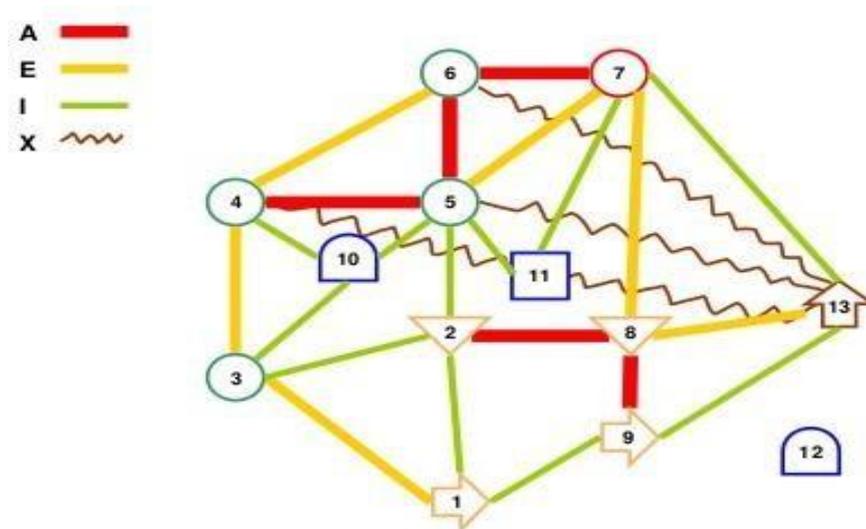
En la Tabla 11, La tabla de códigos que se utiliza para indicar la proximidad de las actividades y los productos, ambos relativamente. Después se reúnen las actividades en pares ordenados y se procede llenar, como muestra el ejemplo de la Tabla 12.

**Tabla 12. Ejemplo de pares ordenados según el valor de proximidad**

A	(1,2);(1,3);(2,3);(6,7);(7,8)
E	(3,5)
I	(3,4);(3,8);(4,6);(4,7)
O	(3,6);(3,7)
U	(1,5);(1,7);(1,8);(2,4);(2,5);(2,7);(2,8);(4,5)
X	(1,4);(1,6);(2,6);(5,6);(5,8);(4,8);(6,8)

Fuente: Elaboración propia

Se empieza a construir el diagrama relacional, primero se hace todas las actividades del valor de proximidad A, empleando los pares ordenados. Luego se añaden las demás relaciones según la importancia. Al adicionar las relaciones, se debe analizar de manera correcta la posición de las actividades, con el propósito de encontrar situaciones adyacentes, para que de esta manera evitar cruce de líneas (Díaz et al, 2017, p. 486). Como muestra la Figura 16, se presenta un modelo de diagrama relacional de recorridos.



**Figura 16. Relación de actividades**

Se aprecia las distintas líneas, en caso adverso y las líneas se crucen entre sí, se recomienda usar puentes, para su mejor observación de la relación.

## Diagrama Relacional de Espacios

Según Díaz, et al. (2017) nos indica que “La finalidad es visibilizar la distribución de las áreas y/o máquinas gráficamente, usando de base la importancia de proximidad, de esta manera se otorga las áreas a cada actividad o sección correspondiente” (p. 490).

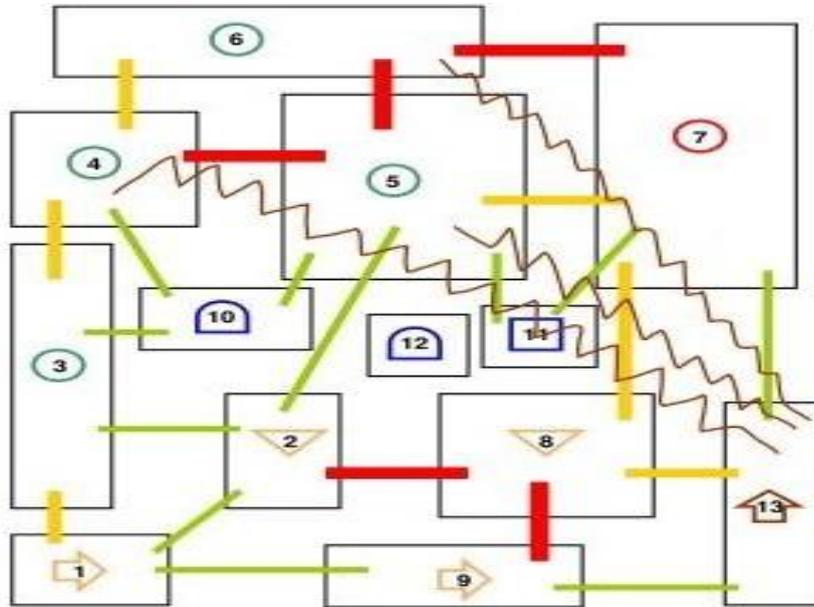


Figura 17. Ejemplo de Diagrama Relacional de Espacios

Se observa que en la figura 17, el diagrama relacional de espacios tiene similar posición o distribución que el diagrama relacional de recorridos. Este se representa por cada actividad, por consiguiente, se utiliza el cuadro de resúmenes de áreas de cada máquina con su espacio o superficie correspondiente según sus características (para ello se aplicó el método de Guerchet).

## Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP)

“El diagrama de operaciones señala por medio de imágenes o signos el flujo del proceso productivo, así como también los aportes de materia prima, entradas y salidas dentro del proceso mencionado, los símbolos se presentaran en la tabla de simbología” (Cuatrecasas, 2017, p.8).

**Tabla 13. Simbología del (DOP y DAP)**

NOMBRE	SIMBOLO
OPERACION	
INSPECCION	
OPERACION COMBINADA	

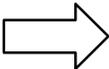
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13, según Cuatrecasas los tres primeros símbolos operación, inspección y operación combinada se utiliza para el DOP en cambio para el DAP se usa todos los símbolos de la tabla.

El Diagrama de Actividades del Proceso (DAP)

“Es la representación gráfica que simboliza el trabajo realizado por algunas o todas las etapas del proceso productivo” (Cuatrecasas, 2017, p.15).

**Tabla 14. Representación Gráfica**

NOMBRE	SIMBOLO
OPERACIÓN	
INSPECCION	
OPERACION COMBINADA	
TRANSPORTE	
DEMORA	
ALMACEN	

Fuente: Elaboración propia

### 1.3.3.3. Marco Conceptual

Distribución de planta:

Según Domínguez (2016, p.7) “El orden adecuado de espacios necesarios para el movimiento correcto de materiales, herramientas, equipos o líneas de producción, con la finalidad de que alcancen la mayor productividad al menor costo y de esa forma obtener un producto o un servicio al menor precio, el cual nos permita entrar al mercado y competir.”

Según Díaz, et al. (2007) señala que: “La distribución de planta es la disposición física de los factores donde todos están dispuestos a contribuir a operaciones cómodas, seguras y económicas alcanzando sus objetivos” (p. 109)

Layout

“Puede ser interpretado como disposición o plan para representar en un plano las diversas áreas o espacios que pertenecen a una planta, puede ser en materia prima, almacén, control, etc.” (Cervantes, 2014, p 158).

Diagrama de Ishikawa

“Realizado por Karou Ishikawa como metodología para la resolución de problemas por medio de análisis organizado y sistemático de las causas, además es considerado como una de las siete herramientas de calidad” (Cuatrecasas, 2017, p.49).

Es la graficación de muchos elementos que causan los problemas principales del área establecida o empresa en general.

Diagrama de Pareto

Es un gráfico de barras que consiste en un campo de análisis con datos categóricos que tiene como fin identificar y/o localizar problemas vitales, más reconocido como ley 80-20, este distingue que unos pocos elementos (20%) ocasiona la mayor parte del efecto (80%), y el sobrante genera muy poco del efecto total.(Cuatrecasas, 2017, p.50).

## **1.4. Formulación del problema**

### **1.4.1. Problema general**

¿De qué manera la distribución de planta mejorará la productividad del área de producción la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. del distrito de los Olivos, Lima, 2019?

### **1.4.2. Problemas específicos 1**

¿De qué manera la distribución de planta mejorará la eficiencia del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. del distrito de los Olivos, Lima, 2019?

### **1.4.3. Problemas específicos 2**

¿De qué manera la distribución de planta mejorará la eficacia del área de producción en la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. del distrito de los Olivos, Lima, 2019?

## **1.5. Justificación del estudio**

### **1.5.1. Justificación teórica**

Con esta investigación se referencia a la importancia de aumentar la productividad del área de producción, el cual esta podrá ser una guía de cómo aplicar la distribución de planta, y podrán constatar de como aumenta su productividad, haciendo a la empresa más competitiva y con una mejor calidad para la satisfacción de los clientes.

### **1.5.2. Justificación económica**

Esta investigación demostrara que será de gran ayuda el mejoramiento de la distribución de planta en la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. del distrito de los Olivos, Lima, 2019 alcance el incremento de rentabilidad disminuyendo sus costos, decreciendo los tiempos en el proceso de producción por consiguiente se conseguirá una mejor productividad.

### **1.5.3. Justificación Social**

La presente investigación dará a mostrar que implementar una distribución de planta de manera adecuada generará un beneficio social entre los colaboradores ya que podrán trabajar de manera ordenada, eliminando tiempos muertos, dando en los trabajadores un mejor ambiente laboral.

#### **1.5.4. Justificación Práctica**

Esta investigación demostrará que aplicando esta mejora la empresa identificara de manera eficiente el mal diseño del área, el apilamiento de residuos o mermas, las constantes paradas de máquina y la inseguridad que siente el trabajador por el trabajo en espacios reducidos.

#### **1.6. Hipótesis**

##### **1.6.1. Hipótesis general**

La Distribución de planta mejorará la productividad del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L., Lima, 2019.

##### **1.6.2. Hipótesis específicas 1**

La distribución de planta mejorará la eficiencia del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L., Lima, 2019.

##### **1.6.3. Hipótesis específicas 2**

La distribución de planta mejorará la eficacia del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L., Lima, 2019.

#### **1.7. Objetivos**

##### **Objetivo general**

Establecer de qué manera la distribución de planta mejorará la productividad del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L., Lima, 2019.

##### **Objetivos específicos 1**

Determinar de qué manera la distribución de planta mejorará la eficiencia del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L., Lima, 2019.

##### **Objetivos específicos 2**

Determinar de qué manera como la distribución de planta mejorará la eficacia del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L., Lima, 2019.

## **II. MARCO METODOLÓGICO**

## **2. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

### **2.1. Tipo de investigación**

Toda investigación tiene como pieza fundamental una metodología, que comprende todo lo que se relaciona a las técnicas de recolección, herramientas de medición y la obtención de información después del análisis. Habilita la aclaración de los resultados obtenidos en relación al problema descubierto, afirmando o descartando las hipótesis previamente realizadas (Valderrama, 2010, p.163).

La investigación presente tiene el propósito de tipo Aplicada y de subnivel descriptivo-aplicativo debido a que presenta problemas, investiga el porqué del problema y plantea una solución en relación al contexto de esa realidad problemática.

La investigación aplicada necesita saber y conocer para poder resolver, actúa para llegar a construir y modificar mediante una aplicación de técnicas en el momento de una realidad establecida (Valderrama, 2010, p.16).

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo porque se rige bajo un procedimiento estructurado de distribuir una planta para tomar las decisiones frente a alternativas de solución de un problema previsto y estudiado, usando las mediciones de datos representados numéricamente en cantidades.

Respecto al enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio, Según Hernández, Fernández y Batista (2010) nos dice que cada etapa antecede a la siguiente con un orden altamente riguroso, aunque hay excepciones que se debe tomar en cuenta. Fragmento de ideas que se delimitan para luego se deriven los objetivos y preguntas de investigación, se verifica la literatura y se elabora un marco teórico (p.4).

La presente investigación es de nivel explicativo debido a que busca la raíz de una problemática por medio de la relación causa-efecto, donde se estudia los resultados de la variable dependiente con una prueba pre y post de la aplicación de la variable independiente. Para Valderrama (2010), el nivel explicativo tiene una mejor estructura en comparación a los niveles de investigación. El análisis de los resultados en la variable dependiente se lleva a cabo la administración de una prueba de entrada y otra de salida de la aplicación de la variable independiente (p.174).

### **2.1.1. Diseño de Investigación**

La investigación tiene un diseño de tipo experimental y subdivisión cuasi experimental, debido a que se aplicara una variable independiente (Distribución de planta) a una variable dependiente (Productividad) y se examina el efecto que ocasiona en ella. Según Valderrama (2010), los diseños cuasi experimentales también manejan por lo menos una variable independiente para que de esta manera apreciar el efecto y la relación que tiene con una o más variables dependientes, únicamente diferido de los experimentos “verdaderos” en el grado de seguridad o confiabilidad sobre la equivalencia de los grupos (p.65).

## **2.2. Operacionalización de Variables**

### **2.2.1. Variable independiente: Distribución de planta**

Definición conceptual

Según Díaz y Noriega (2017) señala que la distribución de planta es el ordenamiento físico de los factores y áreas donde cada uno de ellos está dispuesto al cambio de tal manera que las operaciones sean económicas, seguras y cómodas en el logro de los objetivos trazados (p.109).

Definición operacional

Para el caso de investigación, realizar un reordenamiento físico de su disposición es fundamental para que pueda lograr el alcance de sus objetivos. El rediseño del Layout del área de producción consistirá en establecer la dimensión de la superficie requerida para conservar espacio en cada una de las máquinas y muebles del área ya mencionada, en consecuencia, las operaciones serán más cómodas porque también se buscará minimizar las distancias de recorrido entre las maquinas del área de producción.

#### **2.2.1.1. Dimensión 1: Layout**

Layout es el diseño y la disposición que tiene cada planta, en este caso de estudio es todo el área de producción, por ello será evaluada y analizada mediante dos indicadores; el método de Guerchet y el método de diagrama relacional de actividades.

Indicador método de Guerchet (MG), permite predeterminar la superficie Total necesaria para una buena distribución, por eso, es necesario contar con el número total y dimensiones de las máquinas disponibles, que son elementos estáticos, y también es necesario contar con la cantidad de los elementos móviles que son los operarios.

Díaz y Noriega (2017, p.463), La superficie total que se requiere se deduce mediante la adición de las tres superficies evaluadas de los elementos que son la superficie estática, superficie de gravitación y la superficie de evolución.

$$ST = n (Ss + Sg + Se)$$

Para la investigación se denominará a la superficie total hallada como el espacio utilizado actual (EUA) y se analizará comparándola con el espacio utilizado propuesto (EUP)

$$MG = \frac{EUA}{EUP}$$

Indicador Método Diagrama Relaciones de Actividades (MDRA), este método permitirá reconocer las distancias recorridas que existe en los procesos dentro del área de producción, por ello es fundamental tener conocimiento del flujo de operaciones y actividades de cada proceso importante del área ya dicha (Díaz y Noriega, 2017, p.484).

Para el caso de estudio de la investigación mediremos al Layout la distancia recorrida actual (DRA), la cual será comparada con la distancia recorrida propuesta (DRP).

$$MDRA = \frac{DRA}{DRP}$$

### 2.2.2. Variable Dependiente: Productividad

Definición conceptual

Según Gutiérrez y De la Vara (2013) “la productividad se define como la relación entre lo que se ha producido y los medios que se ha utilizado; por consiguiente, se calcula mediante el cociente, que sería resultados logrados entre recursos empleados” (p.9).

Definición operacional

Desde una perspectiva operacional la productividad será tratada de acuerdo a los resultados logrados que se mide entre unidades producidas y los recursos empleados que su cuantifican por medio del tiempo total empleado. En el caso de estudio de productividad se obtendrá multiplicando la eficiencia y la eficacia.

EFICIENCIA x EFICACIA

### **2.2.2.1. Dimensión 1: Eficiencia**

Relación entre resultados logrados y recursos empleados, para el caso del estudio como la productividad se medirá en unidades producidas entre tiempo total empleado, la eficiencia se analizará mediante la división de tiempo útil (TU) y tiempo total (TT), por ello la eficiencia se mide mediante el indicador tiempo de producción (TP) (Gutiérrez y De la Vara, 2013, p.7).

$$TP = \frac{TU}{TT} \times 100 \%$$

### **2.2.2.2. Dimensión 2: Eficacia**

Es la relación donde las actividades planificadas son realizadas y los resultados previstos son logrados, para el caso de estudio la productividad se calcula en unidades producidas entre tiempo total empleado, por consiguiente la eficacia se evaluará con el indicador de niveles de producción (NP) que se rige mediante el cociente de la producción real (PR) y la producción programada (PP) (Gutiérrez y De la Vara, 2013, p.7).

$$NP = \frac{PR}{PP} \times 100\%$$

**Tabla 15. Matriz de Operacionalización de variables**

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	FORMULA	ESCALA DE MEDICIÓN
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	Para Díaz y Noriega (2017) indica que: “la disposición de planta es el orden físico de los factores en donde cada uno de ellos está dispuesto de tal manera que las operaciones sean cómodas, seguras, y económicas en el logro de sus objetivos” (p. 109).	Consiste en determinar el tamaño de la superficie necesaria para reservar espacio de cada máquina y muebles el área de mecanizado.	LAYOUT	INDICE GUERCHET	$MG = \frac{EUA}{EUP}$ MG: Método de Guerchet EUA: Espacio utilizado Actual EUP: Espacio utilizado Propuesto	RAZÓN
		Consta en minimizar las distancias de recorrido entre las máquinas del área de mecanizado.		INDICE DIAGRAMA RELACIONAL DE ACTIVIDADES	$MDRA = \frac{DRA}{DRP}$ MDRA: Método Diagrama Relacional de Actividades DRA: Distancia Recorrida Actual DRP: Distancia Recorrida Propuesta	RAZÓN
PRODUCTIVIDAD	Para Gutiérrez y De la Vara (2013) la “manera de mejorar la productividad es optimizar el uso de los recursos y maximizar los resultados. De aquí que la productividad suele dividirse en dos componentes: eficiencia y eficacia” (p.7)	Se basa en el tiempo utilizado para la producción	EFICIENCIA	TIEMPO DE PRODUCCIÓN	$TP = \frac{TU}{TT} \times 100 \%$ TP: Tiempo de Producción TU: Tiempo Útil TT: Tiempo Total	RAZÓN
		Consiste en la cantidad de unidades terminadas que se produce en un tiempo óptimo determinado.	EFICACIA	NIVELES DE PRODUCCIÓN	$NP = \frac{PR}{PP} \times 100\%$ NP: Niveles de Producción PR: Producción Real PP: Producción Programada	RAZÓN

Fuente: Elaboración propia

## **2.3. Población y Muestra**

### **2.3.1. Unidad de estudio**

La unidad de estudio se ha realizado en la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología S.R.L. el distrito de los Olivos, Lima, 2017.

### **2.3.2. Población**

Esta investigación tiene como población la toma de datos diarios producidos de la pieza conector SAE 1045 que se ha realizado en 30 días que es proporcional a 30 tomas de datos antes de la aplicación y 30 tomas de datos después de la aplicación de la variable independiente.

### **2.3.3. Muestra**

Según Valderrama (2013), es el subconjunto de la población que es representativo porque expresa las características de la población en absoluto (p.184). En el desarrollo de la investigación se ha empleado una muestra que es igual a la población debido a que el diseño de la tesis es cuasi experimental. Por tal motivo el tamaño de la muestra es igual a la población de estudio que es de 30 tomas antes y después de la aplicación de la herramienta.

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

### **2.4.1. Técnica de recolección de datos**

En la investigación se utilizara la técnica de recolección de datos por medio de la observación, ya que los investigadores realizarán el lanzamiento de los datos en relación al problema encontrado en la empresa, esto permitirá identificar las modificaciones que tendrán las variables dependiente e independiente.

### **2.4.2. Instrumento de recolección de datos**

Para Valderrama (2013) los instrumentos son los recursos materiales que usa en la investigación para recoger y registrar los datos. (p.195)

Además se utilizara un formato que diseñarán los investigadores en relación a los indicadores con el fin de obtener los datos necesarios.

### 2.4.2.1. Instrumento de la variable dependiente

Tabla 16. *Matriz de Operacionalización de variables*

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN							
PRODUCTIVIDAD							
DÍAS	TIEMPO ÚTIL	TIEMPO TOTAL	EFICIENCIA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN REAL	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
			$TP = \frac{TU}{TT} \times 100\%$			$NP = \frac{PR}{PP} \times 100\%$	EFICIENCIA x EFICACIA
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

Fuente: Elaboración propia

La tabla 16 demuestra cómo se tomará registro de los datos necesarios obtenidos mediante la observación y la toma de tiempo. Se tomarán 30 muestras antes de la aplicación de la herramienta.

#### 2.4.2.2. Instrumento de la variable independiente

En la siguiente tabla 17 se admitirá registro de todas las observaciones necesarias para poder evaluar los cambios de la variable independiente.

**Tabla 17. Medición de la Distribución de Planta**

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN POST-TEST								
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA								
N° DE OBS.	ÁREA	ESPACIO UTILIZADO ACTUAL	ESPACIO UTILIZADO PROPUESTO	MG= $\frac{EUA}{EUP}$	PRODUCTO	DISTANCIA RECORRIDA ACTUAL	DISTANCIA RECORRIDA PROPUESTA	MDRA= $\frac{DRA}{DRP}$

Fuente: Elaboración propia

#### 2.4.3. Técnica de Validez y Confiabilidad

Para establecer que el instrumento tiene una validez de contenido se usará el juicio de expertos en el cual darán su consentimiento que los instrumentos a utilizar sean los correctos para la presente investigación. En el Anexo 2 se registra el certificado de validación de los tres expertos.

**Tabla 18. Validación de expertos**

VALIDACION DE EXPERTOS		
EXPERTOS	GRADO DE INSTRUCCIÓN	RESUMEN
Gustavo Montoya Cárdenas	Magister	Aplicable
Mary Laura Delgado Montes	Magister	Aplicable
Leónidas Bravo Rojas	Doctor	Aplicable

Fuente: Elaboración propia

La confiabilidad por tratarse de cálculos procedentes de la aplicación de fórmulas, que estarán registradas en registros, así mismo es aplicada con un procedimiento exacto por ser de variable cuantitativa debido a que se elabora con valores tomados de la misma empresa.

## **2.5. Método de análisis de datos**

Para analizar los datos se utilizara la estadística descriptiva e inferencial y los resultados se presentaran en tablas y figuras, siendo que las pruebas estadísticas aplicadas corresponden a la estadística paramétrica, que corresponde a la prueba de wilcoxon y T de student.

## **2.6. Aspectos éticos**

Desarrollando la investigación se dispone aplicar herramientas de ingeniería industrial para resolver la problemática que esta suscitando en la empresa, al igual que profesionales de la carrera de Ingeniería Industrial es indispensable el aspecto ético en todo el desarrollo de la investigación titulada Aplicación de la Distribución de Planta para mejorar la productividad del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. Lima, 2019, por consiguiente los derechos de autoría serán respetados a cabalidad en libros, tesis y otros medios materiales utilizados para todo el proceso de la investigación de tal manera que se vean reflejados en citas debidamente referenciadas. Según Díaz (2018), afirma que “La propiedad intelectual comprende los derechos del autor y propiedad industrial; en este contexto la propiedad intelectual escrita propiamente, está referida a los derechos del autor; la cual tiene su génesis cuando se materializa” (p18).

Esta investigación se lleva a cabo después del permiso de los representantes de la empresa, regido bajo un documento diseñado por los investigadores y aprobados por los representantes de la empresa (Anexos 3 de confiabilidad).

## **2.7. Desarrollo de la propuesta**

### **2.7.1. Situación Actual**

La empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. dedicado al rubro del sector metal mecánico, con R.U.C. 20519334781, está ubicada en Av. Los Alisos 762 - Urb. Cueto Fernandini, Los Olivos. Lima. Fue fundada por el ingeniero de sistemas David León Cayturo y el ingeniero mecánico Gregorio Tadeo Ramos. DFT DEL PERU S.R.L. es una Empresa dedicada al Diseño, fabricación y la producción, lleva operando desde 2008, trabajando con empresas de diversos rubros como minería, pesca, salud, alimentos, etc. todos estos necesitando partes mecánicas o accesorios para las máquinas de producción de cada rubro

mencionado. Especialistas en una producción óptima para disminuir costos, reducir tiempos, particularmente en producciones de grandes cantidades y alta precisión. Por otro lado también cuenta con una vasta experiencia en la creación y mecanizado de piezas unitarias especiales y en la producción de prototipos.

#### Visión

Para el 2021 ser reconocidos como empresa líder en fabricación de piezas mecánicas de todo el Perú, además consolidar nuestro liderazgo en el mercado manufacturero con un servicio de calidad, manteniendo nuestro reconocimiento a nivel nacional, brindando un servicio especializado de excelente calidad para cubrir todas las expectativas de los Clientes.

#### Misión

Otorgar a los clientes servicios de mecanizado de piezas de alta calidad con personal notablemente calificados ampliando definitivamente la innovación tecnológica y obedeciendo los estándares internacionales establecidos. Con el objetivo de garantizar la tranquilidad de nuestros clientes.

#### Principales Clientes

Sus principales clientes abarcan diferentes rubros en la industria como la empresa: AGP Perú S.A.C., fabricación y exportación de parabrisas para automóviles, Laboratorios Farmacéuticos Markos S.A., destinada a la producción y comercialización de medicamentos, PRODAC S.A., fabricante de alambres y derivados, Arcor del Perú, fabricantes de golosinas, FAMESA Explosivos S.A.C., fabricantes de explosivos. Como muestra la Figura 18.



