



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“Implementación del sistema Kanban para mejorar la productividad en el área de producción de tapas para radiador modelo tr-27 en la empresa industria Crom S.R.L., Los Olivos, 2017”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR:

Jorge Luis Marquez Cruz (ORCID: 0000-0003-2617-5012)

ASESOR:

Mgtr. Egusquiza Rodríguez, Margarita Jesús (ORCID: 0000-0001-9734-0244)

Malpartida Gutierrez Jorge Nelson (ORCID: 0000-0001-6846-0837)

LINEA DE INVESTIGACION:

GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA - PERÚ

2018

## DEDICATORIA

A mi madre, que día a día me brinda parte de su tiempo para guiarme y ayudarme en todo momento.

A mi padre, que demuestra que con dedicación y perseverancia se puede progresar como persona.

A mi abuelito Teodoro Cruz Cosco, que está en el descanso eterno.

A mis hermanos, primos, primas, tíos, tías y amigos que me brindaron apoyo para poder llevar a cabo mi proyecto de investigación.

## AGRADECIMIENTO

Principalmente a la docente Mgtr. Egusquiza Rodríguez, Margarita por brindarme todo el apoyo, consejos y tiempo para la elaboración de mi desarrollo de proyecto de investigación, basado en sus conocimientos y experiencia como profesional de ingeniería industrial.

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Implementación del sistema kanban para mejorar la productividad en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L., Los Olivos, 2017”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Industrial.

.....

Jorge Luis, Marquez Cruz

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PRESENTACIÓN.....	iv
RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	13
I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Realidad Problemática.....	15
1.2. Trabajos previos.....	23
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	29
1.3.1. Lean Manufacturing.....	29
1.3.1.1. Herramientas.....	35
1.3.2. Sistema Kanban.....	45
1.3.3. Productividad.....	51
1.3.4. Muestreo de aceptación.....	55
1.3.5. Mantenimiento preventivo.....	58
1.4. Formulación del problema.....	59
1.5. Justificación del estudio.....	59
1.6. Hipótesis.....	60
1.7. Objetivos.....	60
II. MÉTODO.....	61
2.1. Tipo y Diseño de investigación.....	62
2.2. Operacionalización de variables.....	63
2.3. Población, muestra y muestreo.....	65
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	66
2.5. Métodos de análisis de datos.....	67
2.6. Aspectos éticos.....	67
2.7. Desarrollo de la propuesta.....	68
2.7.1. Situación actual.....	68
A) Método inadecuado.....	74
B) Productos defectuosos.....	93
C) Inexactitud de inventario.....	98
D) Variación calidad de insumos.....	100
E) Exceso de sobretiempos.....	104
F) Desgaste de matrices.....	106

G)	Toma de tiempos (PRE-TEST) .....	109
H)	Estimación de la productividad (PRE-TEST) .....	112
2.7.2.	Propuesta de mejora .....	118
2.7.3.	Implementación de la propuesta .....	120
2.7.4.	Resultados .....	166
2.7.5.	Análisis Económico Financiero .....	173
3.	RESULTADOS .....	176
3.1.	Análisis descriptivo.....	177
3.2.	Análisis inferencial .....	180
4.	DISCUSIÓN.....	188
5.	CONCLUSIONES .....	190
6.	REFERENCIAS .....	193
	ANEXOS .....	199

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n°1: Producción Mundial de vehículos (millones unidades) 2015 – 2017 .....	15
Tabla n°2: Países a los que Perú exporta autopartes de la línea 8708299000 – 2017.....	18
Tabla n°3: Situación actual de la empresa en los últimos cinco meses del 2017.....	19
Tabla n°4: Matriz Relacional de las causas encontradas .....	21
Tabla n°5: Número de ocurrencias de las causas encontradas.....	21
Tabla n°6: Agrupación de causas encontradas en estratos .....	22
Tabla n°7: Matriz de priorización en base a datos proporcionales por la estratificación.....	23
Tabla n°8: Simbología de Diagrama de Operaciones del Proceso .....	37
Tabla n°9: Símbolos que se usan en el diagrama de flujo .....	39
Tabla n°10: Letras de código para el tamaño de la muestra (MIL STD 105E) .....	57
Tabla n°11: Tabla para inspección normal: Muestreo simple (ML STD 105E).....	58
Tabla n°12: Matriz de operacionalización de variable .....	64
Tabla n°13: Principales competidores de en el producto de Tapa para Radiador.....	68
Tabla n°14: Productos que elabora Industria CROM S.R.L.....	70
Tabla n°16: Tiempos de trabajo y almuerzo en Industria CROM S.R.L.....	72
Tabla n°17: Lista de procesos y productos de la empresa .....	73
Tabla n°18: Ventas promedio de la Tapa para radiador modelo TR-27 .....	73
Tabla n°19: Numero de ocurrencias de las causas encontradas.....	74
Tabla n°20: DAP del accesorio Tapa (T180-L).....	79
Tabla n°21: DAP del accesorio Plato (T230-L) .....	80
Tabla n°22: DAP del accesorio Jebe Tapa (T310-P).....	82
Tabla n°23: DAP del accesorio Asiento (T330-I) .....	83
Tabla n°24: DAP del accesorio Dedal (T550-I) .....	84
Tabla n°25: DAP del accesorio Campana (T640-I).....	85
Tabla n°26: DAP del accesorio Chapa (V145-I) .....	87
Tabla n°28: DAP del accesorio Platillo (V350-I).....	89
Tabla n°29: DAP de las operaciones para la producción de Tapa para radiadores (TR-27).....	90
Tabla n°30: Productos defectuosos en los últimos cinco meses del 2017 .....	93
Tabla n°31: Ficha de registro de los productos defectuosos en el mes de Noviembre .....	94
Tabla n°32: Características que hacen considerar a un producto como defectuoso .....	97
Tabla n°33: Índice de exactitud del inventario en el 2017 .....	98
Tabla n°34: Ficha de cálculo de la exactitud de inventario .....	99
Tabla n°35: Proveedores de Industria CROM S.R.L.....	101
Tabla n°36: Lista de compras a proveedores durante los meses de Setiembre a Diciembre .....	102
Tabla n°38: Ficha de resumen de horas extra en los últimos cinco meses del 2017.....	104
Tabla n° 39: Ficha de registro de horas extra de trabajo por cada día en el mes de noviembre del 2017.....	105
Tabla n°40: Lista de matrices que presentaron desgaste en el 2017 .....	106
Tabla n°41: Frecuencia de las causas que provocan desgaste de matrices .....	107
Tabla n°42: Lista de matrices que fueron afectadas por las causas de desgaste .....	108
Tabla n°43: Registro de toma de tiempos en noviembre del 2017 .....	109