Figura 18. Principales Clientes

Fuente: Elaboración propia

## Productos

Está respaldado por productos de calidad y estética en la fabricación de conectores, pernos, tuercas, codos, bocinas, espárragos, etc. Transformando materiales de diferentes calidades respetando las normas ISO, así como también las diversas propiedades de aceros SAE 1020, 1045, 1040, VCL, Acero inoxidable SAE 4340, Bronce SAE 62, etc. (Tabla 19). Anexo 5 otros productos terminados

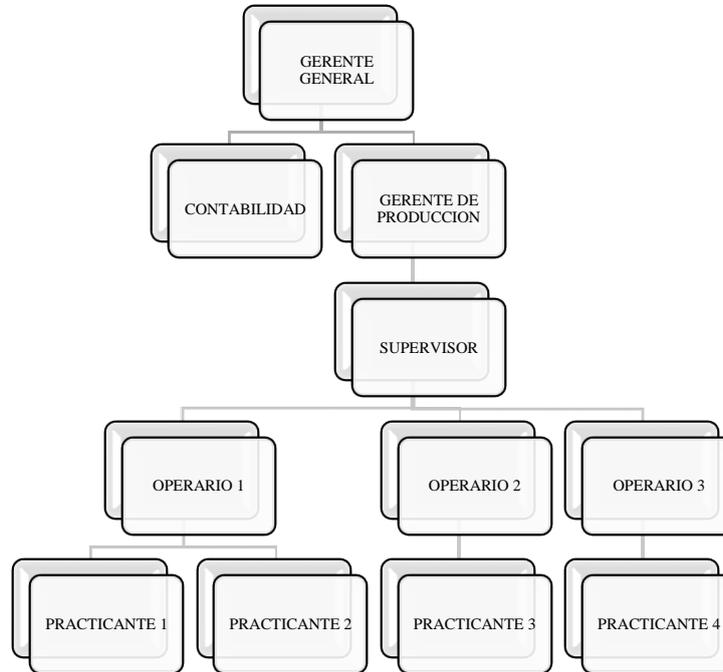
**Tabla 19. Productos con mayor demanda**

NOMBRE DE PRODUCTO	PRODUCTO	MATERIAL	DIMENSIONES
CONECTOR		SAE 1045	20x20.5x10 mm
PERNO PISTON		INOXIDABLE	Ø 9x 28mm
EJE SUJETADOR		VCL	Ø 16x 30mm
TUERCA		SAE 1045	Tuerca hexagonal de 19x M12
ESFERA		INOXIDABLE BONIFICADO	Ø 82 Ø 50 Ø 38
BOCINA		BRONCE	Ø 30x 55mm Ø 20x 55mm Ø 18x 55mm

Fuente: Elaboración Propia

## Organigrama de la Empresa

Como muestra la Figura 19 actualmente la empresa D.F.T del Perú S.R.L. Tiene una organización establecida y se divide de la siguiente manera: Área administrativa, Producción y almacenes.



**Figura 19. Organigrama de la Empresa**

Fuente: Elaboración propia

### Gerente General

Es responsable de promocionar el progreso y cumplimiento de las metas y objetivos establecidos por la empresa, así como también administrar los recursos financieros anualmente y la coordinación y dirección de los procesos vinculado a la evaluación y selección del personal custodiando su integridad mental y física. Este cuenta con el apoyo de contabilidad, encargado de planificar, analizar y evaluar la información registrada y buscar alternativas de inversión con la que pueda contar la empresa.

### Gerente de producción

Es responsable de la logística de la materia prima, de los procesos de principio a fin, del almacenamiento de productos terminados, de solicitar requerimiento de nuevas herramientas y accesorios, así como también encargado de las líneas de producción establecidos por gerencia general.

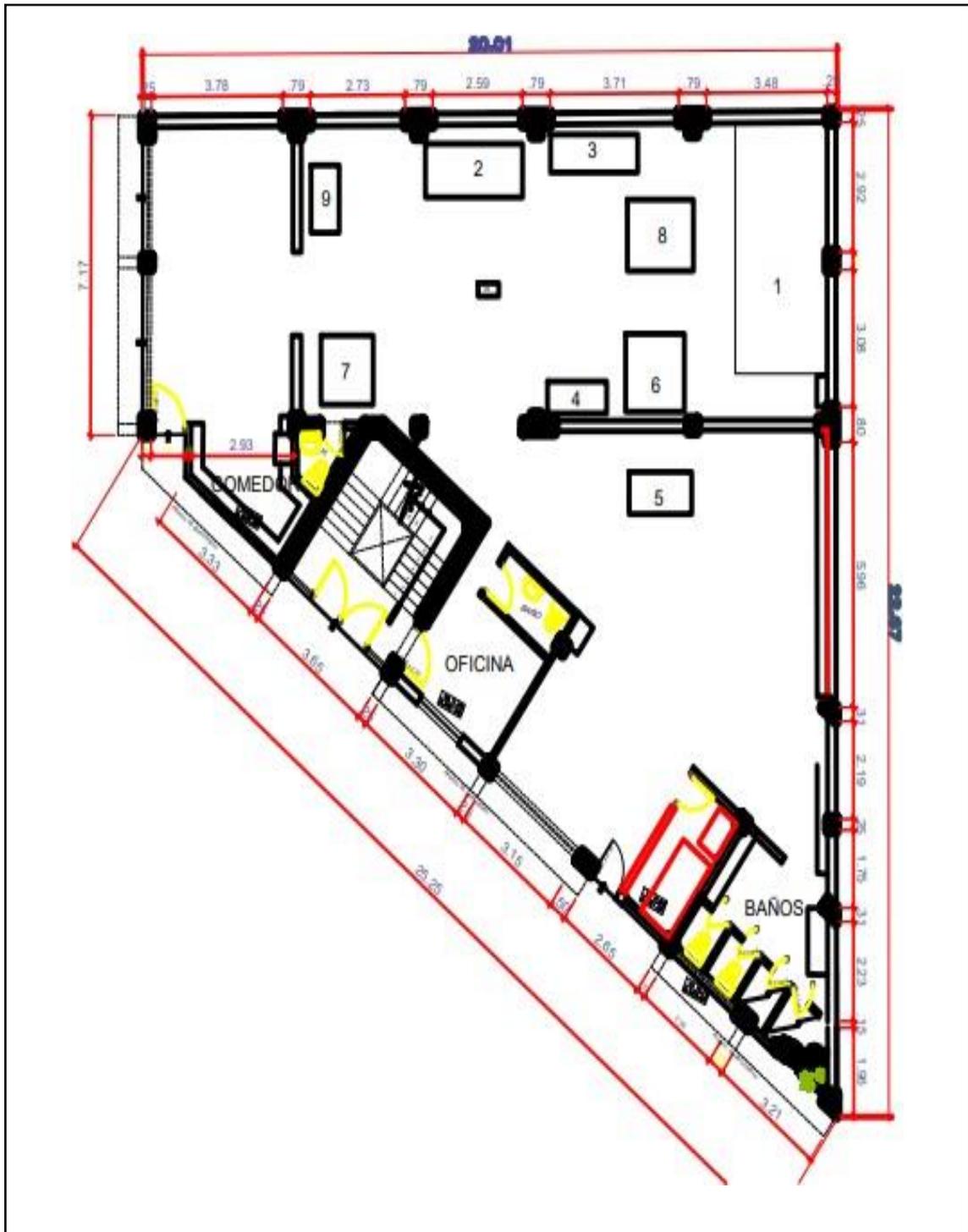


Figura 20. Layout de la empresa D.F.T. Perú SRL

En la Figura 20 se muestra la distribución actual de área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L., donde los cuadros enumerados muestra la distribución actual de las máquinas en el área de producción. Almacén (1), Torno grande (2), Torno mediano (3), Torno pequeño (4), Cepilladora (5), Rectificadora (6), Taladro fresador (7), Fresadora Universal (8), Mesa de trabajo (9).

## **Distribución Actual**

Esta investigación está orientada a las dos áreas más recurrentes que es el área de producción y área de almacén en la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú. Como muestra la figura 20, está ubicado en un lugar estratégico, permitiendo el acceso a una entrega y recepción óptima de los materiales. El área de producción cuenta con un área de 91.2 m<sup>2</sup> en el primer piso, además tiene dos entradas, donde una de ellas es para el ingreso y salida del personal, aparte lo usan como cochera y la otra es para el ingreso de materiales y salida de productos terminados. Solo cuenta con un almacén provisional en el cual se encuentra combinada los materiales, materiales en proceso, piezas de muestra. Las máquinas están ubicadas en el área de producción y fueron ubicándose conforme a su fecha de adquisición, sin ningún método de distribución y por último el área de producción tiene divisiones (paredes) innecesarias que serán demolidas por decisión de la empresa.

### **2.7.1.1. Descripción del proceso/ área**

En el área de producción debido al mal diseño de las divisiones la empresa ha optado por eliminarlas ya que obstruyen el proceso de mecanizado. Esta área cuenta con un supervisor de planta, tres técnicos en máquinas herramientas (operarios) y cuatro ayudantes (Practicantes de SENATI). Además, cuenta con 9 máquinas convencionales de mecanizado que fueron distribuidas conforme al tiempo de su llegada desde el 2008. El precario almacén no está organizado ya que está mezclado con retazos de materiales y se encuentra dentro del área de producción, este no cuenta con un lugar establecido. Las demás áreas como el área administrativa y/o dibujo ya esta establecido por la empresa.

### **Definir el producto**

A continuación, se definirá el producto con mayor demanda, para ello se utilizara la herramienta de selección de productos en base a la cantidad y variedad. Para ello el análisis producto-cantidad sirve como referencia para la toma de decisiones en la selección del tipo de producción y disponibilidad de planta. De esta manera se estudia los diferentes productos que se fabrican (P) y se relacionan con la cantidad de producción (Q) en periodos determinados (Díaz y Noriega, 2017, p.224).

En el cual partiendo del diagrama de Pareto se indica cuáles son los productos más relevantes que van a fabricarse en la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. con el propósito de enfocarse en el producto de volumen considerable y este determine de forma

óptima la implementación de una mejor distribución de planta. En la Tabla 20 se muestra los productos con mayor demanda.

**Tabla 20. Productos con mayor demanda de en el mes de abril**

PRODUCTO	DEMANDA (Q) DE 30 días
Conector	1200
Perno pistón	100
Eje sujetador	200
Tuerca	600
Esfera	50
Bocina	80

Fuente: Elaboración propi

Para poder determinar la prioridad del producto, se ordena los datos de manera descendente, como se aprecia en la Tabla 21.

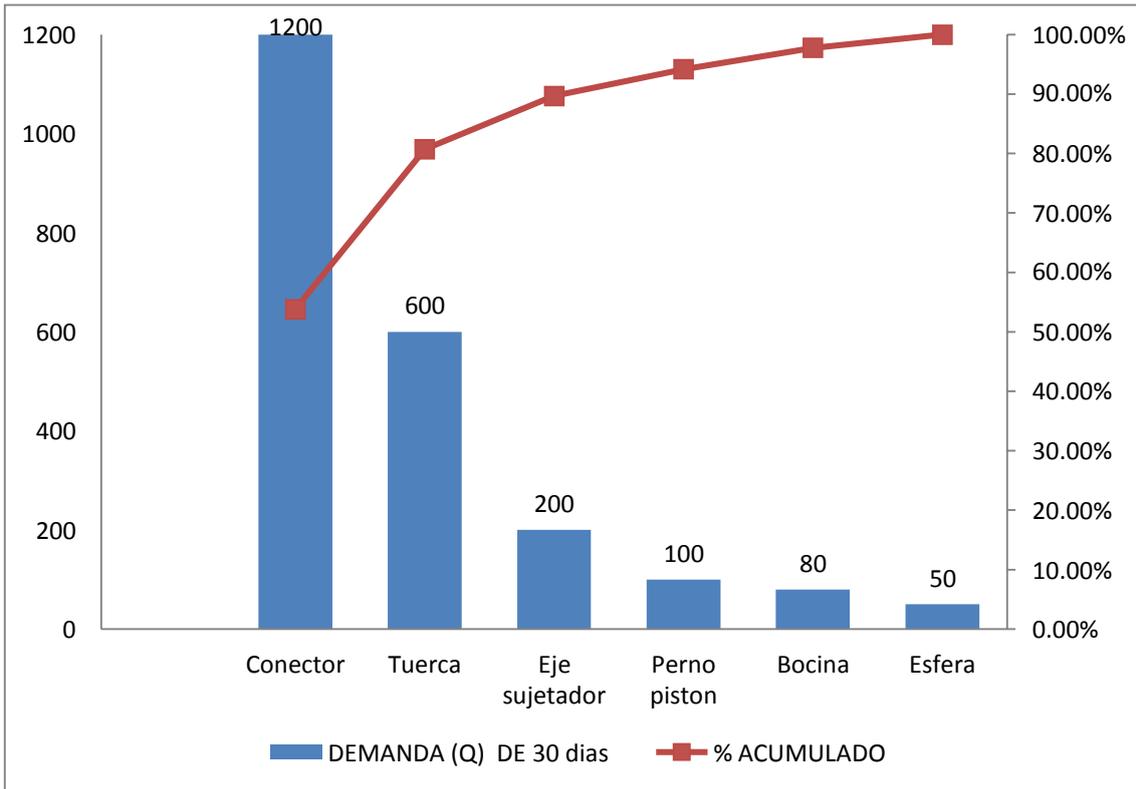
**Tabla 21. Análisis P-Q reordenado**

PRODUCTO	DEMANDA (Q) DE 30 días	DEMANDA ACUMULADO	%	% ACUMULADO
Conector	1200	1200	54%	54%
Tuerca	600	1800	27%	81%
Eje sujetador	200	2000	9%	90%
Perno pistón	100	2100	4%	94%
Bocina	80	2180	4%	98%
Esfera	50	2230	2%	100%
	2230		100%	

Fuente:

Elaboración propia

Luego se grafica el diagrama de Pareto ABC, como muestra la Figura 21.



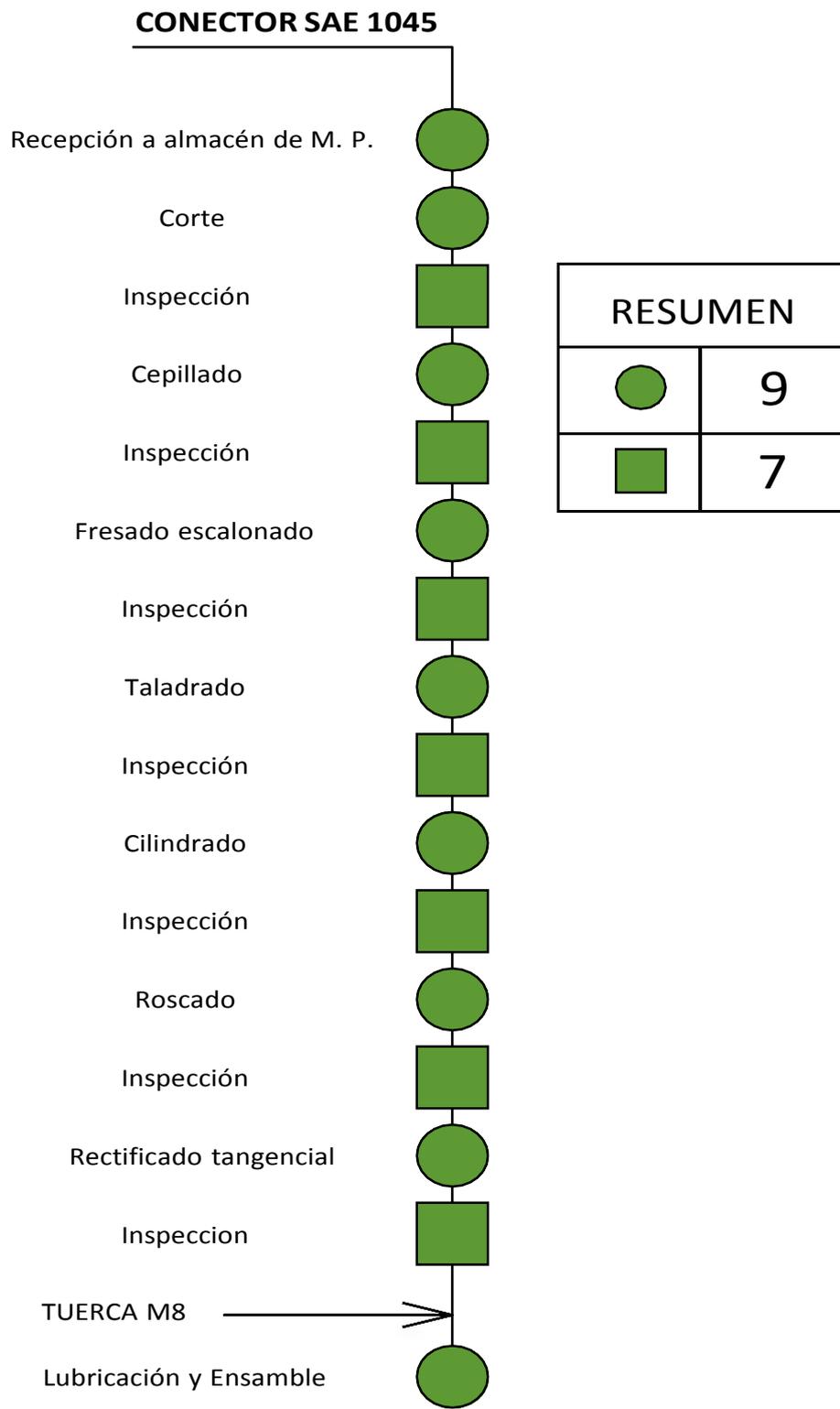
**Figura 21. Diagrama de Pareto de la demanda del mes de abril**

Fuente: Elaboración propia

Considerando lo registrado según los criterios de la Clasificación del ABC y del Diagrama de Pareto ABC, se concluye que los productos de mayor prioridad y atención son los conectores SAE 1045, y la tuerca M8x1. Como muestra el Anexo 4, se da a conocer de manera detallada el plano de la pieza “conector” que como se demostró es la de mayor demanda.

**Diagrama de Procesos del área de producción DOP Y DAP (antes).**

El Diagrama de Operación de Procesos (DOP) y el Diagrama de Actividades de Proceso (DAP) nos da una percepción de toso el proceso, así como también de los tiempos y del flujo del proceso. Por otro lado el DAP es un diagrama más minucioso y es de este que la investigación se va a guiar para determinar que la distribución de planta a implementar aumentara la productividad, que es el objetivo de la organización. Como muestra la Figura 22 y Tabla 22.



*Figura 22. DOP (antes)*

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Diagrama de actividades de proceso (antes)

EMPRESA: D.F.T. DEL PERU S.R.L.					Fecha: 03/05/19	
PRODUCTO: CONECTOR					Ficha N°:	
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO					OBS. T.en segundos
						
1. Recepción de acero SAE 1045 (por barra)	●					300,8
2. Traslado a almacén de Materia Prima (por barra)						150,4
3. Almacenaje del acero (por barra)					●	30,5
4. Traslado hacia despacho de Materia Prima						50,6
5. traslado a mesa de trabajo						81,9
6. corte de la barra de acero SAE 1045	●					720,7
7. inspección de piezas cortadas.		●				97,82
8. Traslado a cepilladora.						115,5
9. sujeción de pieza y acondicionamiento de cepilladora.	●					168,44
10. cepillado de pieza (desbaste)	●					991,78
11. inspección de pieza cepillada.		●				103,42
12. traslado a fresadora universal.						106,3
13. sujeción de pieza y acondicionamiento de fresadora.	●					299,9
14. fresado escalonado de pieza.	●					18683,9
15. inspección de pieza escalonada.		●				101,4
16. traslado a taladro fresador						78,2
17. sujeción de pieza y acondicionamiento de taladro	●					110,4
18. taladrado de ambos lado a pieza escalonada.	●					1056,7
19. inspección de pieza escalonada taladrada.		●				102,1
20. traslado a torno paralelo de 1.5 mts						64,1
21. sujeción de pieza en dispositivo y acondicionamiento.	●					210,1
22. cilindrado de pieza escalonada por ambos lados.	●					779,4
23. inspección del cilindrado		●				69,6
24. traslado a torno paralelo de 1 mt.						33,9
25. sujeción de pieza cilindrado y acondicionamiento.	●					192,7
26. roscado M 8 x 1mm a pieza por ambos lados.	●					1480,6
27. Inspección de roscado.		●				180,9
28. traslado a rectificadora tangencial.						93,5
29. rectificado de pieza en ambas caras	●					797,6
30. inspección de pieza rectificada		●				50,8
31. traslado a mesa de trabajo						72,1
32. lubricado, ensamble y empaquetado de P.T.	●					329,1
33. traslado a almacén de productos terminados.						115,1
34. Almacenaje de P.T.					●	80,7
TOTAL	14	7	11	0	2	27900,96
TOTAL EN MINUTOS						465

Fuente: Elaboración propia

En el Diagrama de Actividades del Proceso (DAP) indica a detalle el tiempo que se emplea para efectuar cada actividad, Tabla 22.

### 2.7.1.2. Estudio de tiempo (antes)

El anexo 6 indica a detalle los tiempos empleados para la producción del Conector SAE 1045, registrando la producción de 30 tomas de estudio.

**Tabla 23. Resumen de tomas de tiempos (antes)**

	Tomas	Tiempo en min.	Tiempo en horas	Cantidad producidas
V	1	465,0	7,8	30
L	2	493,6	8,2	31
M	3	473,8	7,9	30
M	4	460,3	7,7	35
J	5	461,1	7,7	31
V	6	472,7	7,9	33
L	7	473,0	7,9	36
M	8	475,1	7,9	33
M	9	474,3	7,9	36
J	10	475,0	7,9	32
V	11	465,0	7,7	30
L	12	477,2	8,0	32
M	13	476,9	7,9	33
M	14	471,9	7,9	33
J	15	475,3	7,9	33
V	16	467,8	7,8	32
L	17	463,5	7,7	32
M	18	474,9	7,9	36
M	19	469,7	7,8	35
J	20	464,9	7,7	34
V	21	473,0	7,9	35
L	22	477,7	8	35
M	23	472,4	7,9	35
M	24	464,0	7,7	32
J	25	466,2	7,8	31
V	26	466,4	7,8	33
L	27	477,3	8	35
M	28	469,3	7,8	32
M	29	466,5	7,8	32
J	30	473,3	7,9	33
Total de unidades producidas				990

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 23 expresa el resumen de los tiempos y cantidad de piezas de cada toma, la cual muestra que en la suma de las cantidades de cada toma en los 30 días da como resultado 990 unidades fabricada dentro de las 9 horas laborales de Lunes a Viernes, como consecuencia la empresa opta por pagar horas extras y/o pagar doble jornada por trabajar días festivos o feriados, para que de esta manera pueda alcanzar la cantidad necesario para cubrir el pedido solicitado por el cliente.

### 2.7.1.3. Análisis de la variable Distribución de planta (pre-test de la variable independiente)

#### Método de Guerchet

Como se aprecia en la Tabla 22, se detalla cada máquina y sus dimensiones, además se observa en la imagen que los lados de las máquinas están obstruidos por falta de espacio. De esta manera la ordenación de todas las máquinas y muebles se llevara a cabo según la secuencia lógica del proceso a realizar, además el área de trabajo de cada máquina se calculó mediante el método de Guerchet.

Tabla 24. Dimensiones de las máquinas

EMPRESA: Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L.		FECHA: 05/05/19	
Nº	NOMBRES	MÁQUINAS	ESPECIFICACIÓN
1	TORNO PARALEL O GRANDE		L= 2,80m A= 1,20m H=1,50m
2	TORNO PARALEL O MEDIAN O		L= 2,50m A= 0,85m H= 1,40m
3	TORNO PARALEL O PEQUEÑO		L= 1,70m A= 0,72m H=1,30m

4	CEPILLADORA		L= 1,80m A= 0,95m H=1,40m
5	RECTIFICADORA TANGENCIAL		L=1,70m A=1,75m H=1,80m
6	TALADRO FRESADOR		L= 1,50m A= 1,55m H=2,05m
7	FRESADORA UNIVERSAL		L= 1,90m A= 1,60m H=1,65m
8	ESMERIL FIJO		L= 0,60m A= 0,30m H=1,20m
9	MESA DE TRABAJO		L= 0,81m A= 1,52m H=0,96m

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Método de Guerchet (antes)

MÉTODO GUERCHET ( ACTUAL)											
MÁQUINA	CANT	N (Lados)	a(m)	l (m)	h (m)	Ss (lxa)	Sg(m2) SsxN	Se(m2) (Ss+Sg)K	H(prom)	St(1 maq)	St*n
Torno Paralelo G	1	2	1,20	2,80	1,50	3,36	6,72	5,64	1,50	15,72	15,72
Torno Paralelo M	1	2	0,85	2,50	1,40	2,13	4,25	3,57	1,40	9,94	9,94
Torno Paralelo P	1	2	0,72	1,70	1,30	1,22	2,45	2,06	1,30	5,73	5,73
Cepilladora	1	2	0,95	1,80	1,40	1,71	3,42	2,87	1,40	8,00	8,00
Rectificadora Tan- gencial	1	2	1,75	1,70	1,80	2,98	5,95	5,00	1,80	13,92	13,92
Taladro Fresador	1	3	1,55	1,50	2,05	2,33	6,98	5,21	2,05	14,51	14,51
Fresadora Universal	1	3	1,60	1,90	1,65	3,04	9,12	6,81	1,65	18,97	18,97
Esmeril Fijo	1	1	0,30	0,60	1,20	0,18	0,18	0,20	1,20	0,56	0,56
Mesa de Trabajo	1	1	1,52	0,81	0,96	1,23	1,23	1,38	0,96	3,84	3,84
	9								13,26		91,20

H(prom)	1,47
---------	------

K	0,56
---	------

Fuente: Elaboración propia

Como muestra la Tabla 25, actualmente los espacios de las maquinas son reducidos debido a que fueron ordenados por orden de llegada año tras año, por ello las maquinas no son utilizadas óptimamente por todos sus lados, calculando por este método dio un resultado de 91,20 m<sup>2</sup>.