Tabla n°44: Calculo del número de muestras .....	110
Tabla n°45: Calculo del tiempo observado de acuerdo al tamaño de la muestra en el mes de noviembre ....	111
Tabla n°46: Calculo del tiempo estándar del proceso de producción de tapas para radiador (TR-27) .....	111
Tabla n°47: Calculo de la capacidad instalada .....	112
Tabla n°48: Cálculo de las unidades planificadas .....	112
Tabla n°49: Productividad Agosto 2017 (PRE-TEST).....	113
Tabla n°50: Productividad Setiembre 2017 (PRE-TEST) .....	114
Tabla n°51: Productividad Octubre 2017 (PRE-TEST) .....	115
Tabla n°52: Productividad Noviembre 2017 (PRE-TEST) .....	116
Tabla n°42: Productividad Diciembre 2017 (PRE-TEST) .....	117
Tabla n°54: Cronograma de actividades a implementar durante el proyecto .....	119
Tabla n°58: Tiempo estandar de los procesos restantes .....	122
Tabla n°59: Actividades que no agregan valor al proceso de corte .....	122
Tabla n°60: Actividades que no agregan valor al proceso de prensado .....	127
Tabla n°61: Actividades que no agregan valor al proceso de Armado.....	130
Tabla n°62: Actividades que no agregan valor al proceso de remachado de tapa .....	133
Tabla n°63: Actividades que no agregan valor al proceso de remachado de valvula .....	135
Tabla n°64: Actividades que no agregan valor al proceso de cerrado .....	138
Tabla n°64: Actividades que no agregan valor al proceso de encajado.....	140
Tabla n°65: Análisis de flujo del accesorio Tapa .....	143
Tabla n°66: Analisis del flujo de los procesos restantes.....	144
Tabla n°67: Tiempos del mes de mayo del 2018.....	145
Tabla n°68: Tiempos del mes de mayo del 2018.....	145
Tabla n°69: calculo del tiempo promedio observado .....	146
Tabla n°70: Tiempo estandar del proceso POST-TEST.....	146
Tabla n°71: Calculo de la capacidad instalada POST-TEST.....	146
Tabla n°65: DAP de las operaciones restantes mejorado .....	148
Tabla n°66: Lista de proveedores opcionales por cada insumo .....	149
Tabla n°67: Clasificación de los insumos para la producción de tapas para radiador .....	150
Tabla n°68: Letras código del tamaños de muestra .....	151
Tabla n°69: Asignación de letra a insumos del sector secundario.....	154
Tabla n°70: Asignación de letra a insumos del sector terciario.....	154
Tabla n°71: Plan de muestreo simple para la inspección normal .....	155
Tabla n°72: Ac y Re por cada nivel de AQL en los insumos del sector secundario.....	156
Tabla n°73: Ac y Re por cada nivel de AQL en los insumos del sector terciario.....	156
Tabla n°74: Relación de accesorios con sus respectivas matrices .....	157
Tabla n°75: Los tipos de matrices que se usan para el proceso .....	157
Tabla n°76: Detalle de los insumos que se procesan en las matrices .....	158
Tabla n°77: Fuerza necesaria de las operaciones del tipo de matriz.....	159
Tabla n°78: Ubicación de las matrices en el área de producción .....	160
Tabla n°79: Prensa excéntrica y Matriz con sus respectivas partes .....	161

Tabla n°80: Herramientas necesarias para instalar una matriz .....	161
Tabla n°81: Medidas para instalar las matrices en sus prensas asignadas .....	162
Tabla n°82: Formato de control de las piezas producidas en el mes de marzo.....	163
Tabla n°83: Unidades producidas en el mes de marzo .....	163
Tabla n°84: Cronograma de las matrices para realizar el mantenimiento respectivo .....	164
Tabla n°85: Límite de cortes de los diferentes tipos de matrices .....	166
Tabla n°86: Analisis de flujo del proceso del accesorio Tapa (T180-L) .....	167
Tabla n°87: Analisis del flujo de proceso de las operaciones restantes.....	168
Tabla n°88: Registro de exactitud de inventario POST-TEST .....	169
Tabla n°89: Indice de exactitud de inventario POS TEST .....	169
Tabla n°90: Resumen productos defectuosos .....	169
Tabla n°91: Productividad POS TEST mayo .....	170
Tabla n°92: Costo de insumos.....	171
Tabla n°93: Costo de accesorio transformado por la empresa PRE-TEST.....	171
Tabla n°94: Costo unitario por proceso.....	172
Tabla n°95: costo de los accesorios POS TEST .....	172
Tabla n°96:costo de oepaciones por unidad.....	173
Tabla n°97: Gastos en recursos para la implementación del sistema kanban .....	173
Tabla n°98: Horas hombre para la implementación del sistema kanban .....	174
Tabla n°99: Inversión total realizada.....	174
Tabla n°100: Analisis costo beneficio .....	175
Tabla n°101: Productividad Antes y Después .....	177
Tabla n°102: Eficacia Antes y Despues .....	178
Tabla n°103: Eficiencia Antes y Despues .....	179
Tabla n°104: Pruebas de normalidad_PRODUCTIVIDAD .....	180
Tabla n°105: Criterio de selección del estadígrafo-PRODUCTIVIDAD.....	181
Tabla n°106: Resultados del analisis de wilcoxon-PRODUCTIVIDAD.....	181
Tabla n°107: análisis de la significancia de los resultados de wilcoxon-PRODUCTIVIDAD .....	182
Tabla n°108: Pruebas de normalidad-EFICACIA .....	183
Tabla n°109: Criterio de Selección del Estadígrafo-EFICACIA.....	183
Tabla n°110: Resultados del análisis de T-Student-EFICACIA.....	184
Tabla n°111: Análisis de la significancia de los resultados de T-Student- EFICACIA.....	184
Tabla n°112: Pruebas de normalidad-EFICIENCIA .....	185
Tabla n°113: Criterio de Selección del Estadígrafo-EFICIENCIA .....	186
Tabla n°114: Resultados del análisis de Wilcoxon-EFICIENCIA .....	186
Tabla n°115: Análisis de la significancia de los resultados de Wilcoxon-EFICIENCIA .....	187

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n°1: Adaptación actualizada de la casa Toyota .....	31
Figura n°2: Ejemplo de un DOP .....	38
Figura n°3: Diagrama de proceso de flujo o cursograma analítico de material .....	39
Figura n°4: Diagrama de recorrido de actividades .....	40
Figura n°8: Esquema del Sistema Kanban .....	45
Figura n°9: Tipos de tarjeta Kanban.....	46
Figura n°10: Modelo de una tarjeta kanban.....	47
Figura n°13: Productividad, eficiencia y eficacia.....	52
Figura n°14: Factores de productividad de la empresa.....	53
Figura n°15: Organigrama de Industria CROM S.R.L. ....	69
Figura n°15: Diagrama de operaciones para la producción de Tapa para radiador modelo TR-27 .....	78