### Método diagrama relacional de actividades

Distancia de recorridos

Por otro lado, estudiando los cuadros anteriores de la toma de tiempos se calculará las distancias recorridas desde la llegada del material hasta los productos terminados al almacén.

**Tabla 26. Cuadro de distancia de recorridos (antes)**

OPERACIÓN	Nº VECES	DISTANCIA RECORRIDA (metros)	DISTANCIA RECORRIDA TOTAL (metros)
Traslado a almacén de MP	1	3	3
Traslado de MP a mesa de trabajo	1	12	12
Traslado de mesa de trabajo a cepilladora	2	8	16
Traslado de cepilladora a fresadora	2	8	16
Traslado fresadora a taladro fresador	2	10	20
Traslado de taladro fresador a torno pequeño	2	6	12
Traslado de torno mediano a torno pequeño	2	3	6
Traslado de torno pequeño a rectificadora	2	2	4
Traslado de rectificadora a mesa de trabajo	2	7	14
Traslado de mesa de trabajo a almacén PT	1	12	12
Traslado a almacén de producto terminado	1	3	3
<b>total</b>			<b>118</b>

Fuente: Elaboración propia

Como muestra la Tabla 26, en todo el proceso, trasladándose por las áreas necesarias y las maquinas utilizadas se ha recorrido una distancia de 118 metros por día.

A continuación en el cuadro de tiempo de ciclo (antes) se estudiara los tiempos gravitacionales que el operario ha realizado en todo el proceso.

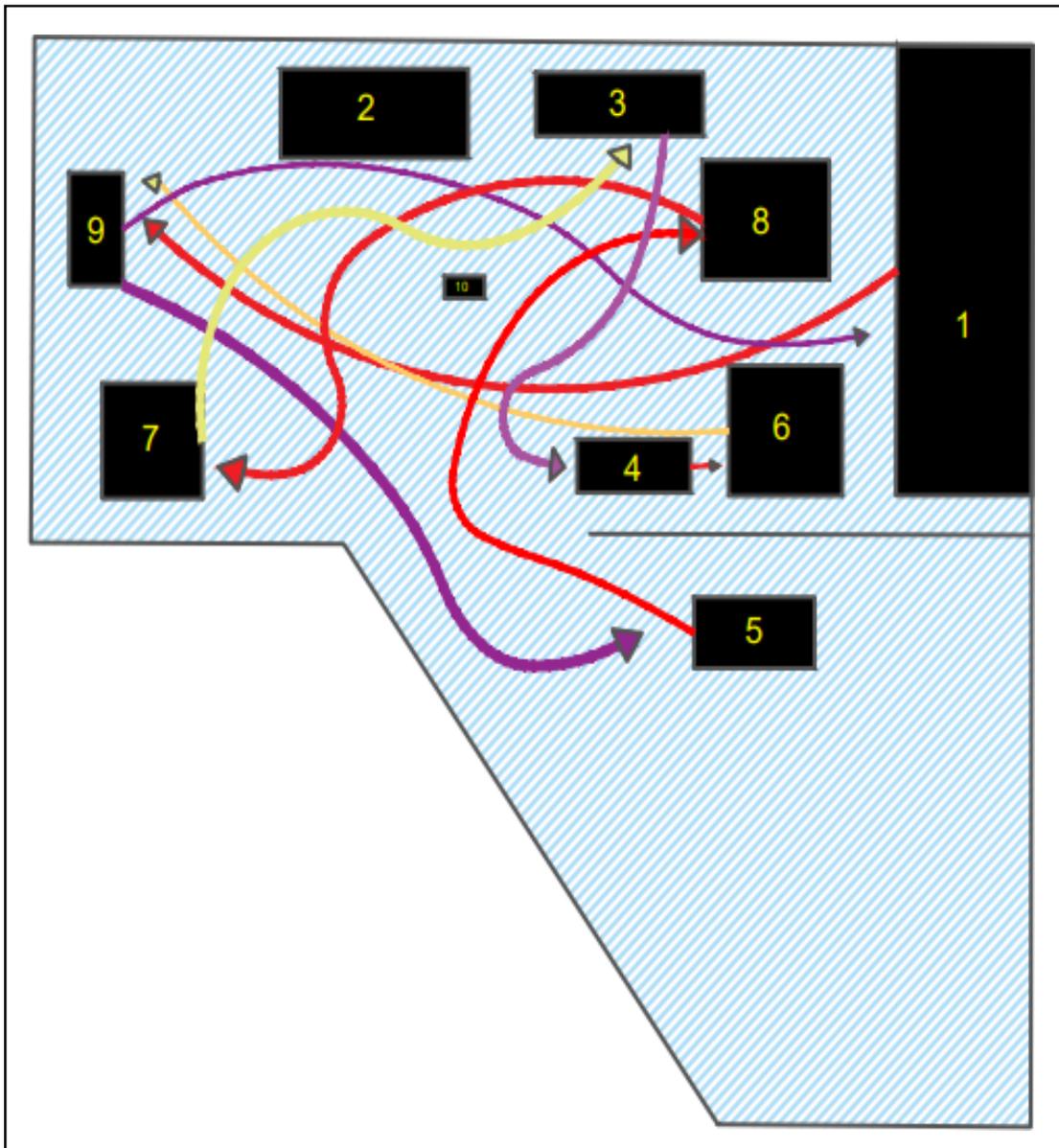
**Tabla 27. Cuadro de tiempo de ciclo (antes)**

OPERACIÓN	Nº VECES	TIEMPO RECORRIDO EN MIN.	TIEMPO RECORRIDO EN MIN.
Traslado a almacén de MP	1	150,4	150,4
Traslado de MP a mesa de trabajo	1	50,6	50,6
Traslado de mesa de trabajo a cepilladora	2	81,9	163,8
Traslado de cepilladora a fresadora	2	115,5	231
Traslado fresadora a taladro fresador	2	106,3	212,6
Traslado de taladro fresador a torno pequeño	2	78,2	156,4
Traslado de torno mediano a torno pequeño	2	64,1	128,2
Traslado de torno pequeño a rectificadora	2	33,9	67,8
Traslado de rectificadora a mesa de trabajo	2	93,5	187
Traslado de mesa de trabajo a almacén PT	1	72,1	72,1
Traslado a almacén de producto terminado	1	115,1	115,1
TOTAL EN SEGUNDOS			1535
TOTAL EN MINUTOS			25,58
TOTAL EN HORAS			0,43

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 27, el tiempo de gravitación del operario en el proceso de mecanizado es de 1535 segundos en un día de trabajo (9 horas), como se aprecia en la Figura 23, el exceso de recorridos es inminente.

Se puede apreciar en la Figura 23 que existe una mala ubicación de las máquinas en relación al flujo del proceso del producto con mayor demanda, lo que puede generar retrasos o demoras en los procesos de producción por los excesos de recorridos que son notables en la figura.



*Figura 23. Diagrama de Recorridos (antes)*

Almacén (1), Torno grande (2), Torno mediano (3), Torno pequeño (4), Cepilladora (5), Rectificadora (6), Taladro fresador (7), Fresadora Universal (8), Mesa de trabajo (9).

**Tabla 28. Pre-test de la variable independiente**

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN PRE-TEST								
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA								
N° DE OBS.	ÁREA	ESPACIO UTILIZADO ACTUAL	ESPACIO UTILIZADO PROPUESTO	$MG = \frac{EUA}{EUP}$	PRODUCTO	DISTANCIA RECORRIDA ACTUAL	DISTANCIA RECORRIDA PROPUESTA	$MDRA = \frac{DRA}{DRP}$
1	Producción	91,2	113,38	0,8	CONECTOR SAE 1045	118	76	1,6

Fuente: Elaboración propia

### 2.7.2. Propuesta de Mejora

Esta investigación aplica una opción de mejora mediante una óptima y adecuada Distribución de planta para mejorar la productividad en la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L., asimismo al analizar la relación de actividades y la mejora en el uso de los espacios y recursos, todo esto en el área de producción se utilizará un análisis de criticidad por medio de la aplicación de métodos que simplifiquen y/o faciliten las operaciones, para ello se sugirieron soluciones para estos problemas. Seguidamente se evaluó en una escala de Likert enumerando del 1 al 5. (Tabla 29).

Tabla 29. *Alternativas de solución*

Alternativas	Costo	T. ejecución	Eficiencia	Eficacia	Total	%
Mantenimiento Preventivo	2	3	2	3	10	18.18%
Mejora de Procesos	4	3	3	5	13	23.64%
Estudio del trabajo	3	2	5	4	15	27.27%
Distribución de planta	4	3	5	5	17	30.91%
TOTAL					55	100%

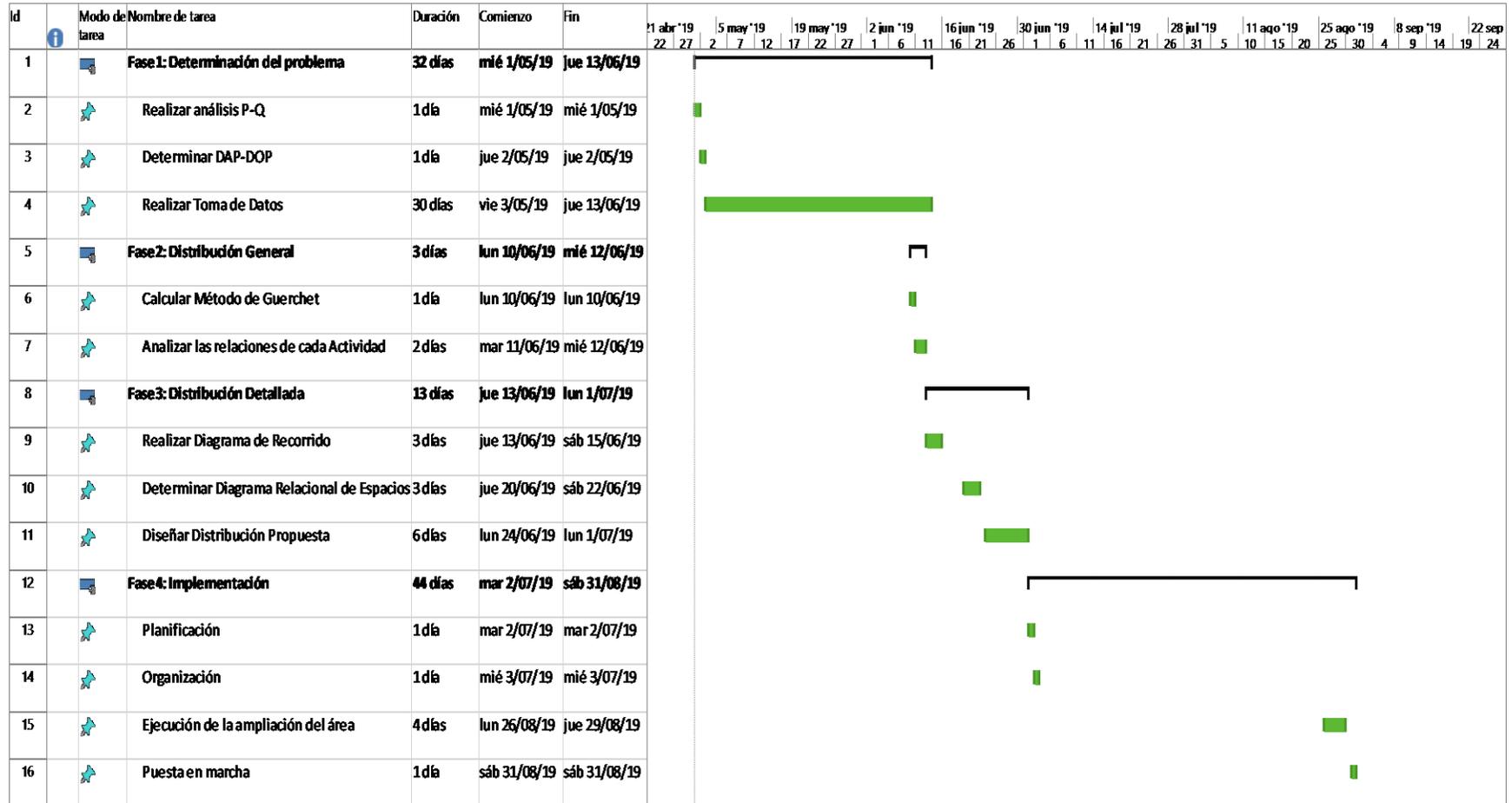
Fuente: Elaboración Propia

En la objetividad de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú SRL, la mejor alternativa a elegir es la Distribución de planta. Esto es debido a la inadecuada distribución de las máquinas, hacinamiento y deficiente utilización de espacios, exceso de recorridos existentes en la empresa.

#### 2.7.2.1. Cronograma de Implementación de la propuesta.

El cronograma de implementación mostrado en la tabla 30 se dará detalle de todas las actividades que se desplegarán en la siguiente etapa de la investigación, de esta manera se detallará de forma específica las actividades principales en el recorrido que se hará en todos los días, semanas y meses que conformen el periodo.

Tabla 30. Cronograma de implementación



Fuente: Elaboración propia

### **2.7.3. Implementación de la propuesta de mejora**

Para implementar esta propuesta se utilizó las 4 fases del SPL (Planeamiento Sistemático de la Distribución de planta).

#### **2.7.3.1. Fase 1: Determinación del Problema**

Obedeciendo las fases de la planeación sistemática de implementación, es esta fase se realizó una reunión con los gerentes de la empresa de estudio, donde se determinó que la no se cambiaría de local y se mantendría en su ubicación actual. Por lo tanto, se continuó con la determinación del área donde esta investigación enfocaría la propuesta de solución. Por medio de los diagramas de Ishikawa y Pareto se obtuvieron los problemas y causas que afectaban a la productividad en el área de producción.

Continuando con el procedimiento, mediante la evaluación de la situación actual de la empresa, se realizó el análisis P-Q para hallar el producto de mayor demanda, que dio como resultado al Conector SAE 1045 (anexo 4), donde se realizó el estudio del proceso utilizando el DOP (Figura 22) y DAP (Tabla 22) con sus respectivas tomas de tiempo durante 30 días laborales (anexo 6). La distribución más conveniente según analizado todos los datos previos es la distribución celular, ya que esta ofrece ventajas sobre la flexibilidad que caracteriza a la producción de la empresa de estudio, manteniendo la prioridad de su producto con mayor demanda.

#### **2.7.3.2. Fase 2: Distribución General**

Siguiendo con el manual de implementación, se realiza previamente los cálculos para los requerimientos de espacio en el área de producción.

##### **Método De Guerchet**

Continuando con el procedimiento, se evalúa la reserva de superficies con el aumento de los lados de la máquina que el operario necesita para laborar cómodamente como se muestra en la Tabla 31.

La tabla 32 indica que el área de la propuesta es de  $113,38\text{m}^2$  y se cuenta con  $91,20\text{m}^2$ . Por consiguiente, el área de producción requiere un cambio en la distribución de máquinas y mejor espacio para su óptima operación para poder llevar sus labores de la mejor manera posible.

**Tabla 31. Método de Guerchet (Propuesto)**

MÉTODO GUERCHET (PROPUESTA)											
MÁQ.	CANT.	N (Lados)	a(m)	l (m)	h (m)	Ss (lxa)	Sg(m2) SsxN	Se(m2) (Ss+Sg)K	H (prom)	St(1 maq)	St*n
Torno G	1	3	1,20	2,80	1,50	3,36	10,08	7,53	1,50	20,97	20,97
Torno M	1	3	0,85	2,50	1,40	2,13	6,38	4,76	1,40	13,26	13,26
Torno P	1	3	0,72	1,70	1,30	1,22	3,67	2,74	1,30	7,64	7,64
Cepilladora	1	3	0,95	1,80	1,40	1,71	5,13	3,83	1,40	10,67	10,67
Rectificadora	1	3	1,75	1,70	1,80	2,98	8,93	6,66	1,80	18,56	18,56
Taladro Fresador	1	3	1,55	1,50	2,05	2,33	6,98	5,21	2,05	14,51	14,51
Fresadora	1	3	1,60	1,90	1,65	3,04	9,12	6,81	1,65	18,97	18,97
Esmeril	1	3	0,30	0,60	1,20	0,18	0,54	0,40	1,20	1,12	1,12
Mesa de Trabajo	1	3	1,52	0,81	0,96	1,23	3,69	2,76	0,96	7,68	7,68
	9								13,26		113,38

H(prom)	1,47
---------	------

K	0,56
---	------

Fuente: Elaboración propia

El método de Guerchet da unos valores de manera referencial, quiere decir, pueden ser rectificado y adecuado dependiendo de lo solicitado por la organización, para esta investigación se hizo una reunión con los gerentes y se acordó el uso de áreas las cuales iban a ser mucho más grandes que las requeridas, para ello ya se cuenta con la eliminación de paredes que eran innecesarias en la planta.

**Tabla 32. Comparación de requerimiento de área de producción**

MÉTODO GUERCHET		
AREA	PRE- TEST	PROPUESTO
PRODUCCIÓN	91.2 m <sup>2</sup>	113.38 m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

### **Tabla Relacional de Actividades**

Después de adquirir la averiguación del recorrido del producto con mayor demanda se desarrolló una proyección respecto al nexo que se encuentra en cada proceso productivo, estos no están atados únicamente al movimiento de los materiales, además que compromete la necesidad de confinamiento entre ellas. Para esto se va a realizar un cuadro organizado de manera diagonal, para esto cada casilla posee un código de valoración de las proximidades, como se visualiza en la tabla 9.

**Tabla 33. Códigos y valores de proximidad**

CÓDIGO	Valor de Proximidad
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Ordinario o normal
U	No importante
X	indeseable

Fuente: Elaboración propia

Luego de una extensa reunión con todos los integrantes de la investigación, se realiza uno de los diagramas con mayor importancia, donde se designa códigos entre las distintas relaciones de cada actividad. (Tabla 33).



CODIGO	PROXIMIDAD	COLOR	Nº DE LINEAS
A	Absolutamente necesario	ROJO	4 rectas
E	Especialmente necesario	AMARILLO	3 rectas
I	Importante	VERDE	2 rectas
O	Normal u ordinario	AZUL	1 recta
U	Sin importancia		
X	No deseable	PLOMO	1 recta
XX	Altamente no deseable	NEGRO	2 rectas

Fuente: Elaboración propia

Luego se empieza a construir el Diagrama Relacional, priorizando las actividades de mayor relación como se muestra en la Figura 24. En este diagrama se propone la separación de funciones que tiene el almacén de materias primas y almacén de productos terminados.

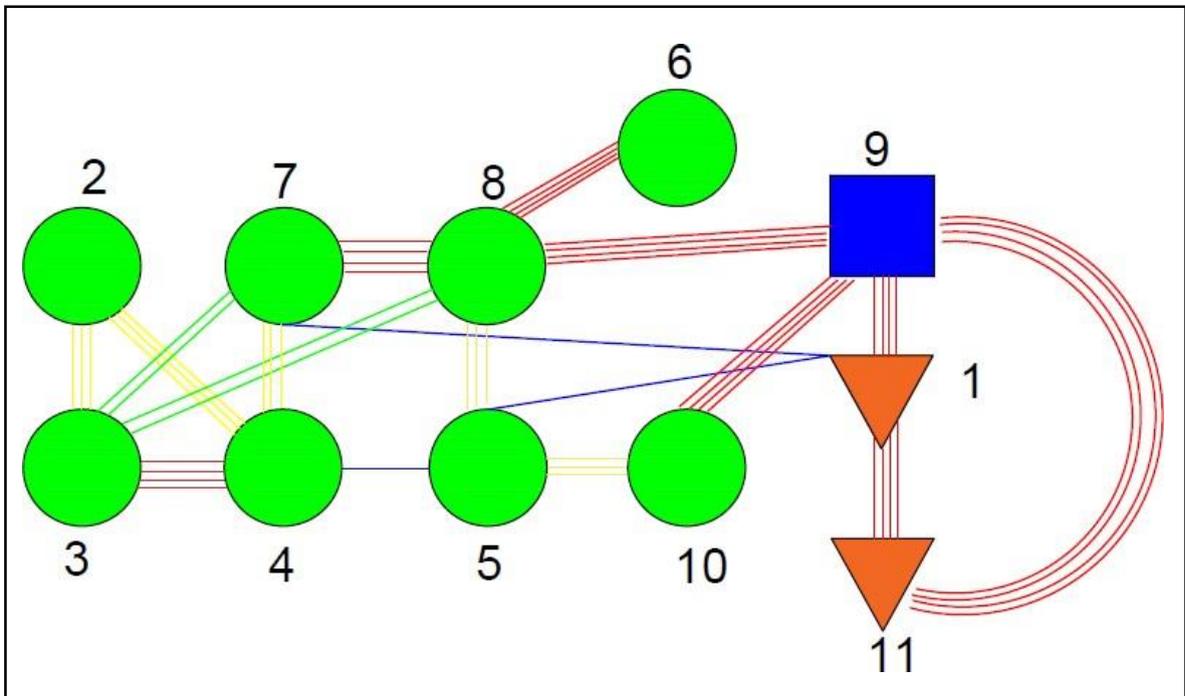


Figura 24. Diagrama de relación de actividades



Se muestra que la distribución propuesta mejorará los traslados ya que lo operarios tendrán que recorrer menor distancia trasladando los productos en proceso de cada célula de trabajo, como se aprecia en la Figura 25.

En la Tabla 34 se aprecia las distancias recorridas obtenidas a través de la nueva distribución propuesta, que son comparadas con las actuales, dando a relucir una mejora significativa. Lo que se puede especular que habrá una reducción en el tiempo de traslados durante todo el proceso de fabricación del Conector SAE 1045.

**Tabla 35. Distancia recorrida Propuesta**

OPERACIÓN	DISTANCIA RECORRIDA ACTUAL (metros)	DISTANCIA RECORRIDA PROPUESTA (metros)
Traslado a almacén de MP	3	3
Traslado de MP a mesa de trabajo	12	6
Traslado de mesa de trabajo a cepilladora	16	8
Traslado de cepilladora a fresadora	16	8
Traslado fresadora a taladro fresador	20	12
Traslado de taladro fresador a torno pequeño	12	6
Traslado de torno mediano a torno pequeño	6	6
Traslado de torno pequeño a rectificadora	4	4
Traslado de rectificadora a mesa de trabajo	14	14
Traslado de mesa de trabajo a almacén PT	12	6
Traslado a almacén de producto terminado	3	3
<b>TOTAL</b>	<b>118</b>	<b>76</b>

Fuente: Elaboración Propia

No obstante, la disposición propuesta del área de producción tiene como segunda prioridad ser flexible a otras líneas de producción de diferentes productos. Esta propuesta otorgaría satisfacción en todo el recurso humano, y en el alcance de sus objetivos en cumplimiento de la demanda y posicionándose en el mercado competitivo.

En relación de espacios se diseñó un formato (Tabla 36), el cual demuestra la información detallada sobre la verificación de la distribución de máquinas y equipos, según la secuencia

planteada en el Layout propuesto a la empresa DFT del Perú SRL. Mediante una lluvia de ideas y soluciones de dudas se determinó la propuesta en la distribución de las máquinas.

**Tabla 36. Formato de Propuesta de Layout**

Fuente: Elaboración propia

D.F.T. del Perú S.R.L.									
PRODUCTO: CONECTOR SAE 1045		PERSONA RESPONSABLE: ING. David León Cayturo							
PROCESO: MAQUINADO DE CONECTOR									
FECHA: 6 MAYO DEL 2019		SUPERVISOR RESPONSABLE: José Sagastegui Orihuela							
ESPECIFICACION: A,B,C,D,E,F									
ITEM	MAQUINA Y MUEBLES	ACTIVIDAD						VERIFICACION PROGRAMADA	VERIFICACION REALIZADAS
		A	B	C	D	E	F		
1	TORNO G.	X	X	X	X		X	6	5
2	TORNO M.	X	X	X	X	X	X	6	6
3	TORNO P.	X	X	X	X	X	X	6	6
4	CEPILLADORA	X	X	X	X	X	X	6	6
5	RECTIFICADORA	X	X	X	X	X	X	6	6
6	TALADRO	X	X	X	X	X	X	6	6
7	FRESADORA	X	X	X	X	X	X	6	5
8	ESMERIL	X	X		X	X	X	6	5
9	MESA DE TRABAJO	X		X	X	X		6	4
TOTAL								54	49
A	Las máquinas son distribuidas de acuerdo a la propuesta aprobada								
B	Maquinas instaladas en espacios requeridos								
C	Máquinas instaladas según la secuencia de su proceso								
D	Espacios adecuado, para el buen desarrollo de las operaciones								
E	Espacios adecuado para el mantenimiento de las máquinas								
F	Las máquinas cuentan con protección de seguridad								

Esta propuesta es influenciada por el flujo de operaciones del producto significativo y de mayor demanda que tiene la empresa estudiada Conector SAE 1045. Donde se aprecia en el plano que mejorará de una manera ordenada, óptima los tiempos y recorridos en el proceso de fabricación, como muestra la figura 26.