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen n°1: Web Industria CROM S.R.L.....	19
Imagen n°2: Cronometro Q&Q HS45 .....	67
Imagen n°3: Sub áreas del área de Producción de la empresa Industria CROM S.R.L. ....	71
Imagen n°4: Plato (T230-I) .....	81
Imagen n°4: Jebe tapa (T310-P).....	83
Imagen n°5: Asiento (T430-I) .....	84
Imagen n°6: Dedal (T550-I).....	85
Imagen n°6: Campana (T640-I).....	86
Imagen n°7: Chapa (V145-I).....	87
Imagen n°8: Jebe válvula (V215-N).....	89
Imagen n°9: Platillo (V350-I).....	90
Imagen n°10: Logo de los principales proveedores de Industria CROM S.R.L. ....	101
Imagen n°11: Desarmando una matriz .....	165
Imagen n°12: Matriz desarmada – punzón y placa matriz.....	165
Imagen n°13: Matriz Plato (T245-I).....	166

## **RESUMEN**

La presente investigación “Implementación del sistema kanban para mejorar la productividad en el área de producción de Tapas para Radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM SRL. 2017”, tiene como objetivo general en como la implementación del sistema kanban mejora la productividad en el área de producción de Tapas para Radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM SRL. 2017.

El diseño de la investigación es cuasi-experimental de tipo aplicada, debido a que busca confrontar la parte teórica con la realidad. La población estuvo conformada por la producción de los productos de tapas para radiador modelo TR-27, teniendo 25 días laborables en el mes. El mes de Abril se realizó la implementación de la propuesta realizando una nueva medición en el mes de noviembre del 2017. Los datos se obtuvieron utilizando la técnica de la observación mediante herramientas como el tablero de observación y el cronometro. En los análisis de datos se utilizó programas como el Microsoft Excel y el SPSS V. 23, de manera descriptiva e inferencial.

Según los datos ingresados al SPSS V. 23, se obtuvo como resultado que la significancia es igual a 0.00 en los análisis realizados a los indicadores de productividad, eficiencia y eficacia antes y después de la implementación, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador al ser menor a 0.05. Además, gracias al análisis descriptivo realizado en el Microsoft Excel la productividad incremento de 56.40% a 68.20%, con respecto a lo que es la eficiencia de 84.50% a 92.60% y en la eficacia de 67.50% a 73.50%.

## **ABSTRACT**

The present investigation "Implementation of the financial system to improve the productivity in the area of production of Radiator Covers model TR-27 in the company Industria CROM SRL 2017", has as general objective in how the implementation of the Kanban system improve productivity in the production area of Radiator Covers model TR-27 in the company Industria CROM SRL. 2017

The design of the research is quasi-experimental of applied type, because it seeks to confront the part with reality. The population was conformed by the production of radiator cap products model TR-27, having 25 working days in the month. In April, the implementation of the new implementation was carried out in a new measurement in the month of November 2017. The data was obtained using the technique of observation using tools such as the observation board and the chronometer. In data analysis, programs such as Microsoft Excel and SPSS V. 23 are used in a descriptive and inferential manner.

According to the data entered into the SPSS V. 23, it was obtained that the significance is equal to 0.00 in the analysis made to the indicators of productivity, efficiency and effectiveness before and after the implementation, therefore, the null hypothesis and the hypothesis of the researcher is accepted to be less than 0.05. In addition, thanks to the descriptive analysis conducted in Microsoft Excel productivity increases from 56.40% to 68.20%, with respect to what is the efficiency of 84.50% to 92.60% and efficiency of 67.50% to 73.50%.

## **I. INTRODUCCIÓN**

## 1.1. Realidad Problemática

En estas últimas décadas a nivel mundial la población de vehículos motorizados se han elevado en grandes porcentajes, principalmente en países que están por buen camino de desarrollo, esto se asocia a diversos factores como el aumento del poder adquisitivo de las clases socioeconómicas, el fácil acceso al crédito vehicular, precios accesibles y la oferta de vehículos usados. En el año 2017 la producción mundial de vehículos registro un crecimiento de 1.8% respecto al año 2016.

El sector automotor ha experimentado un desarrollo considerable en las economías emergentes de mayor tamaño como República de Corea, Polonia y México. La política industrial en estos países ha desempeñado un papel clave y determinante para definir las dimensiones y la orientación del sector.

**Tabla n°1: Producción Mundial de vehículos (millones unidades) 2015 – 2017**

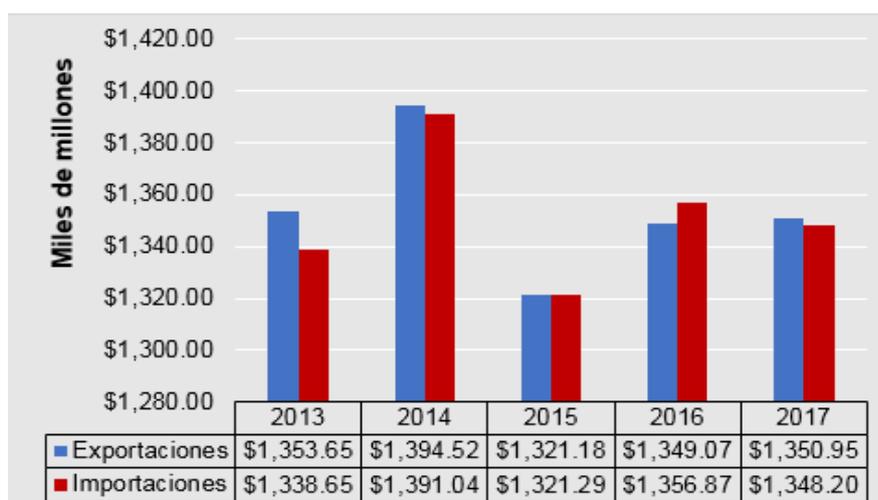
Ranking 2017	País	2015	2016	2017	Variación		Participación
					%	absoluta	
1	China 	24.5	28.1	29.0	3.2%	0.90	29.8%
2	Estados Unidos 	12.1	12.2	11.2	-8.3%	-1.01	11.5%
3	Japón 	9.3	9.2	9.7	5.3%	0.49	10.0%
4	Alemania 	6.0	6.1	5.6	-6.9%	-0.42	5.8%
5	India 	4.1	4.5	4.8	6.5%	0.29	4.9%
6	Corea del Sur 	4.6	4.2	4.1	-2.7%	-0.11	4.2%
7	México 	3.6	3.6	4.1	13.1%	0.47	4.2%
8	España 	2.7	2.9	2.8	-1.3%	-0.04	2.9%
9	Brasil 	2.4	2.2	2.7	25.2%	0.54	2.8%
10	Francia 	2.0	2.1	2.2	7.0%	0.15	2.3%
Otros países		20.2	20.5	21.0	2.3%	0.47	21.6%
Producción mundial		91.4	95.6	97.3	1.8%	1.73	100.0%

Fuente: AMIA

La tabla n°1, muestra a los diez primeros países productores de vehículos a nivel mundial asimismo que representan el 78.4% de la producción mundial de vehículos. Además se observa la participación del mercado Asiático con 44% (China, Japón, Corea del Sur), mercado Americano con 18.5% (Estados Unidos, México, Brasil), mercado Europeo con 11% (Alemania, España, Francia) y el mercado Africano con 4.9% (India). En el 2017 los países de China, EE.UU y Japón representaron el 50.1% de la producción a nivel mundial.