Esta investigación asume que con la propuesta de Distribución de planta se reducirá los tiempos de traslados en un aproximado de 36 % porque se reducirá las distancias recorridas dentro del proceso estudiado, ya que la distribución tipo celular de las maquinas hará las transiciones más fluidas.

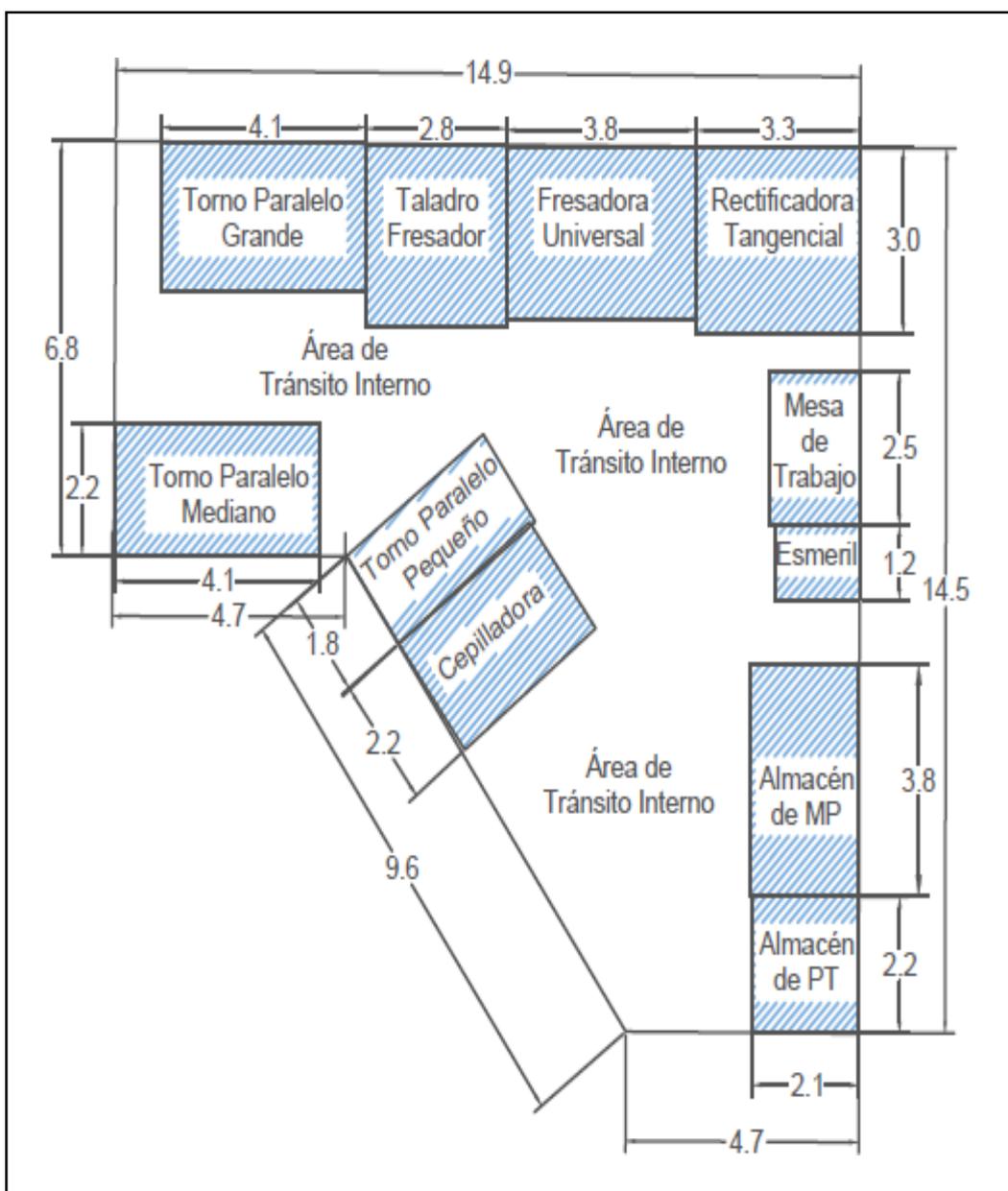


Figura 26. Layout DFT del Perú SRL (Propuesto)

Como se muestra en la Figura 26, la distribución propuesta está plasmada en el plano de la empresa estudiada. En el cual se aprecia la eliminación de la pared que divide el área de producción, también se visualiza la modificación del lugar del almacén, que estará organizado en dos: almacén de materias primas y almacén de productos terminados. Este Layout propuesto muestra la reubicación de las maquinas bajo el tipo de distribución celular, el cual para beneficio de la empresa es muy flexible para la fabricación de los otros productos. Además se respeta y cumple los espacios requeridos obtenidos por el método de Guerchet, también las máquinas están ubicadas de acuerdo a los valores de proximidad que requiere la producción del producto de mayor demanda, generando la reducción de traslados innecesarios.

En el Anexo 7, muestra los datos actuales y propuestos de la variable independiente, se analizó las dimensiones mediante sus indicadores, teniendo como resultado que el espacio utilizado actual es el 80% del espacio utilizado propuesto, evidenciando un aumento del espacio por la superficie gravitacional de cada máquina que es empleado por los operarios y en la distancia recorrida actual (118 mts) es mayor de la distancia recorrida propuesta (76 mts) evidenciando una reducción en la distancia de recorridos.

#### **2.7.3.4. Fase 4: Implementación**

Esta fase es la última etapa de todo el estudio de distribución de planta, esta investigación propone una distribución proyectada para realizar cambios futuros que mejoren la productividad del área de producción. Está conformada por 4 etapas: Planificación, Organización, Ejecución y Puesta en marcha.

##### **Planificación**

En esta etapa se definirá el alcance y el tiempo de duración de la implementación, mediante el diagrama de Gantt, como muestra la Tabla 37.

**Tabla 37. Diagrama Gantt de la implementación**

ACTIVIDAD	DIAS				
	1	2	3	4	5
Habilitar área de producción					
Eliminar pared					
Limpiar y pintar áreas					
mudanza de almacén					
Organizar almacén					
Instalar máquinas y muebles					
Instalaciones eléctricas					
Señalizar espacios					
Pruebas de planta					

Fuente: Elaboración propia

### Organización

En esta etapa se designará las responsabilidades a los equipos de trabajo para realizar las actividades de implementación, los responsables de la investigación actuarán como líderes conformando cuidadosamente los grupos de trabajo, tal como se aprecia en la Tabla 37.

**Tabla 38. Asignación de Responsabilidades**

ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CARGO
Habilitar área de producción	Sagastegui Orihuela, José	Investigador
Eliminar pared	León Cayturo, David	Gerente
Limpiar y pintar áreas	Gamarra Díaz, André	Practicante
mudanza de almacén	Huatuco Apolaya, Luis	Investigador
Organizar almacén	Huatuco Apolaya, Luis	Investigador
Instalar máquinas y muebles	Sagastegui Orihuela, José	Investigador
Instalaciones eléctricas	León Cayturo, David	Gerente
Señalizar espacios	Huatuco Apolaya, Luis	Investigador
Pruebas de planta	Huatuco Apolaya, Luis Sagastegui Orihuela, José	Investigador

Fuente: Elaboración propia

## **Ejecución de la ampliación del área de producción**

El planeamiento sistemático elaborado para la Distribución de Planta estará dirigido en organizar las maquinas adentro del área de producción ya establecido, después de calcular el espacio requerido que debe tener cada máquina y equipos necesarios para el proceso de mayor demanda, además considerando el traslado del personal y el área que deben tener cada estación de trabajo, para ello se realizó el Método de Guerchet.

Se debe tener en cuenta que el área de producción que tiene en la actualidad la empresa es de  $91.2\text{m}^2$ , se dio paso al cumplimiento de lo planificado, se realizó la eliminación de las paredes, luego se limpió y pintó las áreas y por ultimo las instalaciones eléctricas, como se muestra en la figura 27. Por consiguiente se llevó a cabo la ampliación del área de producción y a reubicación de área de almacén de materia prima y almacén de productos terminados, teniendo en cuenta el espacio requerido por los equipos, maquinarias y materia prima.



*Figura 27. Eliminación de pared y limpieza del área de producción*

Se desarrolló una detallada medición de los espacios disponibles que es de 16 m de largo y 7.17m de ancho y sumado con el área triangular  $48\text{ m}^2$ , teniendo un área total de  $162.86\text{ m}^2$ . Esta ampliación de los espacios mejorara la disposición de la maquinaria para la fabricación del producto con mayor demanda (Conector SAE 1045).

## **Puesta en marcha**

Luego de la ampliación del área se realizó un retiro general de todas las maquinarias, muebles, etc. para una limpieza y pintura del local, posteriormente se reingresó todo lo retirado visualizado en la figura 28 y 29.



*Figura 28. Ampliación del área de producción*



*Figura 29. Reordenamiento de las máquinas y áreas de almacén*  
Fuente: elaboración propia (2019)

Como muestra la figura 30, se distribuyó de acuerdo a los resultados de las herramientas de ingenierías aplicadas, se retiró maquinaria en desuso, se instaló mesa de trabajo, para disposición de todo el área en un lugar estratégico y por último se recicló elementos que no tienen un valor agregado.



*Figura 30. Maquinas distribuidas*



*Figura 31. Almacén de Materias Primas*



*Figura 32. Almacén de Herramientas y Productos Terminados*

### **Análisis de la variable distribución de planta (post-test de la variable independiente)**

Por último se procederá a analizar la variable independiente después de la implementación para poder apreciar los resultados obtenidos, Tabla 29.

Por consiguiente se volvió a utilizar el método de Guerchet, esta herramienta de ingeniería nos dará los resultados comparando el pre y post de la ejecución de la variable independiente.

## Método de Guerchet

Tabla 39. Método Guerchet (Post-Test)

MÉTODO GUERCHET (POST-TEST)											
MÁQUINA	CANTIDAD	N(Lados)	a (ancho)	l (m) (largo)	h (m) (alto)	Ss (lxa)	Sg(m2) SsxN	Se(m2) (Ss+Sg)K	H(prom)	St(1 maq)	St*n
Torno Paralelo G	1	4	1,20	2,80	1,50	3,36	13,44	9,41	1,50	26,21	26,21
Torno Paralelo M	1	4	0,85	2,50	1,40	2,13	8,50	5,95	1,40	16,57	16,57
Torno Paralelo P	1	3	0,72	1,70	1,30	1,22	3,67	2,74	1,30	7,64	7,64
Cepilladora	1	3	0,95	1,80	1,40	1,71	5,13	3,83	1,40	10,67	10,67
Rectificadora Tangencial	1	3	1,75	1,70	1,80	2,98	8,93	6,66	1,80	18,56	18,56
Taladro Fresador	1	3	1,55	1,50	2,05	2,33	6,98	5,21	2,05	14,51	14,51
Fresadora Universal	1	4	1,60	1,90	1,65	3,04	12,16	8,51	1,65	23,71	23,71
Esmeril Fijo	1	3	0,30	0,60	1,20	0,18	0,54	0,40	1,20	1,12	1,12
Mesa de Trabajo	1	4	1,52	0,81	0,96	1,23	4,92	3,45	0,96	9,60	9,60
	9								13,26		128,60

H(prom)	1,47
---------	------

K	0,56
---	------

Fuente: elaboración propia

Tabla 40. *Comparación de áreas*

MÉTODO GUERCHET			
AREA	PRE- TEST	PROPUESTO	POST-TEST
PRODUCCIÓN	91.2 m <sup>2</sup>	113.38 m <sup>2</sup>	128,59m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

### Método diagrama relacional de actividades

Toma de distancia entre máquinas y almacén de materia prima y producto terminado.

Tabla 41. *Recorridos POST-TEST*

OPERACIÓN	Nº VECES	DISTANCIA RECORRIDA (metros)	DISTANCIA RECORRIDA TOTAL (me-tros)
Traslado a almacén de MP	1	2,5	2,5
Traslado de MP a mesa de trabajo	1	5,8	5,8
Traslado de mesa de trabajo a cepilladora	2	3,7	7,4
Traslado de cepilladora a fresadora	2	4,2	8,4
Traslado fresadora a taladro fresador	2	3,75	7,5
Traslado de taladro fresador a torno pequeño	2	3,3	6,6
Traslado de torno mediano a torno pequeño	2	3,75	7,5
Traslado de torno pequeño a rectificadora	2	2,5	5
Traslado de rectificadora a mesa de trabajo	2	5,8	11,6
Traslado de mesa de trabajo a almacén PT	1	4,2	4,2
Traslado a almacén de producto terminado	1	3	3
TOTAL			69,5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42. *Comparación de Recorridos*

Distancia de recorridos (metros)		
pre-test	propuesto	post-test
118	76	69,5

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 43. Post- test de la variable independiente**

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN POST-TEST								
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA								
N° DE OBS.	ÁREA	ESPACIO UTILIZADO ACTUAL	ESPACIO UTILIZADO PROPUESTO	$MG = \frac{EUA}{EUP}$	PRODUCTO	DISTANCIA RECORRIDA ACTUAL	DISTANCIA RECORRIDA PROPUESTA	$MDRA = \frac{DRA}{DRP}$
1	Producción	128,6	113,38	1,1	CONECTOR SAE 1045	69,5	76	0,9

Fuente: elaboración propia

#### 2.7.4. Resultado de la Implementación

Tabla 44. Resumen de las Tomas de Tiempo POST-TEST

Tomas	Tiempo en min.	Tiempo en horas	Cantidad producidas
1	484,2	8,1	37
2	487,1	8,1	40
3	480,7	8,0	38
4	482,7	8,0	40
5	484,0	8,1	38
6	484,0	8,1	40
7	479,2	8,0	38
8	476,8	7,9	40
9	482,9	8,0	40
10	475,1	7,9	39
11	473,9	7,9	39
12	471,3	7,9	40
13	483,3	8,1	39
14	475,6	7,9	38
15	489,7	8,2	40
16	470,3	7,8	38
17	466,2	7,8	39
18	483,0	8,0	39
19	485,7	8,1	40
20	485,4	8,1	40
21	475,4	7,9	38
22	479,4	8,0	38
23	480,8	8,0	37
24	475,2	7,9	40
25	486,5	8,1	40
26	479,0	8,0	39
27	487,5	8,1	37
28	475,8	7,9	38
29	479,3	8,0	37
30	474,5	7,9	39
Total de unidades producidas			1165

Fuente: elaboración propia

**Tabla 45. DAP POST-TEST**

EMPRESA: D.F.T. DEL PERU S.R.L.					Fecha:	
PRODUCTO: CONECTOR					Ficha N°:	
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO					OBS.
						Tiempo en segundos
1. Recepción de acero SAE 1045 (por barra)	●					300,8
2. Traslado a almacén de Materia Prima (por barra)						100,4
3. Almacenaje del acero (por barra)					●	30,5
4. Traslado hacia despacho de Materia Prima						20,6
5. traslado a mesa de trabajo						51,9
6. corte de la barra de acero SAE 1045	●					720,7
7. inspección de piezas cortadas.		●				97,82
8. Traslado a cepilladora.						60,5
9. sujeción de pieza y acondicionamiento de cepilladora.	●					168,44
10. cepillado de pieza (desbaste)	●					991,78
11. inspección de pieza cepillada.		●				103,42
12. traslado a fresadora universal.						55,3
13. sujeción de pieza y acondicionamiento de fresadora.	●					299,9
14. fresado escalonado de pieza.	●					18683,9
15. inspección de pieza escalonada.		●				101,4
16. traslado a taladro fresador						10,2
17. sujeción de pieza y acondicionamiento de taladro.	●					110,4
18. taladrado de ambos lado a pieza escalonada.	●					1056,7
19. inspección de pieza escalonada taladrada.		●				102,1
20. traslado a torno paralelo de 1.5 mts						14,1
21. sujeción de pieza en dispositivo y acondicionamiento.	●					250,1
22. cilindrado de pieza escalonada por ambos lados.	●					779,4
23. inspección del cilindrado		●				69,6
24. traslado a torno paralelo de 1 mt.						13,9
25. sujeción de pieza cilindrado y acondicionamiento.	●					292,7
26. roscado M 8 x 1mm a pieza por ambos lados.	●					2580,6
27. Inspección de roscado.		●				280,9
28. traslado a rectificadora tangencial.						10,5
29. rectificad de pieza en ambas caras	●					897,6
30. inspección de pieza rectificada		●				120,8
31. traslado a mesa de trabajo						22,1
32. lubricado, ensamble y empaquetado de P.T.	●					529,1
33. traslado a almacén de productos terminados.						25,1
34. Almacenaje de P.T.					●	100,7
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>29053,96</b>
<b>TOTAL EN MINUTOS</b>						<b>484,2</b>

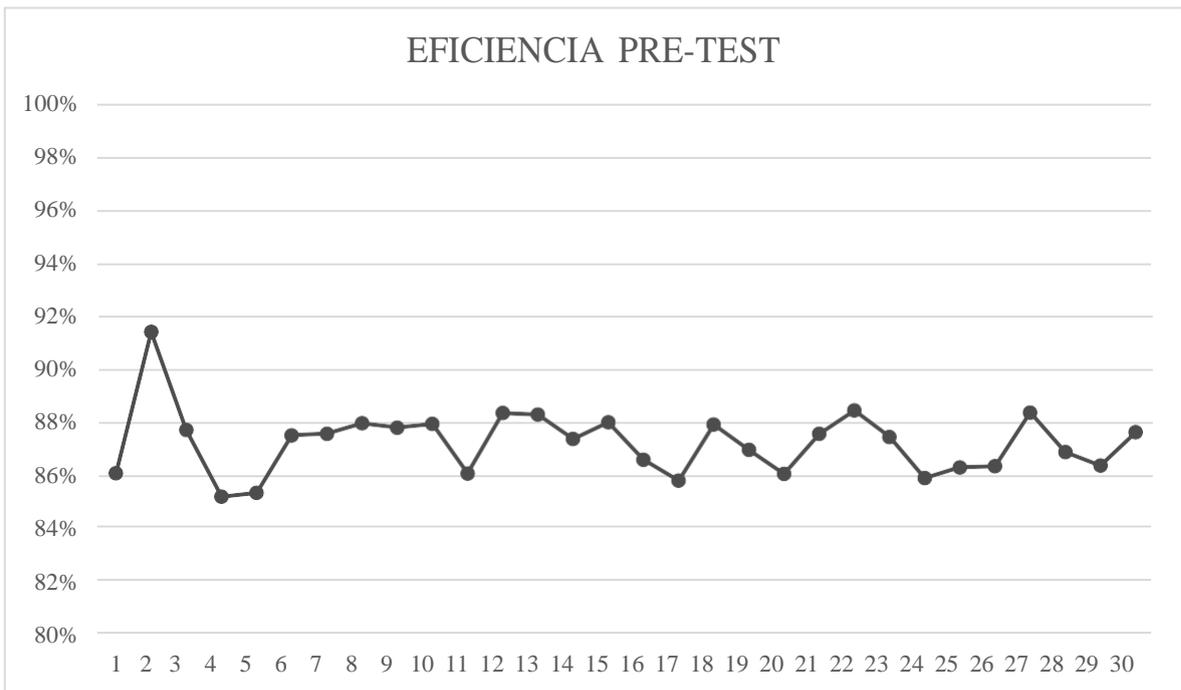
Fuente: elaboración propia

### 2.7.4.1. Situación antes de la mejora (pre-test)

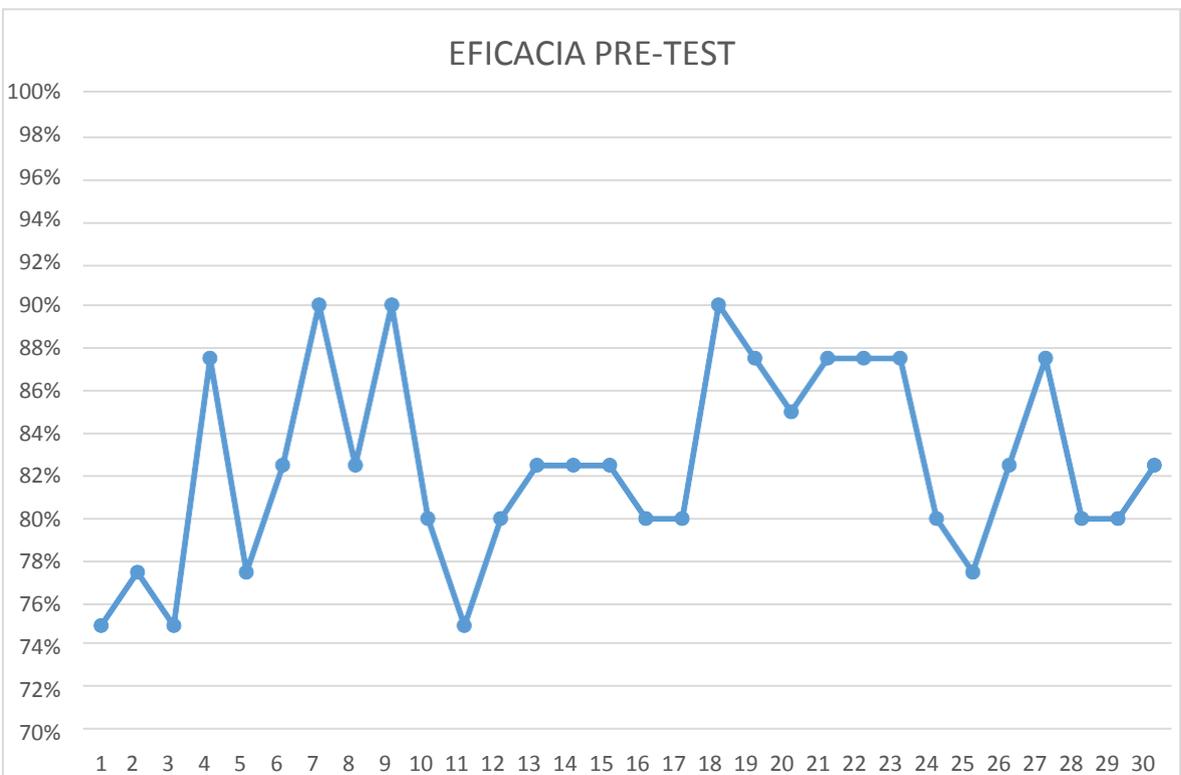
Tabla 46. Medición de la productividad (antes) PRE-TEST

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN PRE-TEST							
PRODUCTIVIDAD							
DÍAS	TIEMPO ÚTIL	TIEMPO TOTAL	EFICIENCIA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN REAL	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
			$TP = \frac{TU}{TT} \times 100\%$			$NP = \frac{PR}{P} \times 100\%$	EFICIENCIA x EFICACIA
1	7,8	9	86%	40	30	75%	65%
2	8,2	9	91%	40	31	78%	71%
3	7,9	9	88%	40	30	75%	66%
4	7,7	9	85%	40	35	88%	75%
5	7,7	9	85%	40	31	78%	66%
6	7,9	9	88%	40	33	83%	72%
7	7,9	9	88%	40	36	90%	79%
8	7,9	9	88%	40	33	83%	73%
9	7,9	9	88%	40	36	90%	79%
10	7,9	9	88%	40	32	80%	70%
11	7,7	9	86%	40	30	75%	65%
12	8,0	9	88%	40	32	80%	71%
13	7,9	9	88%	40	33	83%	73%
14	7,9	9	87%	40	33	83%	72%
15	7,9	9	88%	40	33	83%	73%
16	7,8	9	87%	40	32	80%	69%
17	7,7	9	86%	40	32	80%	69%
18	7,9	9	88%	40	36	90%	79%
19	7,8	9	87%	40	35	88%	76%
20	7,7	9	86%	40	34	85%	73%
21	7,9	9	88%	40	35	88%	77%
22	8,0	9	88%	40	35	88%	77%
23	7,9	9	87%	40	35	88%	77%
24	7,7	9	86%	40	32	80%	69%
25	7,8	9	86%	40	31	78%	67%
26	7,8	9	86%	40	33	83%	71%
27	8,0	9	88%	40	35	88%	77%
28	7,8	9	87%	40	32	80%	70%
29	7,8	9	86%	40	32	80%	69%
30	7,9	9	88%	40	33	83%	72%

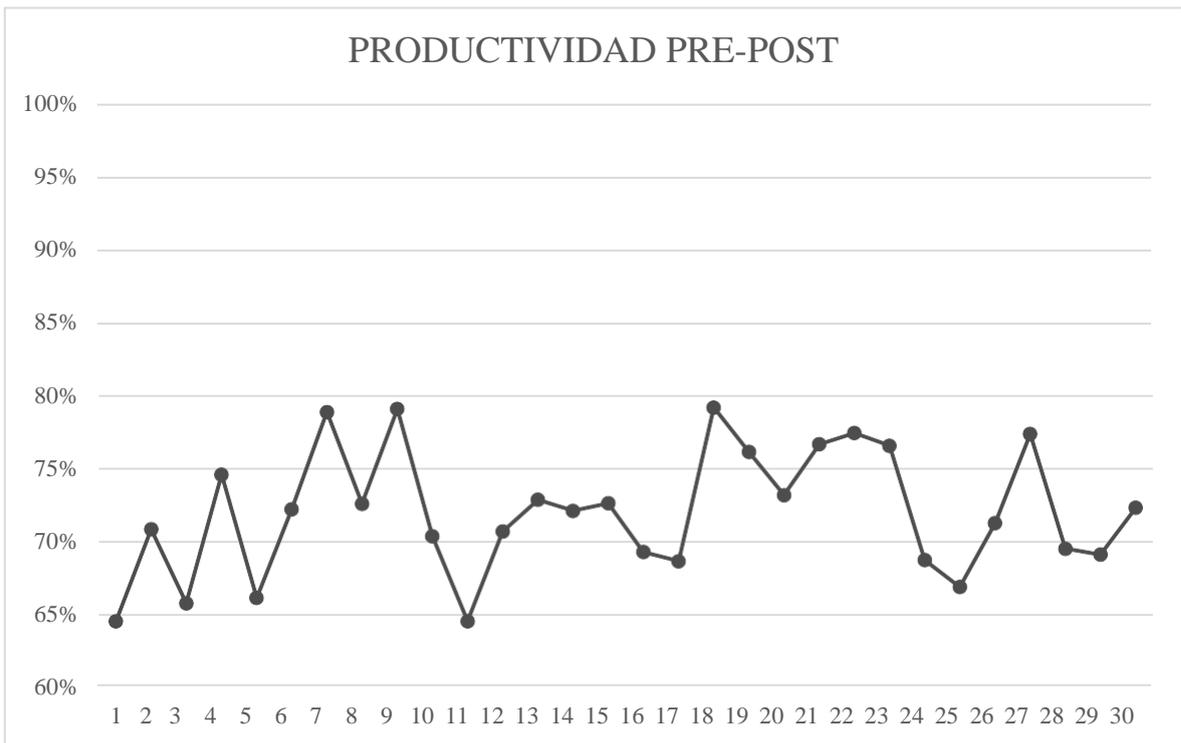
Fuente: Elaboración propia



**Figura 33. Eficiencia PRE-TEST**



**Figura 34. Eficacia PRE-TEST**



**Figura 35. Productividad PRE-TEST**

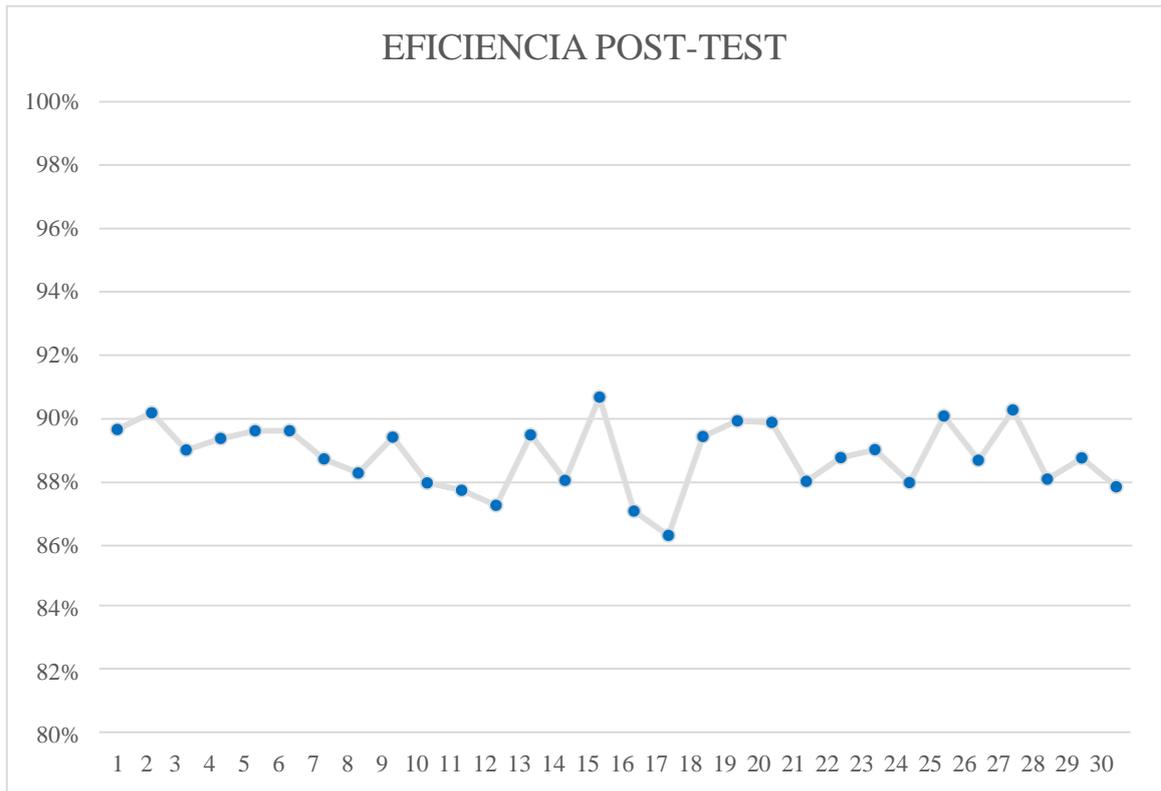
En la figura 33 se observa que los porcentajes de la eficiencia en la utilización de los tiempos oscilan dentro 91% en una toma y como máximo hasta un 85% como mínimo. En la figura 34 se muestra los porcentajes de eficacia tomados de las 30 tomas, éstos oscilan dentro los 90% como máximo y los 75% con mínimo, estas tomas de eficiencia y eficacia nos señalan una productividad durante las 30 tomas oscilantes entre los 77% como máximo y 65% como mínimo, figura 35. Como resultados puede observar que la productividad es baja.

### 2.7.4.2. Situación después de la mejora (post-test)

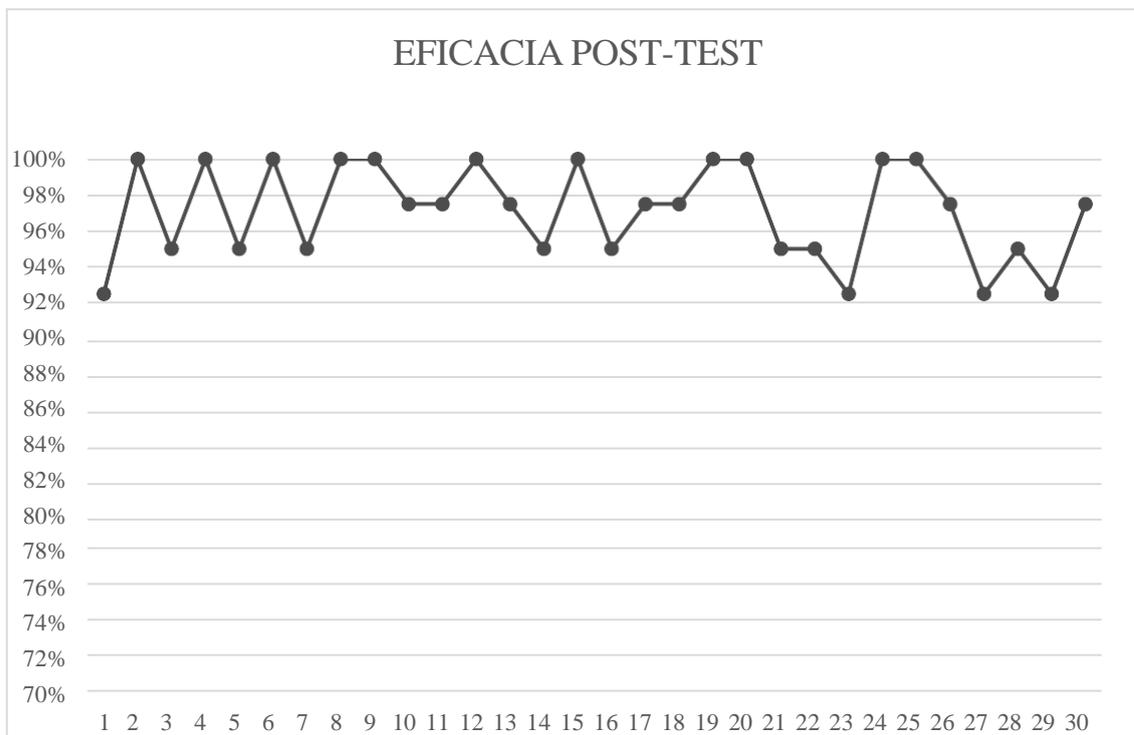
Tabla 47. Medición de la productividad (POST- TEST)

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN POST-TEST							
PRODUCTIVIDAD							
DÍAS	TIEMPO ÚTIL	TIEMPO TOTAL	EFICIENCIA	PRODUCCIÓN PROGRAMADA	PRODUCCIÓN REAL	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
			$TP = \frac{TU}{TT} \times 100\%$			$NP = \frac{PR}{PP} \times 100\%$	EFICIENCIA x EFICACIA
1	8,1	9	90%	40	37	93%	83%
2	8,1	9	90%	40	40	100%	90%
3	8,0	9	89%	40	38	95%	85%
4	8,0	9	89%	40	40	100%	89%
5	8,1	9	90%	40	38	95%	85%
6	8,1	9	90%	40	40	100%	90%
7	8,0	9	89%	40	38	95%	84%
8	7,9	9	88%	40	40	100%	88%
9	8,0	9	89%	40	40	100%	89%
10	7,9	9	88%	40	39	98%	86%
11	7,9	9	88%	40	39	98%	86%
12	7,9	9	87%	40	40	100%	87%
13	8,1	9	89%	40	39	98%	87%
14	7,9	9	88%	40	38	95%	84%
15	8,2	9	91%	40	40	100%	91%
16	7,8	9	87%	40	38	95%	83%
17	7,8	9	86%	40	39	98%	84%
18	8,0	9	89%	40	39	98%	87%
19	8,1	9	90%	40	40	100%	90%
20	8,1	9	90%	40	40	100%	90%
21	7,9	9	88%	40	38	95%	84%
22	8,0	9	89%	40	38	95%	84%
23	8,0	9	89%	40	37	93%	82%
24	7,9	9	88%	40	40	100%	88%
25	8,1	9	90%	40	40	100%	90%
26	8,0	9	89%	40	39	98%	86%
27	8,1	9	90%	40	37	93%	84%
28	7,9	9	88%	40	38	95%	84%
29	8,0	9	89%	40	37	93%	82%
30	7,9	9	88%	40	39	98%	86%

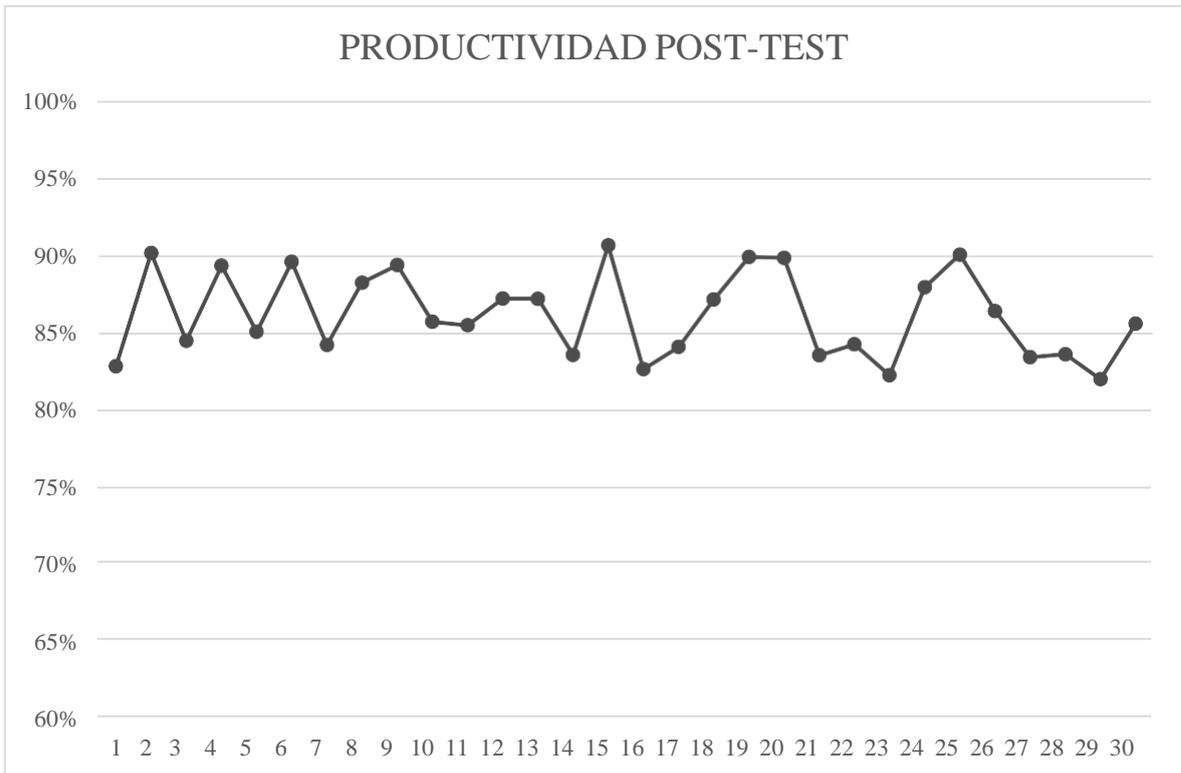
Fuente: Elaboración propia



**Figura 36. Eficiencia POST- TEST**



**Figura 37. Eficacia POST- TEST**



**Figura 38. Productividad POST- TEST**

En la figura 36 se observa que los porcentajes de la eficiencia en la utilización de los tiempos oscilan dentro 91% en una toma y como máximo hasta un 87% como mínimo, indicándonos que existe una mejora después de la implementación aumentándose el nivel mínimo que poseía En la figura 37 se muestra los porcentajes de eficacia tomados de las 30 tomas, éstos oscilan dentro los 100% como máximo y los 93% con mínimo indicándonos que la producción programaba se está cumpliendo en su mayoría , estas tomas de eficiencia y eficacia nos señalan una productividad durante las 30 tomas oscilantes entre los 91% como máximo y 82% como mínimo, figura 38. Como resultados podemos observar que después de la implementar la distribución de planta ha mejorado los niveles de eficiencia, eficacia y productividad, esta distribución generó la optimización de los tiempos de producción.

### 2.7.5. Análisis económico financiero

Para esta investigación se ejecutara un análisis económico financiero para saber cuánto costara la propuesta de inversión, conforme lo dialogado con el propietario de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L., la inversión será por cuenta de la empresa sin acudir a un préstamo bancario. La propuesta de inversión tiene diferentes ítems y actividades como costos de implementación para conseguir optimizar el área de trabajo, así como también el traslado de las maquinas que posibilitaran de manera adecuada el flujo de producción que implica una mayor viabilidad para el recorrido de los operarios y materiales. En la siguiente tabla se presentará los costos de las actividades de implementación.

Tabla 48. Costo total de las actividades de implementación

actividades		cantidad	precio unitario S/.	precio total S/.
Romper pared				S/. 300,00
Construccion de almacenes				S/. 1.500,00
Pintado de pared				S/. 1.000,00
Implementos de limpieza	Detergente	2	2	S/. 4,00
	Lejia	2	3	S/. 6,00
	Guantes de hule	7	3	S/. 21,00
	Mascarilla	7	5	S/. 35,00
	Aromatizante	2	5	S/. 10,00
	Tinner	2	8	S/. 16,00
Instalacion electrica	Cambiar cables			S/. 500,00
	Nueva ruta de cables x 5m2			S/. 1.100,00
	Tapar duterias para cableado (S/ 35.00 por punto)			S/. 510,00
Trasladar y/o distribuir las maquinas con montacarga (10 ton) x 8 horas				S/. 1.550,00
Base para maquinas (madera y caucho)				S/. 100,00
Etiquetas o sticker autoadhesivas para señalizacion				S/. 150,00
Total				S/. 6.802,00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 48 se aprecia una parte del costo de implementación, el cual está basado en una lista de actividades, herramientas y materiales que se utilizaron para desarrollar la mejoría en el área de producción, el costo total resulto 6802 soles.

**Tabla 49. Costo total de la mano de obra de las actividades**

Actividades	Nº operarios	dias	Costo MO por día S/.	Costo total de MO para la implementación (S/.)
Limpieza general del área de producción	8	1	S/. 50,00	S/. 400,00
Trasladar maquinas	8	1	S/. 50,00	S/. 400,00
Ordenar muebles, materiales, instrumentos	8	1	S/. 50,00	S/. 400,00
Instalación eléctrica	8	1	S/. 50,00	S/. 400,00
Señalización	8	1	S/. 50,00	S/. 400,00
Total				S/. 2.000,00

Fuente: Elaboración propia

La tabla 49 detalla el costo de la mano de obra para la realización de la distribución de las máquinas y muebles en el área de producción por el día que se ha invertido resulto un costo de 2000 soles.

**Tabla 50. Suma total de costos**

	/S.
Costo total de las actividades de implementación	S/. 6.802,00
Costo total de la mano de obra en las actividades	S/. 2.000,00
Total	S/. 8.802,00

Fuente: Elaboración propia

El monto que se aprecia en la tabla 50 es de 8802 soles, es la suma del costo total de las actividades de implementación y los cotos de la mano de obra en las actividades.

**Tabla 51. Precio total de conectores SAE 1045 pre test y post test**

	Dias	Cantidad de conectores	Precio unitario (\$)	Precio total (\$)	Cambi a s/.3,38	Direfencia de precio (s/.)
Pre test	30	990	\$19,00	\$18.810,00	S/. 63.577,80	S/. 11.238,50
Post test	30	1165	\$19,00	\$22.135,00	S/. 74.816,30	

Fuente: Elaboración propia

Después de realizar la implementación en el área de producción se ha logrado fabricar una cantidad de 1165 conectores SAE 1045 en 30 días laborales obteniendo un ingreso de 74.816,30 soles, siendo comparado con el ingreso mensual de 63.577,80 soles antes de la implementación da como resultado 11.238,50 soles de ingresos en 30 días.

#### Egresos

Los egresos que se plasmara en el flujo de caja se presentan en las tablas

**Tabla 52. Mano de obra mensual de los operarios**

Mano de obra mensual de los operarios			
Salario mensual	Cantidad	Sueldo (s/.)	Total
Practicantes	4	S/. 800,00	S/. 3.200,00
Operarios	4	S/. 1.200,00	S/. 4.800,00
Total			S/. 8.000,00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 53. Gastos indirectos de fabricación**

Gastos indirectos de fabricación (S/.)	
Energía eléctrica	S/. 250,00
Agua	S/. 59,00
Total	S/. 309,00

Fuente: Elaboración propia

Por último, al sumar los valores de las dos tablas anteriores da como resultado el egreso que la empresa realizara post implementación.

**Tabla 54. Egreso total**

total de egresos	
mano de obra mensual	S/. 8.000,00
gastos indirectos de fabricación	S/. 309,00
total	S/. 8.309,00

Fuente: Elaboración propia

Como se puede visualizar en la tabla 50, después de desarrollar el análisis económico financiero nos da como resultado total el monto de 8309 soles.

### **Flujo de caja**

Luego de obtener los costos de implementación y el nuevo ingreso por el aumento de conectores SAE 1045 que podrá cubrir los pedidos de los clientes por la propuesta.

El flujo de caja es expresado en 12 meses donde:

- El aumento de venta para el mes cero es de 8.802 soles, porque es el costo de la implementación.
- El aumento de ventas desde el primer mes al duodécimo es 11.238,5 soles, estos son los ingresos obtenidos de las ventas por mes de las piezas después de la implementación.
- El aumento de costos desde el primer mes al duodécimo es 8.309 soles, ya que es el dinero designado a los pagos mensuales.

Tabla 55. Flujo de caja

Proyección de un año													
	tiempo 0	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	mes 7	mes 8	mes 9	mes 10	mes 11	mes 12
ingresos		S/. 11.238,50	S/. 11.238,5	S/. 11.238,50	S/. 11.238,50	S/. 11.238,50	S/. 11.238,50						
egresos		S/. 8.309,00	S/. 8.309,00	S/. 8.309,00	S/. 8.309,00	S/. 8.309,00	S/. 8.309,00						
utilidad		S/. 2.929,50	S/. 2.929,50	S/. 2.929,50	S/. 2.929,50	S/. 2.929,50	S/. 2.929,50						
inversión	S/. 8.802,0												
flujo económico neto	S/. -8.802,0	S/. 2.929,50	S/. 2.929,50	S/. 2.929,50	S/. 2.929,50	S/. 2.929,50	S/. 2.929,50						

Fuente: Elaboración propia

Para verificar la viabilidad de la investigación se utilizaron tres herramientas para el financiamiento, esto ayudará a evaluar si la propuesta es económicamente viable. En primer lugar se desarrolló una comparación para saber si el monto que se ha obtenido para la investigación conlleva mejores beneficios a largo plazo comparando con la tasa de rendimiento efectiva mensual propuesta de un 10%. El Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Beneficio-Costo se utilizarán como instrumentos necesarios para revelar que la empresa ha invertido en la investigación y sin ningún inconveniente que les haya generado pérdidas económicas. Aplicando las formulas correspondientes para calcular el VAN y el TIR de la investigación cogiendo como referencia la tasa mensual de 13% mensual.

**Tabla 56. VAN y TIR**

COK	10%
VAN	S/.11.158,71
TIR	32%

Tomando una tasa de interés mensual de 10% conforme al Banco de Crédito del Perú se obtiene un Valor Actual Neto tasado a un año de 11.158,71 soles que es mayor a cero, por consiguiente es viable, demostrando de esta manera que la Aplicación de la Distribución de Planta para mejorar la productividad del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. no ocasiona déficit financiero a la empresa, al contrario, este demuestra la viabilidad económica del proyecto. También se realizó el cálculo de Tasa Interna de Retorno que resulto un 32% , confirmando de esta manera que la inversión se puede recuperar y se obtiene beneficios , realizando un proyecto viable.

**Tabla 57. Análisis Beneficio-Costo de la mejora**

suma ingresos	S/. 76.575,68
suma egresos	S/. 56.614,97
costo-inversión	S/. 65.416,97
B/C	1,17057823

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 57 de Análisis Beneficio-Costo de la mejora dando como resultado que:

Beneficio-Costo  $\geq 1$ , se valora que es aceptable la inversión de la investigación.

Beneficio-Costo = 1, se valora que la inversión de esta investigación se recuperó y la inversión es viable.

Beneficio-Costo  $< 1$ , se considera que la inversión no es rentable.

Al aplicar la regla determinada a la tabla 57 de Análisis Beneficio-Costo de la empresa Diseño Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. da un resultado de:

$$B/C = 7575,68/65,416.97 = 1,17057823$$

Este resultado de Beneficio-Costo de acuerdo a la regla de decisión, este índice es mayor que 1, quiere decir, que la inversión para la Aplicación de la Distribución de Planta es aceptable, así como también nos indica que desde el primer mes ya se está recuperando y más notorio en los siguientes meses.

### **III. RESULTADOS**

### 3. Resultados

#### 3.1. Análisis Descriptivos

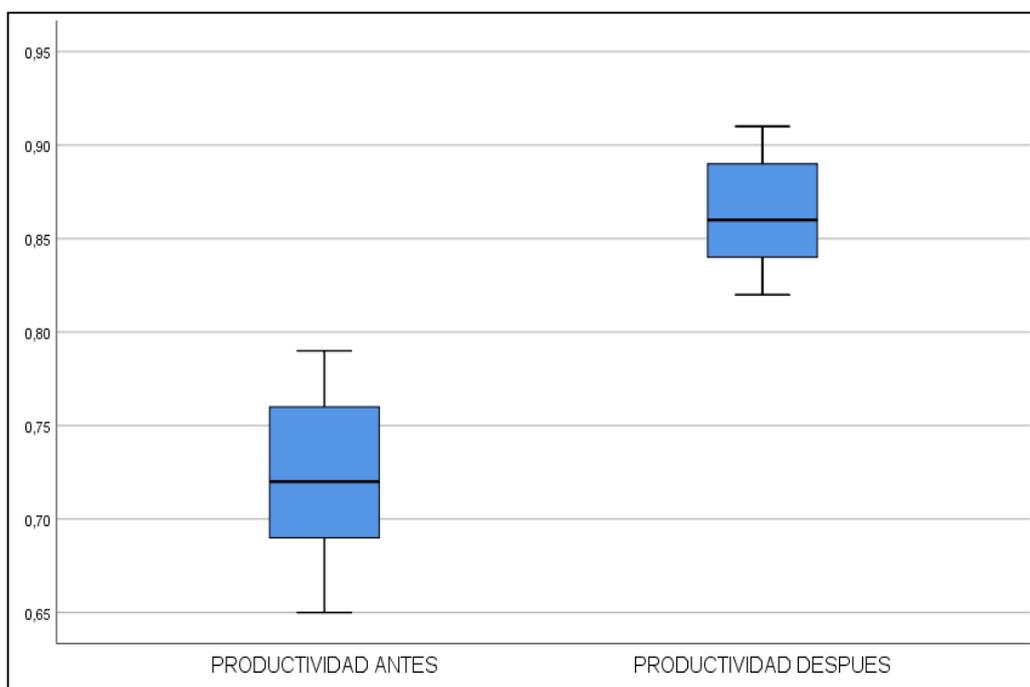
Al realizar este análisis se busca llegar al objetivo principal precisar y organizar datos que faciliten la especificación de una muestra. Para este trabajo de investigación la variable dependiente será objeto de estudio utilizando el análisis descriptivo por el cual se analizará la conducta que desarrollan los datos del pre-test y el post- test de la aplicación de las herramientas para que de esta manera se logre analizar la diferencia y mejora

**Tabla 58. Medidas descriptivas del Pre test de Porcentajes de la productividad y Post- test de Porcentajes de la productividad**

Descriptivos			
		Estadístico	Desv. Error
PRODUCTIVIDAD ANTES	Media	,7207	,00772
	Mediana	,7200	
	Mínimo	,65	
	Máximo	,79	
	Asimetría	,074	
PRODUCTIVIDAD DESPUES	Media	,8627	,00493
	Mediana	,8600	
	Mínimo	,82	
	Máximo	,91	
	Asimetría	,202	

**Fuente:** Elaboración Propia

El porcentaje que la productividad alcanzó en el pre-test de la muestra logró un valor de 72.07 %, y el que alcanzo en el post- test fue de 86.27 %, esto prueba que hay una mejora visible después de la implementación de la herramienta. Esto se ve reflejado en la figura 39. Se compara los valores de las medianas del pre-test y del post-test, lo cual nos muestra el valor que se ubica en la posición media del todo el conjunto de datos. La mediana del pre-test tiene un valor de 72% y la mediana del post-test un valor de 86%.