En un informe realizado por AMIA (Asociación Mexicana de la Industria Automotriz) en el 2017, resalta la participación de México que por cuarto año consecutivo se encuentra dentro del top 10 de la producción mundial de vehículos superando a España, Brasil y Francia. Así mismo que en América Latina ocupa el primer puesto en el sector.

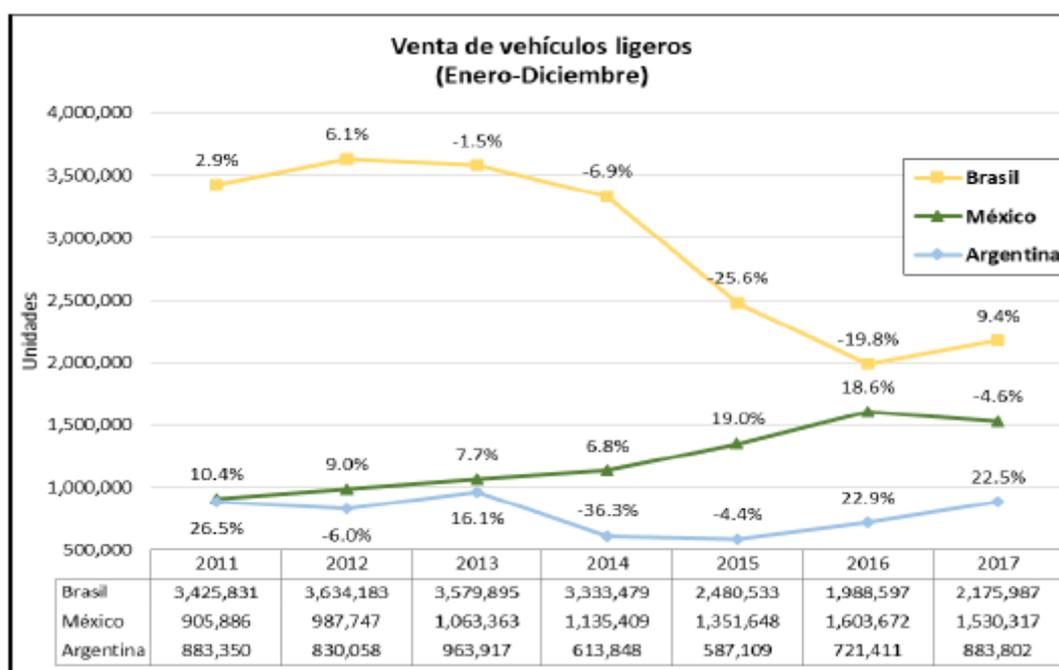
**Gráfico n°1: Monto de Exportaciones e Importaciones de autopartes en el mundo 2013-2017**



Fuente: TRADE MAP

En el gráfico n°1, se observa el resumen de los montos generados desde el año 2013 hasta el año 2017 en dólares americanos respecto al sector de autopartes. En el año 2017 las importaciones fueron menores que las exportaciones la diferencia de \$ 2.75 (miles de millones).

**Gráfico n°2: Venta de vehículos ligeros de los países Brasil, México y Argentina (2011-2017)**



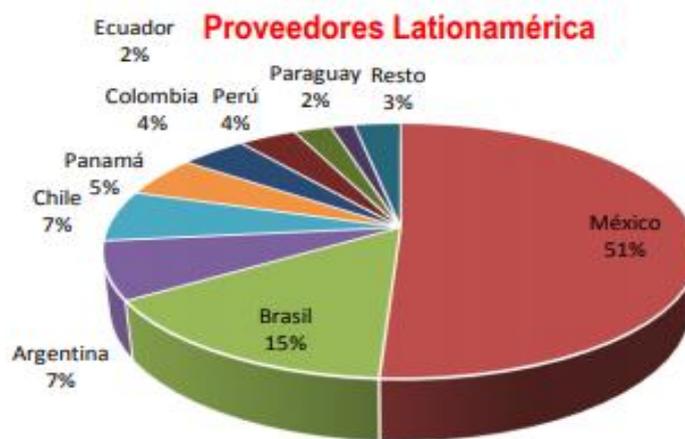
Fuente: AMIA

El gráfico n°2, muestra a los tres países que lideran en Latinoamérica en venta de vehículos. Brasil y Argentina muestran recuperación en el año 2017 respecto a los años anteriores de haber sufrido caídas. Según AMIA (2017) Brasil registra una variación de incremento de

9.4% respecto al año 2016, pero aún está lejos de su record del 2012. Por otro lado Argentina muestra un crecimiento de 22.5% en el 2017 y México registra en 2017 una contracción de 4.6% respecto al 2016, año en el que alcanzó su record de ventas.

En América latina se encuentran plantas de ensamblaje automotriz de reconocidas marcas como Mazda, Chevrolet, Toyota, Nissan, Ford, FIAT, Mitsubishi, Volkswagen, Honda y Renault. Todas ellas hechas en Estados Unidos, México, Canadá, Brasil y Argentina, los mencionados países son los principales en este rubro.

**Gráfico n°3: Países proveedores de autopartes en Latinoamérica - 2017**



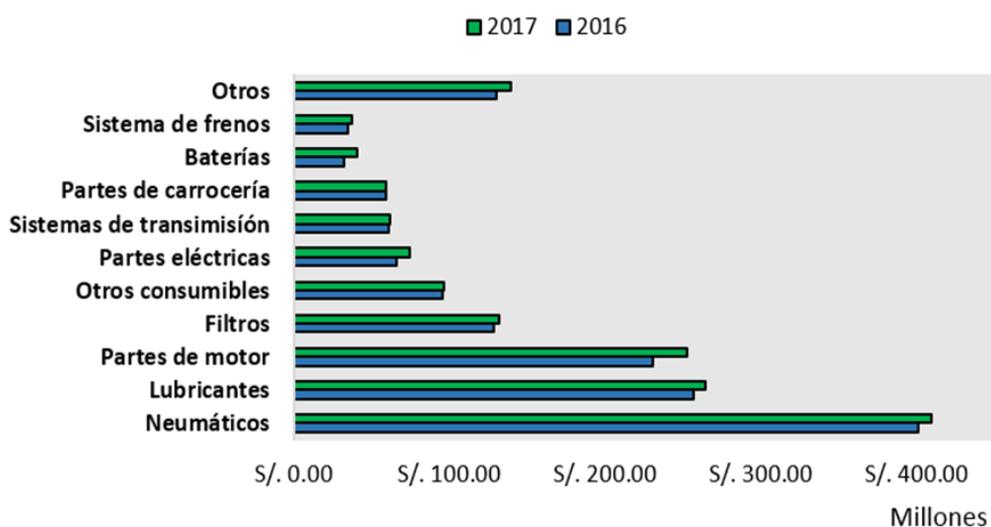
**Fuente: Promperú**

El gráfico n°3, representa el mercado de autopartes latinoamericano en el cual México resalta su participación con un 51% acaparando así la mitad del mercado, seguido por dos países que son líderes en Sudamérica que son Brasil con 15% y Argentina con 7%.

En un informe de Promperú del 2017 resalta que el Perú ocupó el puesto 52 en el ranking mundial de exportadores de autopartes pero el séptimo puesto en Latinoamérica con 4% al igual que Colombia superando así a Ecuador, Uruguay, Paraguay y Bolivia.

Perú al formar parte del Acuerdo de Asociación Transpacífico (TPP por la sigla en inglés) como México y Chile, lo cual busca mejorar los índices de exportaciones de los países que lo conforman. Este acuerdo es una oportunidad para el Perú podrá tener más participación en el mercado si decide invertir en tecnología e investigación para brindar productos de calidad a los países clientes. Al brindar productos dentro de los estándares seríamos una opción de las marcas de autos para que instalen sus plantas de ensamblaje por ende el mercado peruano de autopartes se elevaría generando puestos de trabajo.

Gráfico n°4: Estadística de las importaciones de suministros 2017



Fuente: AAP

El gráfico n°4 que fue consultado de la AAP (Asociación Automotriz del Perú) nos muestra el comportamiento de las importaciones de los suministros de autopartes en el periodo 2016-2017, las barras de “partes eléctricas” y “otros”, son las áreas que afecta a las ventas de Industria CROM S.R. L.

Tabla n°2: Países a los que Perú exporta autopartes de la línea 8708299000 – 2017

#	Código País	País	Peso Neto Kg.	Valor FOB USD.
1	EC	Ecuador	2,274.68	52,930.53
2	GY	Guyana	1,183.72	30,651.96
3	US	Estados Unidos	1,094.45	22,857.31
4	CL	Chile	1,572.94	20,523.79
5	SR	Surinam	509.23	17,291.63
6	BO	Bolivia	270.67	7,904.69
7	BE	Bélgica	375.07	3,507.90
8	CU	Cuba	354.24	2,831.61
9	CO	Colombia	75.69	936.22
10	DE	Alemania	67.85	827.07
11	PY	Paraguay	117.11	613.74
12	MX	México	20.58	466.13
13	ZA	Sudáfrica	30.40	422.18
14	GB	Reino Unido	3.25	296.03
15	BR	Brasil	19.11	168.38
16	AW	Aruba	43.74	144.00
17	JP	Japón	84.00	140.00
18	AR	Argentina	0.64	13.36
19	UY	Uruguay	0.45	11.01
TOTAL LISTADO			8,097.820	162,537.54
			<b>Peso Neto Kg.</b>	<b>Valor FOB USD.</b>
Total período: Año 2017 Mes: Todo el año			8,097.800	162,537.54
Total de la Consulta			8,097.800	162,537.54
Contribución : Total listado / Total período * 100			100.0000%	100.0000%

Fuente: Promperú

La tabla n°2, nos muestra a los países que compran autopartes de la línea (8708299000 - Partes y accesorios de carrocería) el principal cliente es Ecuador generando así ventas por \$ 52930.53 que es equivalente al 32.57% de las ventas en ese año. Asimismo Perú es proveedor de autopartes a países que son líderes en el rubro a continuación se redacta cada país y el porcentaje de ventas respectivos al año 2017: Estados Unidos adquiere un total de 14.06% mientras tanto Alemania, México, Brasil, Japón y Argentina suman el 1% de las ventas.

**Imagen n°1: Web Industria CROM S.R.L.**



**Fuente: Página web de Industria CROM S.R.L.**

La empresa objeto de estudio de razón social Industria CROM S.R.L., se formó en el año 2008 con la finalidad de ofrecer un producto nacional debido a los numerosos productos importados que habían cubierto el mercado peruano de autopartes. Entre sus productos a ofrecer son las tapas para radiador en sistema abierto y sistema cerrado cuyos modelos son los de TR-27, TR-41 Y TR-14 en las medidas de 0.4 bar, 0.9 bar y 1.1 bar. Tapa para tanque de combustible, terminales para batería de bronce, boquillas de bronce para los radiadores. Sin embargo, esta empresa presenta problemas que están causando que su productividad no sea la adecuada. Luego de presenciar el panorama actual se obtuvieron los datos históricos de los últimos cinco meses del año 2017 de la empresa Industria CROM S.R.L.

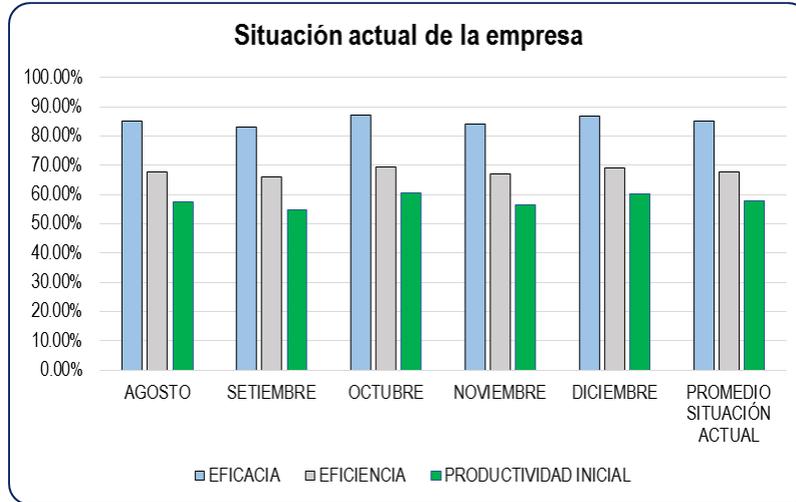
**Tabla n°3: Situación actual de la empresa en los últimos cinco meses del 2017**

	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO SITUACIÓN ACTUAL
<b>EFICACIA</b>	84.95%	82.98%	87.26%	84.11%	86.85%	<b>85.23%</b>
<b>EFICIENCIA</b>	67.65%	66.08%	69.49%	67.00%	69.15%	<b>67.87%</b>
<b>PRODUCTIVIDAD INICIAL</b>	57.47%	54.83%	60.64%	56.35%	60.06%	<b>57.85%</b>

**Fuente: Elaboración propia**

La tabla n°3 nos muestra el promedio de la eficacia es 84.86%, eficiencia de 66.49% y productividad inicial 56.42 % de la situación actual de la empresa. En el desarrollo de la investigación se tiene como prioridad elevar estos números es decir mejorar la productividad.