**Figura 39.** Porcentaje de productividad antes y después

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 59.** Medidas descriptivas de Pre- test de Porcentajes de eficiencia y Post- test de Porcentaje eficiencia para la mejora de la productividad

Descriptivos			
		Estadístico	Desv. Error
EFICIENCIA ANTES	Media	,8720	,00227
	Mediana	,8750	
	Mínimo	,85	
	Máximo	,91	
	Asimetría	,517	,427
EFICIENCIA DESPUES	Media	,8883	,00204
	Mediana	,8900	
	Mínimo	,86	
	Máximo	,91	
	Asimetría	-,445	,427

**Fuente:** Elaboración Propia

El porcentaje que la eficiencia alcanzó en el pre-test de la muestra que consiguió un valor de 87.2 %, y el que alcanzo en el post test fue de 88.83 %, esto demuestra que se halló una leve mejora después de la implementación de la herramienta pretendiendo alcanzar a la optimización de sus recursos en el sistema. En la figura 40 se observa lo dicho.

A continuación, se contrasta los valores de la mediana del pre-test y del post-test lo cual nos muestra el valor que se ubica en la posición media de todo el conjunto de datos. La mediana del pre-test tiene un valor de 87.5% y la mediana del post-test un valor de 89%.

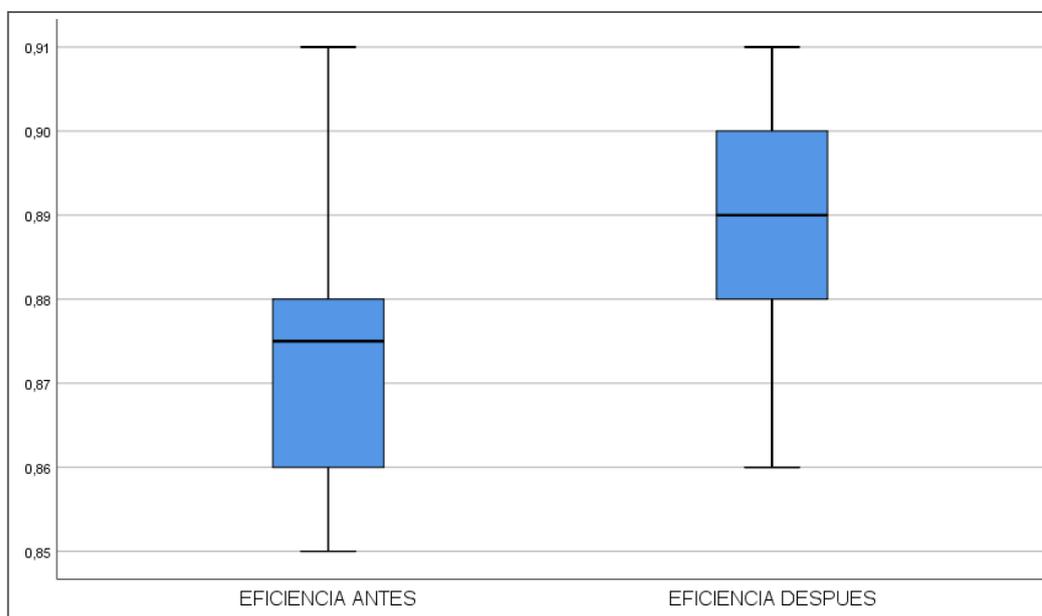


Figura 40. Porcentaje de eficiencia antes y después

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 60. Medidas descriptivas de Pre- test de Porcentajes de eficacia y Post- test de Porcentaje eficacia para la mejora de la productividad

		Descriptivos	
		Estadístico	Desv. Error
EFICACIA ANTES	Media	,8277	,00851
	Mediana	,8300	
	Mínimo	,75	
	Máximo	,90	
	Asimetría	,047	
EFICACIA DESPUES	Media	,9727	,00479
	Mediana	,9800	
	Mínimo	,93	
	Máximo	1,00	
	Asimetría	-,360	

Fuente: Elaboración Propia

El porcentaje que la eficacia alcanzó en el pre-test de la muestra que consiguió un valor de 82.77 %, y el que alcanzo en el post test fue de 97.27 %, esto muestra que existe una mejora

visible después de la implementación de la herramienta pretendiendo llegar a su totalidad de eficacia en el sistema. Esto se puede observar en la figura 41.

Se compara los valores de las medianas del pre-test y del post-test, lo cual nos muestra el valor que se ubica en la posición media del todo el conjunto de datos. La mediana del pre-test tiene un valor de 83% y la mediana del post-test un valor de 98%.

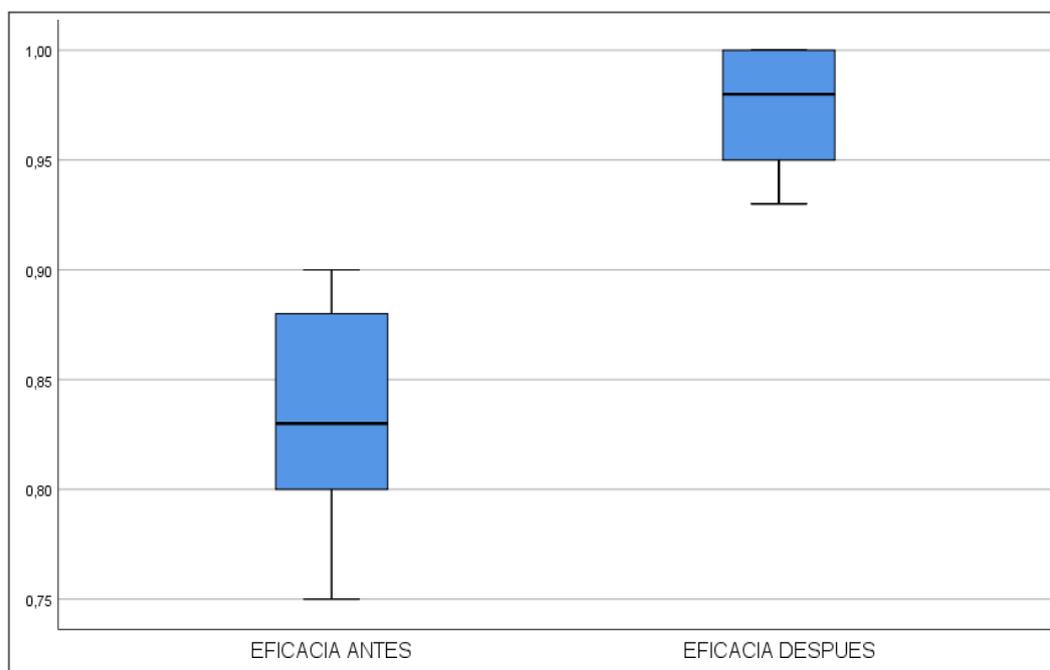


Figura 41. Porcentaje de eficacia antes y después

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2. Análisis inferencial o prueba de normalidad

Actualmente las pruebas de normalidad más empleados para resolver el ajuste de los datos a una distribución normal son la prueba de Kolmogorov-Smimov , para cuando el tamaño de la muestra es mayor que 30 y la prueba de Shapiro Wilks cuando el tamaño del muestra es menor o igual que 30.

Se desarrolló la prueba de normalidad en los indicadores de porcentaje de productividad, porcentaje de eficiencia y por último en el porcentaje de eficacia, todos estos fueron realizados con el método de Shapiro Wilks, fue requerido ya que el tamaño de la muestra es menor a 30. La prueba se ejecutó filtrando los datos de cada uno de los indicadores en el software estadístico SPSS 25.0, por ello se plantea la hipótesis de normalidad:

Ho: Los datos de la muestra proceden de una distribución normal.

H1: Los datos de la muestra no proceden de una distribución normal.

Regla de Decisión:

Si el valor de la Sig. es mayor al nivel de significación  $\alpha$  (0.05) se concluye que los datos derivan de una distribución normal.

Si el valor de la Sig. es menor al nivel de significación  $\alpha$  (0.05) se concluye que los datos no derivan de una distribución normal.

### 3.2.1. Prueba de Normalidad a la Variable Dependiente

Se toma en cuenta la regla de decisión:

Si  $p_v > 0.05$  se admite  $H_0$ . Como resultado se da a conocer que los datos de la muestra proceden de una distribución normal (se utilizará el estadígrafo T-student).

Si  $p_v \leq 0.05$  se admite  $H_1$ . Como resultado se da a conocer que los datos de la muestra no provienen de una distribución normal (se utilizará el estadígrafo Wilcoxon).

Se propone las hipótesis para la prueba de normalidad:

$H_0$ : Los datos de la muestra de la variable dependiente de productividad derivan de una distribución normal.

$H_1$ : Los datos de la muestra de la variable dependiente productividad no derivan de una distribución normal.

**Tabla 61. Prueba de normalidad a la variable dependiente**

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTIVIDAD ANTES	,113	30	,200*	,951	30	,176
PRODUCTIVIDAD DESPUES	,166	30	,035	,929	30	,047
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

**Fuente:** Elaboración Propia

En la tabla 61 se observa que el valor Sig. del Pre-test del indicador porcentaje de productividad es 0.176, por consiguiente es mayor a 0.05, quiere decir que se adopta una distribución normal.

Asimismo el valor de Sig. del post test del indicador porcentaje de productividad es de 0,047 por consiguiente es menor a 0.05, por ello se utilizara una distribución no normal.

Después de arrojar los resultados en la prueba de normalidad Shapiro Wilks se presume que para el análisis de la contratación de la hipótesis se utilizará un estadígrafo no paramétrico, por ello para este contexto se aplicará la prueba de wilcoxon.

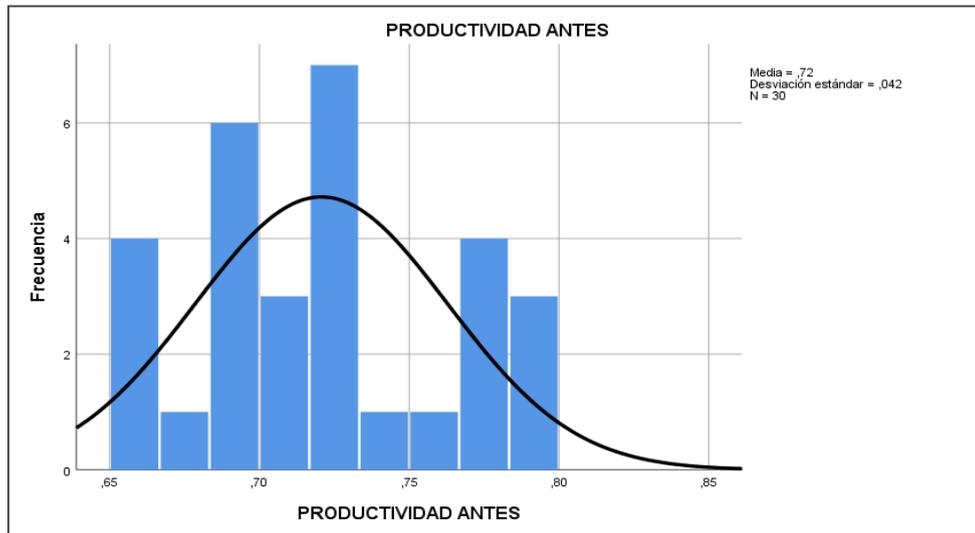


Figura 42. Curva de normalidad porcentaje de productividad Pre-Test

Fuente: Elaboración Propia

La figura 42 se visualiza el porcentaje de productividad del pre test donde se adquiere una media de 72.07% y una desviación estándar de 4.2%.

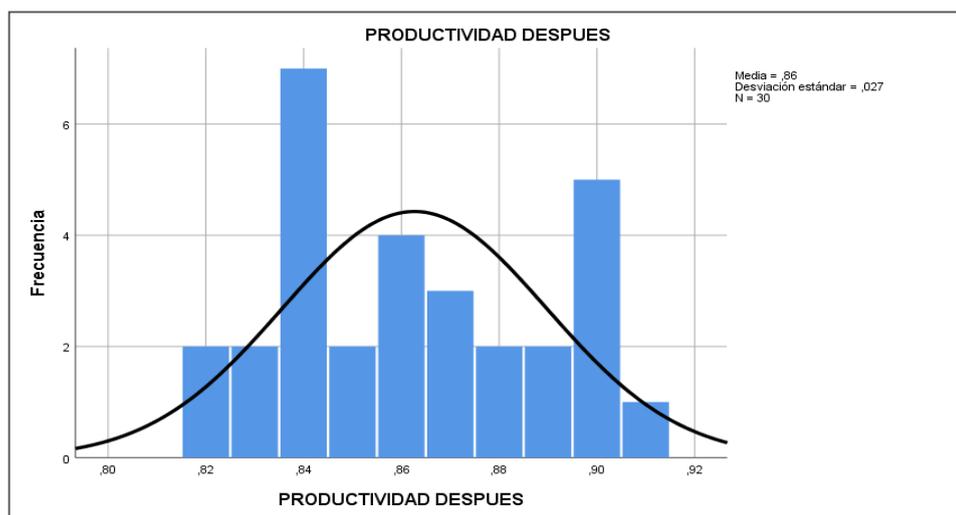


Figura 43. Curva de normalidad porcentaje de Productividad Post-Test

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 43 se observa el porcentaje de productividad de post test, logrando una media de 86.27% y una desviación estándar de 2.703%.

### 3.2.2. Prueba de Normalidad a la Dimensión Eficiencia

Se te toma en cuenta la Regla de decisión:

Si el  $p_v > 0.05$  es necesario aceptar  $H_0$ , como efecto se concluye que los datos de la muestra derivan de una distribución normal (se utilizará estadígrafo T-student).

Si el  $p_v > 0.05$  es necesario aceptar  $H_1$ , como efecto se concluye que los datos de la muestra no derivan de una distribución normal (se utilizara estadígrafo Wilcoxon).

Se propone las hipótesis para la prueba normalidad:

$H_0$ : Los datos de muestra de la dimensión de eficiencia derivan de distribución normal.

$H_1$ : Los datos de muestra de la dimensión de eficiencia no derivan de distribución normal.

**Tabla 62. Prueba de normalidad a la dimensión eficiencia**

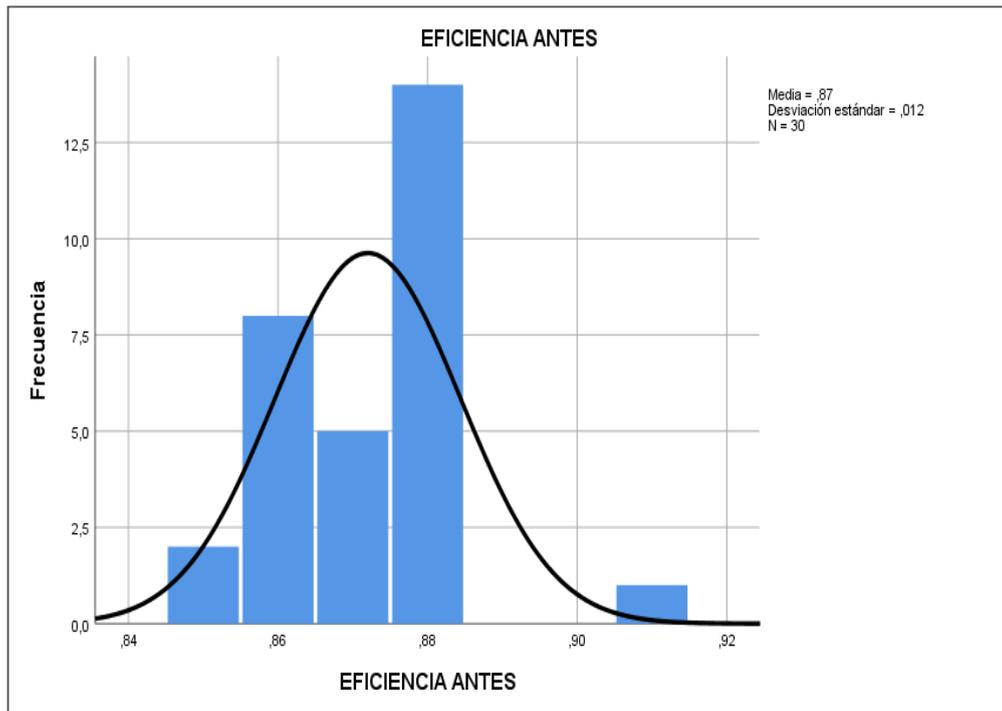
Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EFICIENCIA ANTES	,240	30	,000	,844	30	,000
EFICIENCIA DESPUES	,193	30	,006	,921	30	,029
a. Corrección de significación de Lilliefors						

**Fuente:** Elaboración Propia

Lo que se observa en la tabla 62, el valor sig. del pres test del indicador de porcentaje de eficiencia resulta menor a 0.05, por ello se acepta una distribución no normal.

Ahora en el valor de sig. del post test del indicador de porcentaje de eficiencia es 0.290 por tal motivo es menor a 0.05, entonces se acepta una distribución no normal.

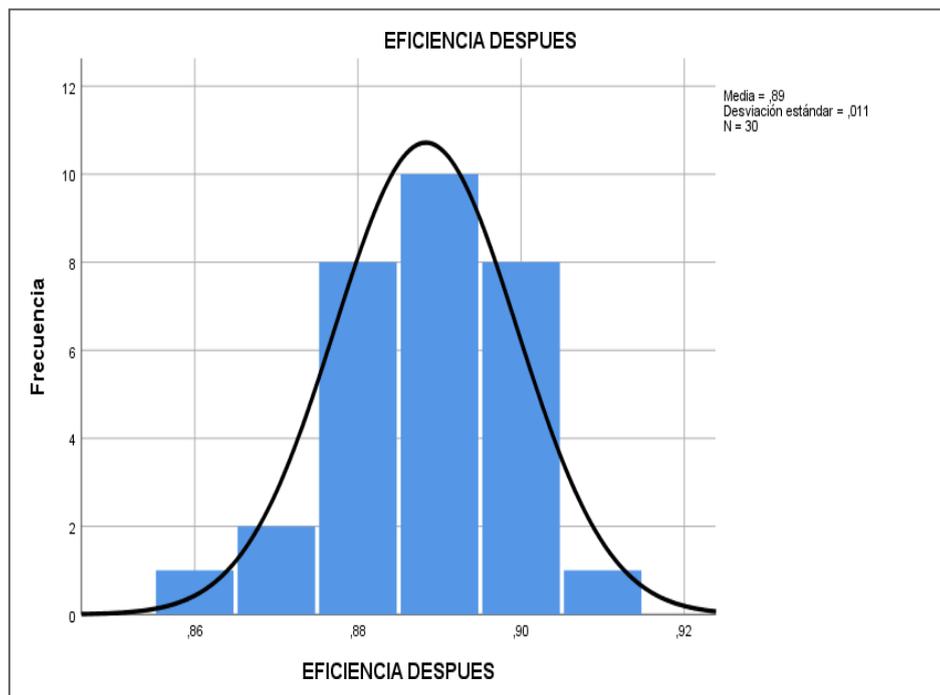
Obtenido estos resultados en la prueba de normalidad Shapiro Wilks se admite que para el análisis de la contratación de la hipótesis sujeta a la dimensión eficiencia se utilizará un estadígrafo no paramétrico, en este caso se usará la prueba de rango de Wilcoxon.



**Figura 44.** Curva de normalidad porcentaje de Eficiencia Pre-Test

**Fuente:** Elaboración Propia

En la figura 44 se aprecia el porcentaje de eficiencia para desarrollar la productividad del pre test, alcanzando una media de 87.20% y desviación estándar de 1.24%.



**Figura 45.** Curva de normalidad porcentaje de Eficiencia Post-Test

**Fuente:** Elaboración Propia

En la Figura 45, se muestra el porcentaje de eficiencia para mejorar la productividad del Post Test, obteniendo una media de 88,83 % y una desviación estándar de 1.12%.

### 3.2.3. Prueba de Normalidad a la Dimensión Eficacia

Se toma en cuenta la Regla de decisión:

Si el  $\rho_v > 0.05$  se debe Aceptar  $H_0$ , como efecto se concluye que los datos de muestra derivan de una distribución normal (se empleará el estadígrafo T-Student).

Si el  $\rho_v \leq 0.05$  se debe Aceptar  $H_1$ , como efecto se concluye que los datos de muestra no derivan de una distribución normal (se empleará el estadígrafo Wilcoxon).

Planteamos las hipótesis para la prueba de normalidad

$H_0$ : Los datos de la muestra de la dimensión Eficacia derivan de distribución normal.

$H_1$ : Los datos de la muestra de la dimensión Eficacia no derivan de distribución normal.

**Tabla 63. Prueba de normalidad a la dimensión eficacia**

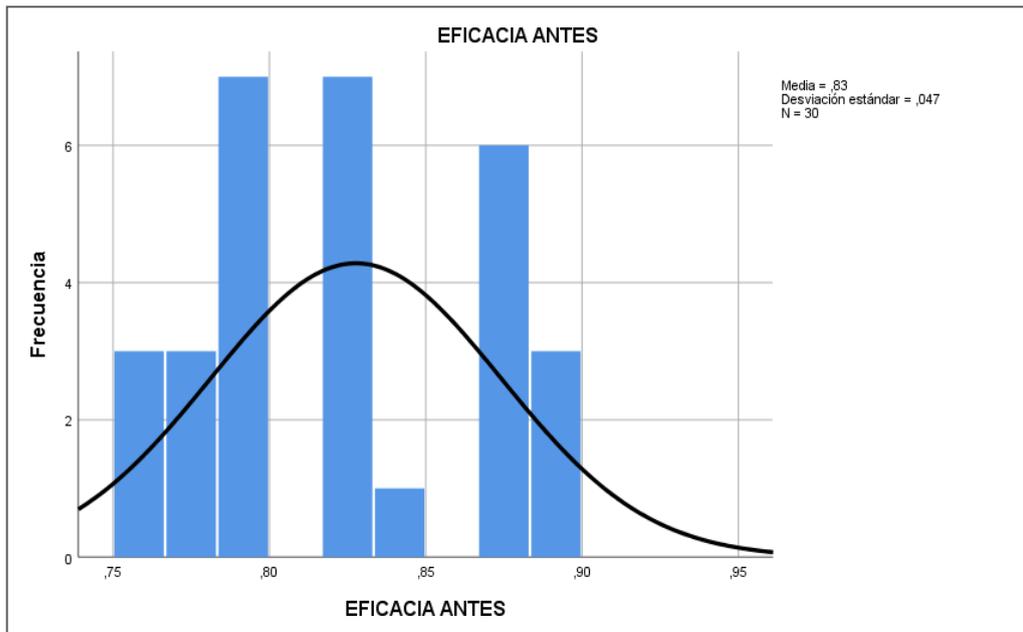
Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA ANTES	,169	30	,028	,922	30	,031
EFICACIA DESPUES	,218	30	,001	,827	30	,000
a. Corrección de significación de Lilliefors						

**Fuente:** Elaboración Propia

La tabla 63 muestra el valor sig. del pre test del indicador porcentaje de eficiencia es 0.031 que es menor a 0.05, por ello se obtiene una distribución no normal.

Asimismo el valor de sig. del post test del indicador porcentaje de eficacia es 0.000, por ende es menor a 0.05, por ello se obtiene una distribución no normal.

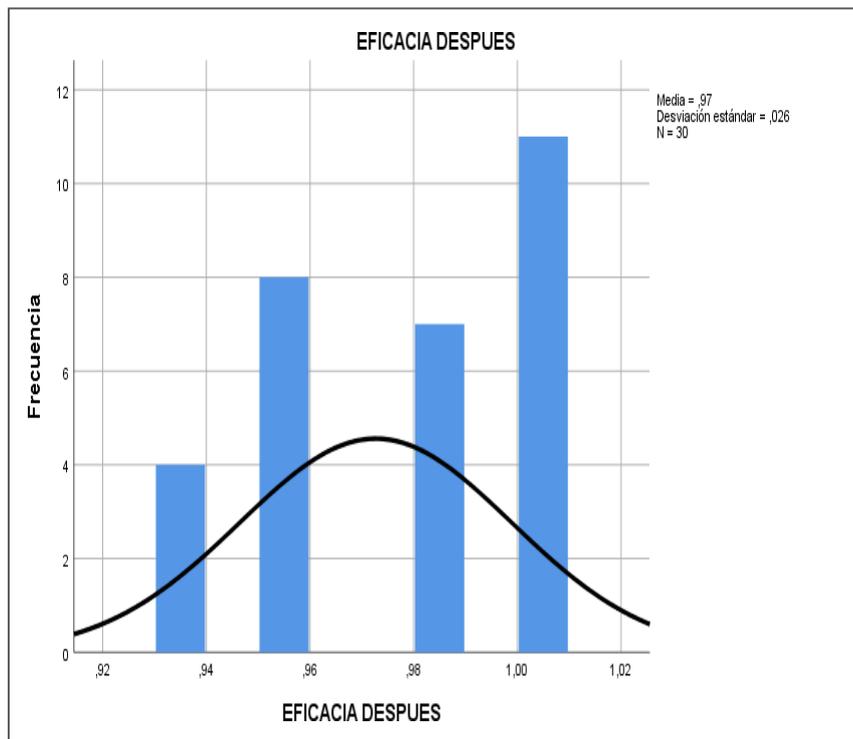
Teniendo estos resultados en la prueba de normalidad Shapiro Wilks se admite que para el análisis de la contrastación de la hipótesis ligada a la dimensión eficacia se deberá usar un estadígrafo no paramétrico, por consiguiente se utilizará la prueba Rango de Wilcoxon.



**Figura 46.** Curva de normalidad porcentaje de eficacia Pre-Test

**Fuente:** Elaboración Propia

La figura 46 da a conocer el porcentaje de eficacia para mejorar la productividad del pre test, adquiriendo una media de 82.77% y una desviación estándar de 4.65%.



**Figura 47.** Curva de normalidad porcentaje de Eficacia Post-Test

**Fuente:** Elaboración Propia

La figura 47 se aprecia el porcentaje de eficacia para mejorar la productividad del post test, obteniendo una media de 97.27% y una desviación estándar de 2.63%.

### 3.3. Contratación de Hipótesis

#### 3.3.1. Análisis de la Hipótesis General

Contratación de la hipótesis general

Hipótesis Nula:

Ho: La Distribución de planta no mejorará la productividad del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. del distrito de los Olivos, Lima, 2019.

Hipótesis Alternativa:

Hi: La Distribución de planta mejorará la productividad del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. del distrito de los Olivos, Lima, 2019.

### PRUEBA DE RANGOS

Tabla 64. Análisis estadístico Wilcoxon de la hipótesis

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	PRODUCTIVIDAD DESPUES - PRODUCTIVIDAD ANTES
Z	-4,790 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

**Fuente:** Elaboración Propia

Interpretación:

La significancia que se desarrolló en la prueba de Wilcoxon adaptada a la productividad antes y después es de 0.000, este resultado es menor a alfa 0.05, por consiguiente se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa que viene a ser La Distribución de Planta mejorará Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. del distrito de los Olivos, Lima, 2019.

### 3.3.2. Análisis de la Hipótesis Específica 1 (Eficiencia)

Contrastación de la hipótesis específica 1

Hipótesis Nula:

Ho: La distribución de planta no mejorará la eficiencia del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. del distrito de los Olivos, Lima, 2019.

Hipótesis Alternativa

Hi: La distribución de planta mejorará la eficiencia del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. del distrito de los Olivos, Lima, 2019.

## PRUEBA DE RANGOS

Tabla 65. Análisis estadísticos Wilcoxon de la hipótesis específica 1

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	EFICIENCIA DESPUES - EFICIENCIA ANTES
Z	-4,014 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

La significancia de la prueba de Wilcoxon es de 0.000, este resultado es menor al alfa 0.05, por consiguiente se rechaza la Hipótesis Nula y se acepta la hipótesis Alternativa que viene a ser que La distribución de planta mejorará la eficiencia del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. del distrito de los Olivos, Lima, 2019.

■

### 3.3.3. Análisis de la Hipótesis Específica 2 (Eficacia)

Contrastación de la hipótesis específica 2

Hipótesis Nula:

Ho: La distribución de planta no mejorará la eficacia del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. del distrito de los Olivos, Lima, 2019.

Hipótesis Alternativa:

H1: La distribución de planta mejorará la eficacia del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. del distrito de los Olivos, Lima, 2019.

## PRUEBA DE RANGOS

Tabla 66. *Análisis estadísticos Wilcoxon de La hipótesis 2*

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	EFICACIA DESPUES - EFICACIA ANTES
Z	-4,790 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

**Fuente:** Elaboración Propia

Interpretación:

La significancia en la prueba de Wilcoxon es de 0.000, este resultado es menor a alfa 0.005, por consiguiente se rechaza la hipótesis Nula y se acepta la Hipótesis Alternativa, siendo este: La distribución de planta mejorará la eficacia del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. del distrito de los Olivos, Lima, 2019.

## **IV. DISCUSIÓN**

Después de las soluciones descubiertas y de los análisis de resultados y a razón del objetivo general resultando el nivel de significancia bilateral de la prueba de Wilcoxon  $p$  valor =  $0.000 < 0.05$ ; se rechaza la  $H_0$ . Por lo tanto, la Distribución de Planta si mejora la productividad en el área de producción de la empresa estudiada; lo que se puede visualizar en el aumento de la media de la productividad de 72.07 % a 86.27%. De tal forma se rechaza la hipótesis nula que es: la Distribución de Planta no mejorará la productividad en el área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L., Lima, 2019 y se acepta la hipótesis alterna que es : la Distribución de Planta mejorará la productividad del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L., Lima, 2019; con esto se corrobora lo expuesto por Guerrero (2018) que reafirma que aplicando una redistribución de planta incrementaría la productividad en una empresa metalmecánica logrando como resultado un aumento de 39.63%, coincidiendo igualmente con este trabajo, lo cual, obtuvo un aumento de 19.7% en su productividad. Esto a la vez también corrobora con lo planteado por Coronel (2017) que reafirma que realizando y ejecutando las 4 fases del SLP se logra incrementar la productividad teniendo como un 29% en aumento de su productividad en la empresa Grifería Industrial y Comercial NC.

De acuerdo al objetivo específico 1, siendo el nivel de significancia bilateral de la prueba Wilcoxon  $p$  valor =  $0.000 < 0.05$ ; se rechaza la  $H_0$ . Por lo tanto, la Distribución de Planta si mejora la eficiencia en el área de producción de la empresa estudiada; lo que se puede visualizar en el aumento de la media de la eficiencia de 87.2 % a 88.83%. De tal forma se rechaza la hipótesis nula que es: la Distribución de Planta no mejorará la eficiencia en el área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L., Lima, 2019 y se acepta la hipótesis alterna que es : la Distribución de Planta mejorará la eficiencia del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L., Lima, 2019; con esto se corrobora lo expuesto por Guerrero (2018) que reafirma que aplicando una redistribución de planta incrementaría la eficiencia en una empresa metalmecánica logrando como resultado un aumento de 32.33%, coincidiendo igualmente con este trabajo, lo cual, obtuvo un aumento de 1.87 % en su eficiencia.

De acuerdo al objetivo específico 2, siendo el nivel de significancia bilateral de la prueba Wilcoxon  $p$  valor =  $0.000 < 0.05$ ; se rechaza la  $H_0$ . Por lo tanto, la Distribución de Planta si

mejora la eficacia en el área de producción de la empresa estudiada; lo que se puede visualizar en el aumento de la media de eficacia de 82.77 % a 97.27%. De tal forma se rechaza la hipótesis nula que es: la Distribución de Planta no mejorará la eficacia en el área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L., Lima, 2019 y se acepta la hipótesis alterna que es : la Distribución de Planta mejorará la eficacia del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L., Lima, 2019; con esto se corrobora lo expuesto por Guerrero (2018) que reafirma que aplicando una redistribución de planta incrementaría la eficacia en una empresa metalmecánica logrando como resultado un aumento de 14.5 %, coincidiendo igualmente con este trabajo, lo cual, obtuvo un aumento de 17.51 % en su eficacia.

## **V. CONCLUSIONES**

Al culminar el desarrollo del proyecto de investigación se concluye:

Al aplicar la distribución de planta en el área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L., Lima, 2019; se logró mejorar la productividad incrementando diariamente la cantidad de fabricación de piezas mecánicas con mayor demanda el conector SAE 1045 , es decir la productividad promedio pre test fue de 72.02% y después obtuvo una productividad de 86.27%, obteniendo un incremento de 19.78%, para ello se utilizó herramientas que emplea el método de SLP, como el método de Guerchet y el método relacional de actividades que permitió distribuir en de manera adecuada cada área de trabajo, reduciendo los tiempos y la distancia de recorridos, por ello se logró el objetivo planteado. Así mismo aplicando el estadígrafo Wilcoxon a la productividad antes y después resultado 0.000, el cual se rechazó la hipótesis nula y se acepta la hipótesis general de la tesis que señala que la Distribución de planta mejorará la productividad del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. del distrito de los Olivos, Lima, 2019.

Así mismo, la presente investigación correspondiente al primer objetivo específico (eficiencia) se consiguió resultados con un efecto adecuado, es decir, la propuesta de distribución de planta incrementó la eficiencia en 1,87%. Aprobando de esta manera el uso adecuado del tiempo programado diario de producción, por ello se logró reducir el tiempo de fabricación de 471.72 minutos a 479,81 minutos obteniendo así incremento de tiempo productivo para la fabricación de más piezas.

Por último, la presente investigación respecto al segundo objetivo específico (eficacia) concluye y demuestra que la aplicación de distribución de planta mejorara la eficacia del proceso de la fabricación piezas con mayor demanda, verificando que la eficacia antes es de 82.77% y la actual es de 97.27%, quiere decir que aumento una diferencia de 14,91%.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Para que el efecto de este trabajo siga en constante crecimiento dentro de la empresa, se propone las siguientes recomendaciones:

Se recomienda a la organización realizar constantes capacitaciones de como poder corregir anticipadamente cualquier problema de distribución dentro del área de producción.

Se recomienda, que la empresa muestre un compromiso más efectivo en la disposición o adquisición de materiales o recursos que ayuden a continuar solucionando aquellos posibles problemas.

Se recomienda, realizar un cronograma de actividades que ayuden al mantenimiento del área de producción y a las demás áreas de la empresa.

Se recomienda, delegar responsabilidades a las labores de limpieza, la cual ayudaría mucho en cuanto al orden del área.

Por último, se recomienda, continuar mejorando en cada aspecto que tenga que ver con el área de producción, en cuanto a las iluminación, a las herramientas y equipos, etc.

## BIBLIOGRAFÍA

CANTO, Axel y ROJAS, Joao. Distribución de planta para mejorar la productividad, sub-área de habilitado y producción de la empresa EPIN S.A.C. Chimbote, 2018. Tesis (Titulo de Ingeniería Industrial). Chimbote: Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería Industrial. 2018.

Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/32169>

CIBERTEC [En Línea]. Métodos y estudio de tiempos, Perú, Trujillo, 2019, [Fecha de consulta: 22 de abril de 2019].

Disponible en:

<https://es.scribd.com/doc/290745529/Metodos-y-Estudio-de-Tiempos-Manual>

CORREA, Paula y OLIVEROS, Diana. Propuesta para el mejoramiento de la distribución en planta de la empresa DERJOR LTDA. Tesis (Titulo de Ingeniería Industrial). Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ingeniería Industrial, 2015.

Disponible en <https://docplayer.es/71070522-Propuesta-para-el-mejoramiento-de-la-distribucion-en-planta-de-la-empresa-derjor-ltda-paula-camila-correa-castellanos-diana-alexandra-oliveros-real.html>

CORDOVA, Bolívar. Estudio de la Distribución de planta de la empresa Autofast Reparaciones y su incidencia en la productividad. Tesis (Titulo de Ingeniería Industrial). Ambato: Universidad Tecnológica Indoamericana. Facultad de Ingeniería Industrial. 2016.

Disponible en <http://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/151>

CORONEL, Gerson. Distribución de planta para incrementar la Productividad en la empresa grifería industrial y Comercial NC S.R.L., lima, 2017. Tesis (Titulo de Ingeniería Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería Industrial. 2017.

Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/1439>

CUATRECASAS, Lluís. Ingeniería de procesos y de planta. 2. a ed. Barcelona. Profit Editorial, 2017

ISBN 8416904014

DE LA CRUZ, Néstor. Distribución de planta para la optimización de los procesos de producción de Calzado en la empresa PIONERO. Proyecto de trabajo de grado (Trabajo estructurado de manera independiente, presentado previo la obtención del título de ingeniería Industrial en procesos de automatización). Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. 2014.

Disponible en <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/8548>

DÍAZ, Bertha, JARUFE Benjamín y NORIEGA, María. Disposición de Planta. 2. a ed. Lima: Universidad de Lima, fondo editorial, 2007, 412pp

ISBN 9789972451973

DIAZ DUMONT, Jorge Rafael., Políticas públicas en propiedad intelectual escrita. Una escala de medición para educación superior del Perú. Revista Venezolana de Gerencia [En Línea].2018, 23(81), 88-105 [fecha de consulta 29 de septiembre de 2019]. ISSN: 1315-9984, Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29055767006>

DÍAZ, Bertha y NORIEGA, María. Manual para el diseño de Instalaciones manufactureras y de servicios. Lima: Universidad de Lima, fondo editorial, 2017.

ISBN 9789972453885

DOMINGUEZ, German. Didáctica y aplicación de la Administración de operaciones contaduría y administración. Ed. IMCP, 2016, 506 pp.

ISBN: 9978678463626

ESPINOZA, Kiaria. Distribución de planta para incrementar la productividad en la empresa tejidos global S.A.C. del distrito de Santa Anita, Lima, 2017. Tesis (Título de Ingeniería Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería Industrial.2018.

Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/14095>

GUERRERO, Johnny. Aplicación de la redistribución de planta para incrementar la Productividad en la empresa metal mecánica, Factoría Rodríguez SAC. Callao 2018. Tesis (Título de Ingeniería Industrial). Callao: Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería Industrial.2018.

Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/30370?show=full>

GUTIERREZ, Humberto y DE LA VARA, Román. Control estadístico y de la Calidad y Seis Sigma. 3ra ed. México D.F. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2013

ISBN: 978-607-15-0929-1

HERNANDEZ, Roberto y FERNANDEZ, Carlos. Metodología de investigación. 5ta ed. México D.F. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2010

ISBN: 978-607-15-0291-9

NEMUR, Lisa. Productividad: Consejos y Atajos de productividad para personas ocupadas. Ed. Babel cube Inc., 2016, 34pp.

ISBN: 9781507139400

PLATAS, José y CERVANTES, María. Planeación y Diseño Layout de instalaciones. Un enfoque por competencias. México D.F. Grupo editorial Patria, S.A de C.V., 2015.

ISBN 9786077

RIVADENEIRA, Victoria. Control y visualización de los procesos de producción: Propuesta de mejoramiento de la disposición de planta y optimización de la asignación de los operadores en la línea de la producción de la empresa DIMALVID. Tesis (Titulo de Ingeniera Industrial). Quito: Universidad San Francisco de Quito, Facultad de Ingeniería, 2014.

Disponible en <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/2927>.

ROA, Jeimy y RIVERA, Jeimy. Propuesta para el diseño y distribución de planta para las instalaciones de producción de biopinturas mediante técnicas de ingeniería. Tesis (Titulo de Ingeniería Industrial). Bogotá: Universidad de la Salle., Facultad de ingeniería, 2017.

Disponible en <http://repository.lasalle.edu.co/handle/10185/21776>

RAMOS, Roger. Propuesta de distribución de planta para aumentar la productividad en la empresa Aceros Industriales Latinoamericanos S.A.C. Tesis (Titulo de Ingeniería Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería Industrial. 2018.

Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/32517>

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Lima: San Marcos, 2013.

ISBN 9786123028787.

Producción Nacional [En Línea]. Instituto Nacional de Estadística e Informática. 13 de enero de 2019. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2019].

Disponible en:

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/03-informe-tecnico-n03\\_produccion-nacional-ene2019.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/03-informe-tecnico-n03_produccion-nacional-ene2019.pdf)

El reto de la productividad en Europa [En Línea]. Banco Central Europeo. 30 de noviembre de 2016. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2019].

Disponible en:

[https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2016/html/sp161130\\_1.es.html](https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2016/html/sp161130_1.es.html)

20 años de la Industria Metalmeccánica en América Latina [En Línea]. Internacional Metalmeccánica. 18 de agosto de 2015. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2019].

Disponible en:

<http://www.metalmecanica.com/temas/20-anos-de-la-industria-metalmecanica-en-America-Latina+106698>

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz De Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS
<p>Pa: ¿De qué manera la distribución de planta mejorara la productividad del área de producción la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. del distrito de los Olivos, Lima, 2019?</p>	<p>Oa: Determinar de qué manera la distribución de planta mejorará la productividad del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. del distrito de los Olivos, Lima, 2019.</p>	<p>Ha: La Distribución de planta mejorará la productividad del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. del distrito de los Olivos, Lima, 2019.</p>
<p>P1: ¿De qué manera la distribución de planta mejorará la eficiencia del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. del distrito de los Olivos, Lima, 2019?</p> <p>P2: ¿De qué manera la distribución de planta mejorará la eficacia del área de producción en la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. del distrito de los Olivos, Lima, 2019?</p>	<p>O1: Determinar de qué manera la distribución de planta mejorará la eficiencia del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. del distrito de los Olivos, Lima, 2019.</p> <p>O2: Determinar de qué manera como la distribución de planta mejorará la eficacia del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. del distrito de los Olivos, Lima, 2019.</p>	<p>H1: La distribución de planta mejorará la eficiencia del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. del distrito de los Olivos, Lima, 2019.</p> <p>H2: La distribución de planta mejorará la eficacia del área de producción de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L. del distrito de los Olivos, Lima, 2019.</p>

## Anexo 2: Validación De Instrumentos



### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Nº	VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	Variable independiente: DISTRIBUCIÓN DE PLANTA							
	Dimensión 1 LAYOUT							
	Indicador: MÉTODO DE GUERCHET  $MG = \frac{EUA}{EUP}$ MG: Método de Guerchet EUA: Espacio Utilizado Actual EUP: Espacio Utilizado Propuesto	/		/		/		
	Indicador: MÉTODO DIAGRAMA RELACIONAL DE ACTIVIDADES  $MDRA = \frac{DRA}{DRP}$ MDRA: Método Diagrama Relacional de Actividades DRA: Distancia Recorrida Actual DRP: Distancia Recorrida Propuesta	/		/		/		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI SUCIENCIA

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable [  ]    Aplicable después de corregir [  ]    No aplicable [  ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: BASO ROJAS, ISABEL    DNI: 08634346

Especialidad del validador: ING. IND. MSA, OR

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

13 de 06 del 2019

[Firma]  
Firma del Experto Informante.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD**

Nº	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	Variable dependiente PRODUCTIVIDAD							
	Dimensión 1 EFICIENCIA							
	Indicador: TIEMPO DE PRODUCCIÓN $TP = \frac{TU}{TT} \times 100\%$ TP: Tiempo de Producción TU: Tiempo Útil TT: Tiempo Total	✓		✓		✓		
	Dimensión 2 EFICACIA							
	Indicador: NIVELES DE PRODUCCIÓN $NP = \frac{PR}{PP} \times 100\%$ NP: Niveles de Producción PR: Producción Real PP: Producción Programada	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

*S HNY*

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [  ]    Aplicable después de corregir [  ]    No aplicable [  ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg:

*Rafael Rivas Leiva*

DNI: *026207*

Especialidad del validador:

*Mg. Industrias M&M*

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

*13 de 06 del 19*

*[Firma]*

Firma del Experto Informante.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

N°	VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	Variable independiente: DISTRIBUCIÓN DE PLANTA							
	Dimensión 1 LAYOUT							
	Indicador: MÉTODO DE GUERCHET  $MG = \frac{EUA}{EUP}$  MG: Método de Guerchet EUA: Espacio Utilizado Actual EUP: Espacio Utilizado Propuesto	✓		✓		✓		
	Indicador: MÉTODO DIAGRAMA RELACIONAL DE ACTIVIDADES  $MDRA = \frac{DRA}{DRP}$  MDRA: Método Diagrama Relacional de Actividades DRA: Distancia Recorrida Actual DRP: Distancia Recorrida Propuesta	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable [  ]    Aplicable después de corregir [  ]    No aplicable [  ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: MSc. Delgado Monta, Mary Laura    DNI: 412917809

Especialidad del validador: Gestión de Recursos y Opciones

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

...13...de...06...del 2019



Firma del Experto Informante.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD**

Nº	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		SÍ	No	SÍ	No	SÍ	No	
	Variable dependiente PRODUCTIVIDAD							
	Dimensión 1 EFICIENCIA							
	Indicador: TIEMPO DE PRODUCCIÓN TP: Tiempo de Producción TU: Tiempo Útil TT: Tiempo Total $TP = \frac{TU}{TT} \times 100\%$	/		/		/		
	Dimensión 2 EFICACIA							
	Indicador: NIVELES DE PRODUCCIÓN NP: Niveles de Producción PR: Producción Real PP: Producción Programada $NP = \frac{PR}{PP} \times 100\%$	/		/		/		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable [  ]    Aplicable después de corregir [  ]    No aplicable [  ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: M.S. Delgado Monte, María Lora    DNI: 47917824

Especialidad del validador: Gestión de Recursos y Operaciones

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

13 de 08 del 2019



Firma del Experto Informante.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD**

N°	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	Variable dependiente PRODUCTIVIDAD							
	Dimensión 1 EFICIENCIA							
	Indicador: TIEMPO DE PRODUCCIÓN TP: Tiempo de Producción TU: Tiempo Útil TT: Tiempo Total $TP = \frac{TU}{TT} \times 100 \%$	✓		✓		✓		
	Dimensión 2 EFICACIA							
	Indicador: NIVELES DE PRODUCCIÓN NP: Niveles de Producción PR: Producción Real PP: Producción Programada $NP = \frac{PR}{PP} \times 100\%$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable  Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Montoya Cárdenas Gustavo DNI: 07500140

Especialidad del validador: Ingeniería Industrial

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Jimo 13 de 06 del 2019

[Firma]

Firma del Experto Informante.

### **Anexo 3. Confiabilidad**

#### **CARTA SOLICITANDO AUTORIZACION**

**Solicita:** Autorización para realizar  
Investigación científica.

#### **SEÑOR**

David León Cayturo

GERENTE GENERAL de la empresa Diseño, Fabricación y Tecnología del Perú S.R.L.

Nosotros, Luis Huatuco Apolaya identificado con D.N.I. 70091107, con domicilio en Av. Revolución 1780, Collique, Comas y José Sagastegui Orihuela con D.N.I. 44643343, con domicilio en Psje. Garcilazo de la Vega Mz. 49 Lt. 5, Los Olivos en calidad de responsables del proyecto de investigación, ante usted respetuosamente expongo:

Que estando cursando el IX ciclo de la carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad Cesar Vallejo sede Lima-norte, solicitamos a Ud. permiso para realizar trabajo de Investigación en su empresa sobre **APLICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA DISEÑO, FABRICACIÓN Y TECNOLOGÍA DEL PERÚ S.R.L., LIMA, 2019.**

Por el período comprendido entre Abril del 2019 hasta Diciembre del 2019, para lo cual cumplo con adjuntar toda la documentación exigida para este efecto.

Por lo expuesto, se agradece a usted acceder a lo solicitado y validar lo solicitado con firma y sello.