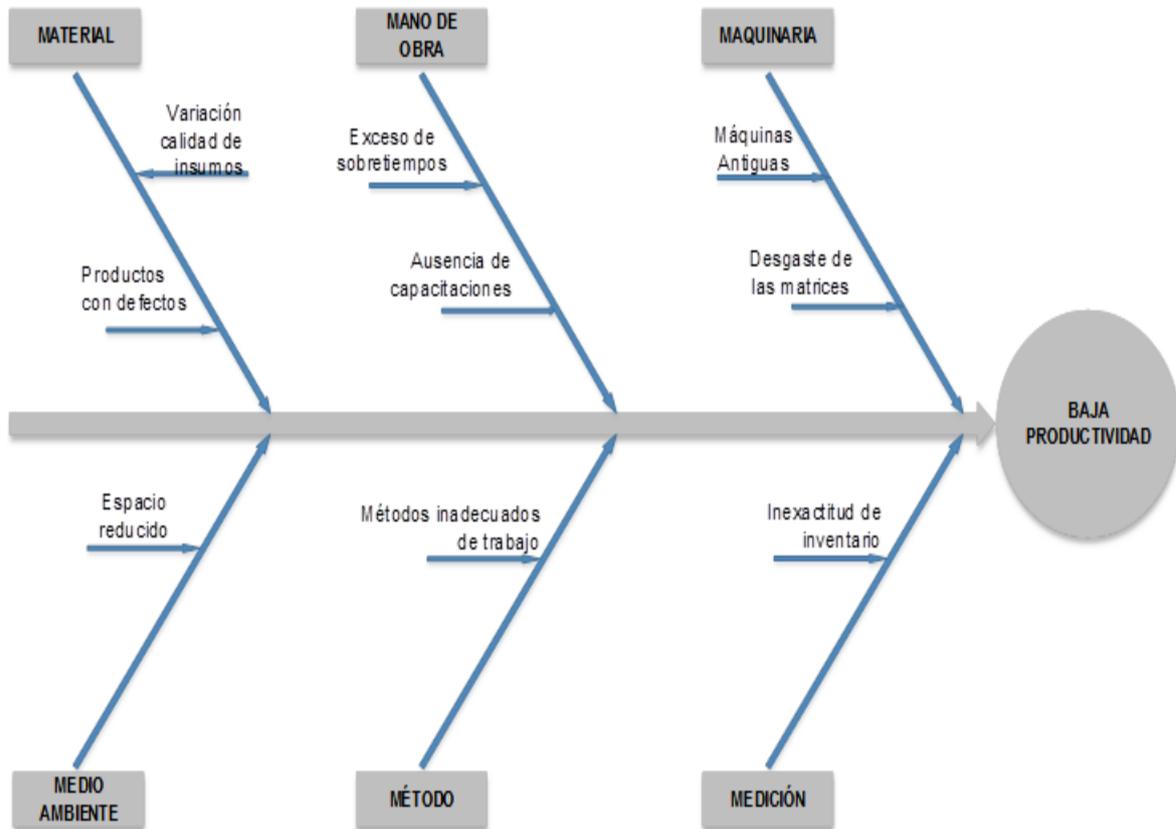
**Gráfico n°5: Situación actual de la empresa en los últimos 5 meses**



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico n°5, el mes con mayor productividad corresponde a Noviembre con 53.96%.

**Gráfico n°6: Diagrama de Ishikawa de la empresa Industria CROM S.R.L.**



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico n°6, a través de la técnica de las 6M's se muestran los problemas que presenta la empresa Industria CROM S.R.L. las cuales pueden ser las causantes de la baja productividad en la organización.

Para obtener un mejor análisis de la importancia de estos problemas, los cuantificamos mediante otra técnica llamada Pareto, la cual necesita datos gracias a una matriz relacional. Según la tabla n°4.

**Tabla n°4: Matriz Relacional de las causas encontradas**

		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	FRECUENCIA
<b>C1</b>	Productos con defectos		0	1	1	0	1	0	1	0	4
<b>C2</b>	Variación calidad de insumos	1		1	0	0	1	0	0	0	3
<b>C3</b>	Exceso de sobretiempos	1	0		0	0	1	0	1	0	3
<b>C4</b>	Ausencia de capacitaciones	1	0	0		0	1	0	0	0	2
<b>C5</b>	Maquinas antiguas	0	0	0	0		0	1	1	0	2
<b>C6</b>	Desgaste de matrices	1	0	1	0	0		0	1	0	3
<b>C7</b>	Espacio reducido	0	0	0	0	1	0		1	0	2
<b>C8</b>	Metodos inadecuados de trabajo	1	0	1	1	0	1	1		0	5
<b>C9</b>	Inexactitud de inventario	1	0	1	1	0	0	1	0		4
											<b>28</b>

Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestra el análisis Pareto en la Tabla n°5.