Lima, 01 de abril del 2019

.....  
Huatuco Apolaya, Luis

.....  
Sagastegui Orihuela, José



**Anexo 5. Otros Productos Terminados**



## Anexo 6. Estudio De Tiempo De Actividad Con Mayor Demanda (Antes)

	dias		
	1	2	3
1. Recepción de acero SAE 1045 (por barra)	300,8	324	281,9
2. Traslado a almacén de Materia Prima (por barra)	150,4	145,6	158,7
3. Almacenaje del acero (por barra)	30,5	27,2	35,7
4. Traslado hacia despacho de Materia Prima	50,6	47,1	47,6
5. traslado a mesa de trabajo	81,9	82,7	83,4
6. corte de la barra de acero SAE 1045	720,7	717,8	721,3
7. inspección de piezas cortadas.	97,82	97,4	99,3
8. Traslado a cepilladora.	115,5	124,1	109
9. sujeción de pieza y acondicionamiento de cepilladora.	168,44	163	172,1
10. cepillado de pieza (desbaste)	991,78	948,1	989,8
11. inspección de pieza cepillada.	103,42	101	116,4
12. traslado a fresadora universal.	106,3	109,6	85,4
13. sujeción de pieza y acondicionamiento de fresadora.	299,9	287,4	305,2
14. fresado escalonado de pieza.	18683,9	18900,2	18957,2
15. inspección de pieza escalonada.	101,4	105,7	105,3
16. traslado a taladro fresador	78,2	77,2	77,1
17. sujeción de pieza y acondicionamiento de taladro fresador.	110,4	117,8	124,6
18. taladrado de ambos lado a pieza escalonada.	1056,7	1016,5	1144,7
19. inspección de pieza escalonada taladrada.	102,1	99,9	92,2
20. traslado a torno paralelo de 1.5 mts	64,1	66,1	75,7
21. sujeción de pieza en dispositivo y acondicionamiento.	210,1	189,4	247,1
22. cilindrado de pieza escalonada por ambos lados.	779,4	848,9	853,1
23. inspección del cilindrado	69,6	87	55,7
24. traslado a torno paralelo de 1 mt.	33,9	34,4	39,5
25. sujeción de pieza cilindrada y acondicionamiento.	192,7	289,7	289,8
26. roscado M 8 x 1mm a pieza por ambos lados.	1480,6	2484,1	1488,8
27. Inspección de roscado.	180,9	239,3	166,5
28. traslado a rectificadora tangencial.	93,5	71,3	90,8
29. rectificando de pieza en ambas caras	797,6	1255,7	831,6
30. inspección de pieza rectificada	50,8	63,7	91,5
31. traslado a mesa de trabajo	72,1	37,6	41,6
32. lubricado, ensamble y empaquetado de producto terminado.	329,1	320,1	293,3
33. traslado a almacén de productos terminados.	115,1	102,6	107,3
34. Almacenaje de P.T.	80,7	34,8	46,9
<b>TIEMPOS TOTALES EN SEGUNDOS</b>	<b>27900,96</b>	<b>29617</b>	<b>28426,1</b>
<b>TIEMPOS TOTALES EN MINUTOS</b>	<b>465,0</b>	<b>493,6</b>	<b>473,8</b>
<b>UNIDADES PRODUCIDAS</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>30</b>

Descripción	días									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	285,1	280,4	316,5	330,8	325,2	335,5	304	321,1	307,5	284,5
2	142	158,5	145,3	148,2	156,2	153,5	153,1	145,8	159,7	140,9
3	32,7	35,1	27,6	29,6	27,6	29,8	29,2	28,7	29,6	29,6
4	51,3	53,6	49,2	47,4	48,5	51,6	49,8	47,2	52,3	52,2
5	82,4	82,8	85,6	83,9	83,4	81,7	84,5	83,5	81,1	82,7
6	724,8	715,7	719,3	714,4	711,7	712,5	723,3	716,9	725,7	728,6
7	100,1	99,8	98	97,4	95,7	96,9	100,9	99,4	100	96,8
8	127,7	112,7	128,7	132,2	124,5	139,5	117,4	136,9	134,2	138,8
9	173,4	170,8	171,4	167,2	167,3	160,7	173,2	163,8	167,9	170,4
10	998,7	996,4	981,7	983,4	987,5	997,8	984,6	989,4	993,2	990
11	102,1	115,5	110,2	113	115,2	103,3	115,8	105,1	103,8	119,3
12	94,6	95,8	104,2	104,1	96,2	85,7	81,4	94,9	94,6	99,8
13	316,1	318,1	283,4	315,6	310,6	307,1	312,2	299,7	292,2	316,6
14	18501,4	18551,8	18515,3	18662,1	18865,1	18949,6	18918,6	18789,1	18806,6	18809,8
15	105,9	102,5	108	109,6	104,8	102,2	95,6	98,8	101,8	105,5
16	76,6	82,3	76,2	78,2	76,9	83,3	79,1	79,7	78,3	77,4
17	112,1	129,9	117,1	109,7	129,7	129,5	124	110,1	106,3	118,8
18	983,5	950,3	1168,4	991,3	995,3	1176,7	905,4	1130,3	1104,4	1074
19	104,3	82,7	84,3	108	107,9	82,4	107,7	107	98,1	95,4
20	74,6	68,6	80,6	72,5	61,6	76,4	64,6	68,6	76	65,7
21	157,3	184,5	156,1	277	162,8	233,6	251,7	167,7	219	156
22	927,6	714	807,8	888,8	715,4	919,3	856,6	781	947,9	815
23	61	87,3	85,9	66	77,6	70,6	83,4	58,3	75,1	74,4
24	39,3	27	50,5	47,2	46,3	53,4	52,7	45	52,4	23,3
25	231,9	298	191,8	258,2	218,1	258,5	233,9	254,5	227,6	226,5
26	1335,2	1308,3	1875,6	1575,8	1746	1322,2	1789,3	1368,8	1638,4	1849,3
27	231,4	228,8	165,6	194	245,4	197,2	229,5	163,7	164,1	228,5
28	71,5	89,5	72,9	89,4	85,5	95,1	68,4	81,3	63	75,7
29	824,9	1093,1	1055,5	929,1	1082,3	874,7	868	775,7	1051,6	979,3
30	74,2	65,1	105,8	108	106,8	64	78,4	73,5	59,4	79,7
31	42,1	40,9	36,8	46,5	44,3	48,2	39,9	49	38,8	40,6
32	299,4	222,5	284,4	345,8	227,2	306,4	313,8	334,7	330,7	299,3
33	65,9	67,4	64,9	83,7	81,2	77,3	62,2	73,3	87,7	93,1
34	64,7	34	37,6	72,2	77,9	79,3	46,8	56	63,3	74,2
	27615,8	27663,7	28362,2	28380,3	28507,7	28455,5	28499	27898,5	28632,3	28611,7
	460,3	461,1	472,7	473,0	475,1	474,3	475,0	465,0	477,2	476,9
	35	31	33	36	33	36	32	30	32	33

	dias									
Descripción	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	319,6	287,9	285,6	311,7	277,8	311,9	321,2	327,3	335	279,3
2	154,2	142,8	149,2	146,7	142	158,2	146	155,4	140,6	160,9
3	27,4	35,4	30,6	26,3	29,6	26,4	29,1	30,7	29	29,2
4	47,7	46,7	53,6	48	53,8	51,3	49,3	46,7	46,7	50,3
5	84,9	79,7	83,3	82,9	82,3	83,1	82,1	79,8	83,6	79,6
6	717,8	726,4	722,3	714,9	720,9	729,5	727,5	719,6	730,8	718,1
7	99,4	96,8	97,8	96,1	96,2	95,7	97,1	96,9	98,4	100,3
8	108,3	110,9	128,6	122,1	120,9	102,6	107,8	126,9	138,9	114,8
9	167,6	164,1	162,8	167,9	172,3	163,2	165,1	162,4	164,8	172,7
10	984,6	987	988,7	987,1	989,7	995,1	990,3	980,8	988,9	996
11	114,3	103,8	114,4	101,2	104,1	114,8	103,9	112,7	116,8	102,9
12	83,3	95	84,7	105,6	87,7	106,7	83,9	84,8	90,3	81,9
13	283,2	301,7	287,1	302,4	288,9	281,7	311,8	310,4	284,8	297,6
14	18942,3	18926,7	18773,9	18542,7	18980,8	18554,2	18789,4	18532,3	18766,6	18947,7
15	98,1	108,3	102,3	109,8	107,1	97,6	107,3	102,9	102,5	96,3
16	84,9	85,8	85,7	76,9	78,8	82,4	83,7	80	80,4	80,9
17	122,4	126,5	121,7	104,8	123,4	112,8	123,4	119,2	121,8	105,5
18	997,7	1119,1	915,9	1059,7	1015,7	1192,4	1156,8	1196,2	1154,3	1019,8
19	84,3	98,7	95,2	105,9	99,7	95,9	94,2	106,8	105,1	103
20	60,9	75,8	62,5	67,5	61,8	65,7	64,2	60,6	80,8	71,6
21	174,1	157	179,6	187,9	167,4	237,8	176,2	254,6	266,1	234,5
22	882,3	903	943,8	739,7	727,9	858	762,5	844,7	902,2	869,9
23	57,3	71,4	78,2	72,5	86,2	76,6	76,5	80,8	86,9	84,3
24	21,7	27,5	30,9	41,8	26,5	52,9	34,2	21,6	30,5	30
25	277,4	223,6	263,6	288,3	262,7	244,6	209,3	226,7	243,6	241,6
26	1698,8	1604	1562,9	1334,1	1813,2	1609,8	1364,5	1699,4	1877,2	1517,8
27	229,4	189,5	213,7	249,5	246,6	230,7	222,2	189,6	220,5	201,9
28	63,8	60,8	84,2	84,6	72,8	78,5	82,7	91,5	73,7	85,1
29	774,3	969,3	856,5	1065,8	889,7	773	769,7	902,3	785,4	941,1
30	73,4	104,5	102,3	78,7	98,3	64,3	95,6	84,6	63,8	89,6
31	46,6	36,1	48,7	38,4	46,8	46,7	37,5	37,1	45,5	49,2
32	258,6	336,9	251,9	203,3	276,8	330,1	252,6	349,3	246,8	252,6
33	109,8	64,9	69,9	83,6	79,3	80,9	104,4	98,6	112,4	80,3
34	65,8	52,1	32,9	61,5	65	79,7	71,5	66,1	49,4	55,2
	28316,2	28519,7	28065	27809,9	28492,7	28184,8	27893,5	28379,3	28664,1	28341,5
	471,9	475,3	467,8	463,5	474,9	469,7	464,9	473,0	477,7	472,4
	33	33	32	32	36	35	34	35	35	35

Descripción	días						
	24	25	26	27	28	29	30
1	289,3	330,9	277,2	287,9	279,7	324,9	311,8
2	152,8	143,6	144,6	144	145,2	156,1	140,9
3	31,6	35,1	28,1	33	36,2	25,5	36,5
4	49,6	53,5	47,8	54,9	46,3	49,3	49
5	80,3	81,8	84,8	81,1	85,6	85,3	84,4
6	721,7	714,3	714,8	730,5	730,7	722,8	716,4
7	99,9	96,9	96,2	97,1	97,6	95,8	100,2
8	112,9	96	128,9	110,9	120,7	97,9	139,4
9	162,2	166,4	162,8	170,7	165,9	166,6	163,4
10	981,4	996,5	997,4	995	999	994,3	997,3
11	115,5	113,6	102	117,1	102,6	113,1	108,9
12	98,3	95,8	108	81	94,9	100,1	95,1
13	317,9	314,9	316,7	304,7	320,5	309	300,8
14	18850,9	18624,3	18751,4	18638,7	18762,4	18582,5	18831,6
15	98,6	106,8	97,5	100,7	97,2	106,2	104,4
16	84,4	85,2	76	84,5	83,7	82,5	79
17	125,6	101,3	105,1	107,2	129,9	101,8	119,8
18	904,1	985	918,7	1189,5	909,3	960,8	959,8
19	88,7	109,4	110,4	108,8	97,9	81,1	102,1
20	61,2	74,2	67,1	64,6	67,8	74,8	64,3
21	185,3	186,2	266,8	201,9	239,7	183,1	197,3
22	978,3	720,1	832,9	902,1	854,6	831,6	971,9
23	77,5	84,3	74,5	79	79,9	58,2	61
24	49,3	50,9	54	34,4	44,5	44	53,2
25	249,8	222,4	230,5	268,6	229,2	226,8	286,9
26	1302,2	1768,5	1525,4	1898	1483,8	1503	1339,9
27	246,5	236,3	223,4	180,7	170,5	230,8	245,3
28	94,5	65,3	61,7	87,7	60,1	62,7	91,1
29	767,7	771,1	824,8	897,5	1058,5	995,5	1078,5
30	57,9	104,2	104,9	70,7	97,3	109,2	52,4
31	39,6	42,1	40	46,1	42,8	41,2	48,7
32	217,1	263,9	230,6	312,7	258,7	300,2	328,4
33	105,2	68	113,2	96,9	92,4	113,4	94,4
34	43,5	63,3	68,3	59,9	72,2	62,8	44,9
	27841,3	27972,1	27986,5	28638,1	28157,3	27992,9	28399
	464,0	466,2	466,4	477,3	469,3	466,5	473,3
	32	31	33	35	32	32	33

Fuente: elaboración propia

## Anexo 7. Estudio De Tiempo De Actividad Con Mayor Demanda (Después)

Descripción	días		
	1	2	3
1. Recepción de acero SAE 1045 (por barra)	300,8	310,7	306,1
2. Traslado a almacén de Materia Prima (por barra)	100,4	98,1	101,2
3. Almacenaje del acero (por barra)	30,5	30,5	31,3
4. Traslado hacia despacho de Materia Prima	20,6	15,1	11,9
5. traslado a mesa de trabajo	51,9	50,3	50,3
6. corte de la barra de acero SAE 1045	720,7	823,1	721,3
7. inspección de piezas cortadas.	97,82	96,2	99
8. Traslado a cepilladora.	60,5	64,8	55,7
9. sujeción de pieza y acondicionamiento de cepilladora.	168,44	161,1	165,6
10. cepillado de pieza (desbaste)	991,78	986,9	982,1
11. inspección de pieza cepillada.	103,42	118,3	109,9
12. traslado a fresadora universal.	55,3	53,5	51,5
13. sujeción de pieza y acondicionamiento de fresadora.	299,9	313,4	314,9
14. fresado escalonado de pieza.	18683,9	18988,4	18639,7
15. inspección de pieza escalonada.	101,4	106,9	101,2
16. traslado a taladro fresador	10,2	11,2	10,8
17. sujeción de pieza y acondicionamiento de taladro fresador.	110,4	106,2	102,9
18. taladrado de ambos lado a pieza escalonada.	1056,7	877,3	1006,9
19. inspección de pieza escalonada taladrada.	102,1	110,6	90,8
20. traslado a torno paralelo de 1.5 mts	14,1	13,8	14,2
21. sujeción de pieza en dispositivo y acondicionamiento.	210,1	265,5	179,6
22. cilindrado de pieza escalonada por ambos lados.	779,4	834,3	712,2
23. inspección del cilindrado	69,6	84,7	70,6
24. traslado a torno paralelo de 1 mt.	13,9	16,2	15,5
25. sujeción de pieza cilindrada y acondicionamiento.	192,7	240,6	246,3
26. roscado M 8 x 1mm a pieza por ambos lados.	1480,6	2253	1857,3
27. Inspección de roscado.	180,9	164,3	211,5
28. traslado a rectificadora tangencial.	10,5	13,3	12,6
29. rectificando de pieza en ambas caras	797,6	1614,6	755,7
30. inspección de pieza rectificada	50,8	108,1	67,4
31. traslado a mesa de trabajo	22,1	13,6	30,5
32. lubricado, ensamble y empaquetado de producto terminado.	329,1	321,1	227
33. traslado a almacén de productos terminados.	25,1	26	20,6
34. Almacenaje de P.T.	80,7	42	38,1
<b>TIEMPOS TOTALES EN SEGUNDOS</b>	<b>27323,96</b>	<b>29333,7</b>	<b>27412,2</b>
<b>UNIDADES PRODUCIDAS</b>	<b>37</b>	<b>40</b>	<b>38</b>

	días									
descripción	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	333,9	290,1	327,8	278,2	296,7	284,6	301,1	291	287,8	295
2	80,8	87,1	96,5	95,3	84,9	93,5	84,8	99,5	86,5	86,9
3	36	26,7	32,6	26,4	30,1	32,1	31,8	29,4	34,3	27,8
4	13,6	11,9	11,4	16,2	21	14,3	10,8	12	15,7	11,3
5	51,5	50,5	50,5	51,3	50,5	51,7	50,9	51,5	51,3	51,9
6	720,3	714,2	727	718,8	730,6	727,8	720	717,5	729,4	730
7	95,7	96,3	97,9	95,9	98,2	98	99,9	95,6	97,8	97
8	54,7	56,5	50	57,4	57,5	57	63,5	59,2	51,9	54
9	166,7	166,5	164,1	175,4	174,8	164,9	167,6	174,2	167,1	165,6
10	986,6	996,1	997,3	992,8	983,8	989,6	999,8	991,5	982,1	980,7
11	102,7	106,4	106,4	109,8	106,6	110,8	107,4	115,1	100,7	108,2
12	46,2	51,9	54,3	48,4	47,6	43,7	46,1	47,6	51,4	50
13	308,3	305,3	294,9	303,4	290,7	284,1	312,9	310,5	310,1	285,2
14	18672,8	18518,5	18748	18689,5	18674,7	18914,3	18983,5	18901,1	18556,4	18973,8
15	96,1	98,4	103,6	104,5	110,8	98,3	109,7	99,8	103,6	108,7
16	11,5	11,7	11,5	10,2	10,5	11,8	11,2	11,6	11,7	11,8
17	130,1	119,7	112,3	123,2	110,7	119,5	109	121,8	117,2	128,1
18	1199,9	1139,1	1019,5	968,4	906,8	1093,7	1096,7	1050,9	960,6	1184,6
19	88,6	109,9	100,9	90	108,6	107,2	98,5	95,5	105,4	86,3
20	13,9	14,4	14,2	14,3	12,7	13,2	13,9	13,7	13,6	13,3
21	233,2	178,8	209,1	269	229,2	237,3	180,9	177,2	221,1	272,1
22	706,8	802,6	756	854,3	824,4	985,1	970,9	747	977,4	984,1
23	81,4	71,9	76,8	65	73	79	69,3	65,4	80,8	68,5
24	12,9	12,1	14,2	13,8	15,9	15,4	12,2	14	16,1	12,6
25	213,7	263,8	258,4	237,9	290,3	209,6	200,3	226,2	250,3	198,3
26	1528,8	1703,9	1652,3	1523,7	1711,9	1677,2	1628,1	1389,9	1756,9	1563,2
27	228,1	219,9	223,3	162,4	246,1	188	165,3	192,2	239,6	174,5
28	10,9	12,8	18,1	12,4	15,2	19,3	11,7	17	15,8	19,3
29	872,2	1002,4	946,4	865,2	867,5	1069,7	804,2	876,8	900	1023
30	57,7	52,1	77,7	61,3	104,3	99,3	103,2	108,4	57,8	62,4
31	28	14,7	19,8	10	16,7	14,2	14,3	10,4	13,3	27,5
32	284,6	323,3	223,9	329,4	296,5	256,7	207,1	287,9	208,1	345,2
33	24,3	16,7	20,1	16,9	19,4	20	20,1	25,4	21,5	18,9
34	31	72,3	74,2	60,4	70,5	72,8	67,2	46,1	35,1	46,7
	27523,5	27718,5	27691	27451,1	27688,7	28253,7	27873,9	27472,9	27628,4	28266,5
	40	38	40	38	40	40	39	39	40	39

	días									
descripción	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	328,5	326,7	286,3	287	290,8	281,9	313,1	295,7	290,9	313,4
2	101	92	101,3	86	91,8	88,2	92,6	91,7	96,1	94,1
3	33,1	29,8	34,2	28,3	35,6	31,4	27	28,4	34,7	26,7
4	21	18,5	20	15,9	11,1	13,2	16,5	14,7	14,1	13,2
5	51,1	50,1	50,3	51	51	50,1	50	50,1	50	50,6
6	726,4	718,2	712,9	724,7	718,3	712	725	729,9	730,7	721,4
7	96,2	97,6	95,1	95,3	99,6	99,6	97,8	95,1	95,1	99,6
8	52,3	57,5	64,4	50,9	51,3	57,3	61,7	64,7	52,4	53,9
9	172,3	166,8	163,4	168,4	169,9	164,3	171,5	165,6	162,8	173,9
10	991,3	998	999,3	988,2	988	993,1	981,2	987,8	991,3	997,1
11	115,9	102,5	113,2	116,7	115,6	114,6	115,7	114,5	110,7	119,3
12	46,9	44,9	54,9	48,4	50,9	54,6	44,1	43,3	46,6	41,1
13	290,7	285,1	291,7	315,3	310,7	297,4	299,4	281,2	306,8	315,1
14	18674,4	18882,4	18584,5	18586	18830,9	18888,9	18879,3	18824,6	18687,9	18687,6
15	106,7	108,6	100,6	99,9	100,7	105,8	105,3	107	109,6	99
16	10,3	12	10,5	11,5	10,6	10,1	10,8	12	10,5	11,3
17	109,3	128	115,1	112,5	127,7	129,9	103,6	108,1	122	118,5
18	1008,1	1165,6	1035,5	1008,3	1095,3	916,9	1171,1	1051,1	928,5	1013,3
19	84,3	88,6	87,9	91,2	102,3	88,3	100,1	93,9	84,5	100,4
20	13,9	12,9	13	12,5	12,6	13,6	12,5	12,6	15	13,8
21	221,1	279,4	192,4	218,3	194	234,4	184	190,6	238,7	234
22	922,4	935,2	943,4	705,5	709,6	745,1	972,7	1000	901,1	728,8
23	75	59,5	84,8	89,4	84,5	84,1	69,2	75,7	66,7	62,3
24	13,8	14,6	15,7	16,7	15,1	13,2	14,1	15,6	13,7	16,2
25	293,1	277,8	233,6	284	293,3	201,8	246,9	225,9	218,3	247,5
26	1588,2	1849,5	1827,1	1836,6	1447,8	1851	1436,2	1603,1	1439,9	1399,7
27	185,5	169,4	212,4	215,7	206,7	240,4	217	181	171,7	237,3
28	10,2	10,3	16,5	16,1	17,6	17,4	19,6	15,4	15,3	10,8
29	947,6	907	871,1	883,7	956,9	847,7	784	897,7	1006,4	861
30	88,6	60,5	87,5	87	87,6	58,1	106,8	55,2	101,1	86,6
31	28,9	28,2	10,9	30,5	25,7	12,8	25,5	16,4	26	20,3
32	283	223,1	250,1	305,2	307,4	214,4	244,5	201,2	201,3	276,7
33	16,3	22,2	16,3	24,7	25,3	20,4	24,7	19,8	23	18,5
34	46,3	79,4	74,6	40,1	33,5	79,3	44,6	53	32,1	42,8
	27753,7	28301,9	27770,5	27651,5	27669,7	27731,3	27768,1	27722,6	27395,5	27305,8
	38	40	38	39	39	40	40	38	38	37

descripción	días						
	24	25	26	27	28	29	30
1	299,8	308,9	334,8	300,1	321,9	331,5	312,6
2	82,4	100,7	80,7	91,3	90,9	100,2	100,6
3	34,7	31	32,3	33,2	35,3	28,9	26,1
4	11,5	13,8	14,2	19	18,1	12	13,3
5	51,9	51,6	51,6	51,4	50,8	51,6	50,1
6	722	714,8	710,8	728	729,5	721,8	714,1
7	95,5	95,9	100,2	96,1	96,5	100,4	99,9
8	55,4	58,6	56,4	64,1	62,9	62,1	54,4
9	174,2	165,3	162,8	161,5	165,1	172,4	165,9
10	992,2	993,6	982,4	997	991,1	993,9	994,9
11	114	116,5	118,1	120	106,1	118,1	109,8
12	50	49,9	41,7	51,9	55,4	44	53,7
13	312,8	290,7	300,5	285,8	300,6	307,2	300,2
14	18598,7	18840	18583,9	18717,3	18751	18939,6	18575,8
15	107,8	99,2	99,4	100,7	109,4	96,7	106,6
16	11,9	11,1	11,2	12	10,4	11	12
17	117,8	113	108,1	111,4	122,1	107,8	106,4
18	1027,3	952,7	912,1	1034,1	949,1	1041,9	1143,5
19	100,2	109,3	110,6	97,7	104,9	106	84,8
20	13,7	14,8	14,4	14,6	14,6	12,3	12,9
21	242,3	168,8	177,9	280,5	254,4	268,1	201
22	970,3	815	822,4	988,7	770,1	745,7	950,4
23	70,5	64,1	59,8	69,5	65,6	66,1	60
24	14,3	16,4	12,4	13,1	15	14,2	15,1
25	282,7	220,8	246,8	292,6	272,5	266,8	196,5
26	1803,2	1794,2	1553,5	1507,8	1837,1	1703,6	1759,2
27	231,1	178,3	201,4	185,2	221,9	221,3	239,1
28	14,3	10,2	11,1	13,6	12,8	17,6	19,3
29	864	948	1000,7	993,2	1069,3	1084,4	917,4
30	63,4	76,7	98,2	59	54,5	97,6	52,5
31	29,4	11,6	20,6	11,2	26,1	16,5	21,9
32	328,5	265,1	343,5	238,9	331,5	331,7	238,8
33	23,9	21,5	25,4	15,6	25,8	23,6	15,5
34	49,1	57,5	38,1	64,4	65,7	73,1	44,2
	27960,8	27779,6	27438	27820,5	28108	28289,7	27768,5
	40	40	39	37	38	37	39

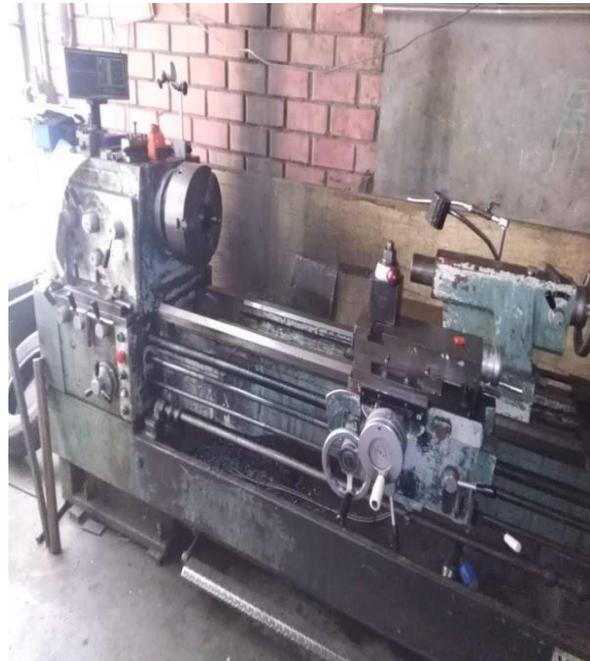
Fuente: elaboración propia

**Anexo 8. Instrumento de medición de la variable independiente**

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN POST-TEST								
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA								
N° DE OBS.	ÁREA	ESPACIO UTILIZADO ACTUAL	ESPACIO UTILIZADO PROPUESTO	$MG = \frac{EUA}{EUP}$	PRODUCTO	DISTANCIA RECORRIDA ACTUAL	DISTANCIA RECORRIDA PROPUESTA	$MDRA = \frac{DRA}{DRP}$
1	Producción	128,6	113,38	1,1	CONECTOR SAE 1045	69,5	76	0,9

## Anexo 9. Fotos Antes Y Después De Las Máquinas

Antes - torno grande



Después - torno grande



Antes - torno mediano



Después - torno mediano



Antes - Torno pequeño



Después - torno pequeño



Antes - fresadora



Después- fresadora



Antes - taladro fresador



Después - taladro fresador



Antes - cepilladora



Después - cepilladora



Antes - rectificadora



Después - rectificadora



Antes - esmeril



Después - esmeril



Antes- Mesa de trabajo



Después - Mesa de trab