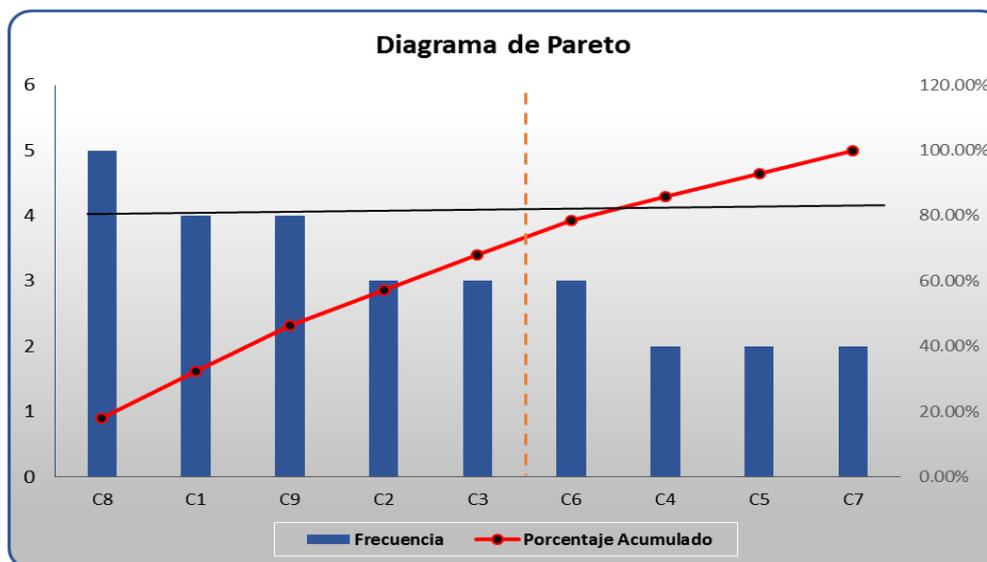
**Tabla n°5: Número de ocurrencias de las causas encontradas**

CAUSAS		FRECUENCIA	%TOTAL	% ACUMULADO
<b>C8</b>	<b>Metodos inadecuados de trabajo</b>	5	18%	18%
<b>C1</b>	<b>Productos con defectos</b>	4	14%	32%
<b>C9</b>	<b>Inexactitud de inventario</b>	4	14%	46%
<b>C2</b>	<b>Variación calidad de insumos</b>	3	11%	57%
<b>C3</b>	<b>Exceso de sobretiempos</b>	3	11%	68%
<b>C6</b>	<b>Desgaste de matrices</b>	3	11%	79%
<b>C4</b>	<b>Ausencia de capacitaciones</b>	2	7%	86%
<b>C5</b>	<b>Maquinas antiguas</b>	2	7%	93%
<b>C7</b>	<b>Espacio reducido</b>	2	7%	100%
<b>TOTAL</b>		<b>28</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla n°5, la mayor cantidad de problemas de la empresa se debe a los métodos inadecuados de trabajo ha obtenido un resultado de (18%), así como productos con defectos (14%), inexactitud de inventario (14%), variación calidad de insumos (11%), exceso de sobretiempos (11%) y el desgaste de matrices (11%); Los cuales son los que más afectan a la baja productividad de la empresa.

**Gráfico n°7: Diagrama de Pareto de las causas encontradas**



**Fuente: Elaboración propia**

Luego se procedió a agrupar las causas en cuatro estratos: gestión, calidad, proceso y mantenimiento. Asignándole así sus frecuencias respectivas para poder realizar la estratificación de las causas como se muestran en la Tabla n°6.

**Tabla n°6: Agrupación de causas encontradas en estratos**

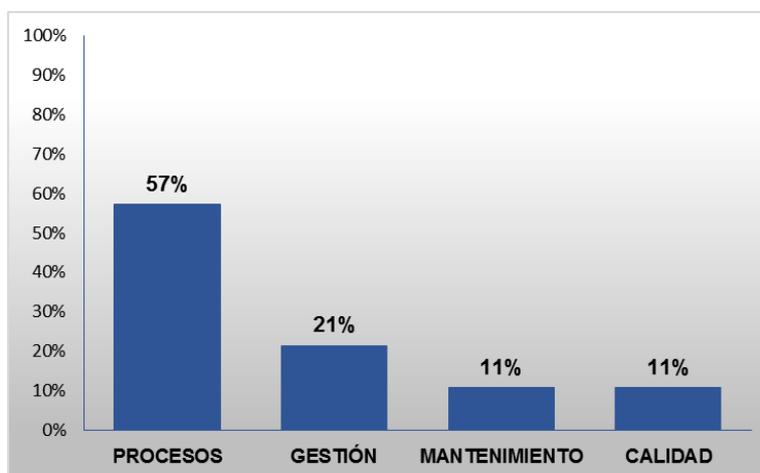
Área	Causa	Descripción	Frecuencia	Total	Total
<b>PROCESOS</b>	C8	Metodos inadecuados de trabajo	5	16	57%
	C1	Productos con defectos	4		
	C9	Inexactitud de inventario	4		
	C3	Exceso de sobretiempos	3		
<b>GESTIÓN</b>	C4	Ausencia de capacitaciones	2	6	21%
	C7	Espacio reducido	2		
	C5	Maquinas antiguas	2		
<b>MANTENIMIENTO</b>	C6	Desgaste de matrices	3	3	11%
<b>CALIDAD</b>	C2	Variacion calidad de insumos	3	3	11%

**Fuente: Elaboración propia**

En la tabla n°6, se observa que las causas están agrupadas correspondientemente al área donde ocurren por consiguiente los métodos inadecuados de trabajo, productos defectuosos, inexactitud de inventario y exceso de sobretiempos están dentro del área de Procesos acumulando el 57% del total de las causas. Sin embargo las causas de ausencias de capacitaciones, espacio reducido y maquinas antiguas están dentro del área de Gestión obteniendo un acumulado de 21% del total de causas. Asimismo la causa de desgaste de

matrices con 11% y variación de calidad de insumos con 11% están dentro de las áreas de Mantenimiento y Calidad.

**Gráfico N°9: Estratificación de las causas**



**Fuente: Elaboración propia**

Finalmente, se realizó un análisis de criticidad con la matriz de priorización para determinar cuál de los dos estratos (procesos y gestión) debe priorizarse.

**Tabla n°7: Matriz de priorización en base a datos proporcionales por la estratificación**

Consolidado de problemas por área	Materia Prima	Mano de Obra	Maquinaria	Medio Ambiente	Método	Medición	Nivel de criticidad	Tasa porcentual de problemas	Total de problemas	Impacto	Calificación	Prioridad
Procesos	1	1			1	1	Alto	44%	4	5	20	1
Gestión		1	1	1			Medio	33%	3	4	12	2
Mantenimiento			1				Bajo	11%	1	2	2	3
Calidad	1						Bajo	11%	1	2	2	4
<b>Total Problemas</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>100%</b>	<b>9</b>			

**Fuente: Elaboración propia**

En la tabla n°7, se muestra los resultados del análisis, siendo el estrato de procesos el que ha obtenido la calificación más alta con 20 seguido por gestión con 12.

## 1.2. Trabajos previos

### 1.2.1. Internacionales

CHÁVEZ Pino, Christian. Propuesta de implementación de la herramienta de manufactura esbelta kanban en la línea de ensamblaje de baldes para la empresa ensambladora de vehículos Maresa. Tesis (Ingeniero en Diseño Industrial). Quito: Universidad Central del Ecuador. 2015. 261pp.

En la tesis presente, tiene como objetivo general reducir el nivel de inventario, defectos y mantener un control de lotes en la línea de ensamblaje de baldes a través del método lean manufacturing kanban sosteniéndose así de otros objetivos como: determinar la causa de sobre stock de baldes en la línea de ensamblaje, determinar la causa de mezcla de lotes que ocurre en la línea de ensamble, así como mantener un inventario apropiado para evitar daños a productos que se encuentran en espera, garantizar la entrega oportuna de baldes al área de vestidura evitando pérdidas de producción por el desabastecimiento de vehículos hacia la línea de pre entrega, generar un estudio de levantamiento de tiempos al igual que los procesos con la ayuda de las herramientas como VSM y Kanban.

En la presente tesis se llegó a las siguientes conclusiones, que mediante la utilización del VSM se lograron identificar los excesos de MOD en diferentes estaciones de trabajo enfocándose en la reducción de los tiempos que agregan valor al proceso de 10.55 min a 10.03 min y los que no agregan valor de 28.24 min a 11.04 min además la implementación del kanban permitió reducir la gama de baldes armados por colores innecesarios en el área de vestidura, el trabajo de investigación permitió obtener un ahorro de MOD de \$ 72 468.00.

OBANDO, Sebastián y OTERO, Andrés. Propuesta integral de mejora de la productividad a partir de un análisis sistemático en una empresa manufacturera de calzado en Cali. Tesis (Ingeniero Industrial). Cali: Pontificia Universidad Javeriana Cali. 2017. 158 pp.

La presente tesis tiene como objetivo general diseñar un plan de mejora para incrementar la productividad del sistema de producción en la empresa Vivaldi mediante un análisis sistemático. Así mismo en la investigación se desarrollara un sistema de producción para conocer el proceso de fabricación, el uso de recursos y analizar la situación actual de la productividad utilizando un modelo de simulación.

En la presente tesis se llegó a las siguientes conclusiones, se logró entender muy bien el proceso de manufactura del producto, al elaborar el modelo de simulación se logró entender el comportamiento del sistema a aquellas personas menos interesadas con el cambio así como conocer las unidades del inventario. El incremento de la productividad fue de 16% teniendo claro que los pares producidos por semana eran de 257 y ahora es de 295, así mismo con el tiempo de flujo que antes era de 7535 minutos y ahora es de 5159 minutos por lo tanto se tuvo un mejora de 42%.

GARCIA Monterroso, Cesar. Diseño del sistema kanban para la administración de inventarios, en la industria de productos de consumo masivo para el ciudad del hogar (jabón) en Guatemala. Tesis (Maestría en Administración Financiera). Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala. 2014. 88 pp.

En la presente tesis se tiene como objetivo de solución diseñar el sistema kanban para una mejor administración de los inventarios en la empresa que se dedica a la fabricación de jabón. Determinar la cantidad optima de existencias de materia prima para la elaboración de jabón, estimar la producción optima de jabón para cubrir la demanda y determinar la cantidad mínima de producción para optimizar los costos de producción y comprobar la eficiencia del sistema kanban en la administración de inventarios.

En la presente tesis se llegó a las siguientes conclusiones, Se determinó la cantidad mínima de producción la que permite optimizar costos es de 316 942 cajas anuales, la determinación de la cantidad optima de materia prima reduce los costos de materia prima en 884.8 miles equivalente al 48% del costo prima asimismo la producción optima de 2 642 cajas de jabón mensual optimizando así el almacenaje y rotación del producto terminado logrando un ahorro de 12% por caja producida. Respecto a la eficiencia del sistema kanban ayuda a mejorar los tiempos en las actividades de control de calidad, tiempos de producción, entregas y recepción de materiales.

LOPEZ Aguirre, Juan. Incremento de productividad en COPAMEX CORRUGADOS MEXICO S.A. DE C.V. utilizando en la manufactura esbelta. Tesis (Magister en Ingeniería Industrial). México: Instituto Politécnico Nacional. 2017. 106 pp.

En la presente tesis se tiene como objetivo incrementar la productividad que va influir en los costos de producción reduciendo los desperdicios del material, mejorar y estandarizar los procesos de producción todo a base de la manufactura esbelta. Presentar y establecer indicadores en los procesos que acumulan al mayor porcentaje del tiempo de producción.

En la tesis presente se llegaron a las siguientes conclusiones, con la implementación de las 5's en la cual ayudo a reducir la disminución de desperdicios en los procesos de producción. Se obtuvo un incremento de productividad del 1.08% comparando con la situación anterior de la empresa. Por lo tanto como conclusión del objetivo general se conoce el incremento de la productividad arrojó un ahorro económico de \$ 3 269 307.41 al año.

MARQUEZ Orozco, Saúl. Propuesta de mejora de la productividad del trabajo en el taller de mecanizado de la empresa Poligrup S.A. Tesis (Ingeniero Industrial). Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana., 2016. 68 pp.

En la presente tesis se busca analizar cuáles son los factores existentes que inciden en la productividad de la empresa Poligrup S.A.; Para el desarrollo de la investigación se comenzó por realizar el diagrama de Ishikawa para analizar bien las causas encontradas, el estudio de tiempos-movimientos, análisis de los procesos y métodos de trabajo. Así mismo medir la efectividad de la propuesta en la empresa comparando los resultados de productividad actual con la anterior.

En la presente tesis se llegó a las siguientes conclusiones, con la ayuda del diagrama Ishikawa se reconoció a los factores más importantes que provocan la baja productividad los cuales fueron: mano de obra y métodos de producción. En cada proceso de la línea se implementó una hoja de registro la cual detalla los movimientos de trabajo y tiempos de cada pieza transformada. Respecto a la productividad inicial fue de 24% comparándola con la productividad propuesta fue de 28% es decir que se tuvo un aumento de 4% por consiguiente esto también afectó al costo de mano de obra reduciéndolo de \$610.08 a \$523.48 que en porcentaje equivale a una disminución del 14%.

### **1.2.2. Nacionales**

ADAUTO Aguilar, Yessenia. Análisis y rediseño del método de trabajo para el incremento de la productividad en el proceso de mantenimiento de pallets de una planta industrial. Tesis (Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2015. 169 pp.

La presente tesis presenta un objetivo general de incrementar la productividad en el proceso mantenimiento de pallets a través del análisis y rediseño de trabajo. La importancia de este trabajo radica en contribuir a la gestión de pallets en la empresa Gloria SA a través del estudio, rediseño en sus procesos y métodos de trabajos actuales para alcanzar los objetivos planteados. Utilizo un tipo de investigación aplicada de nivel descriptivo.

La presente tesis llegó a la siguiente conclusión, el análisis y rediseño de los procesos aumento la productividad de mantenimiento de los pallets del Tipo I en 227% es decir de 88 a 288 pallets por turno, y los del tipo II en 130% es decir de 88 a 202 pallets por turno, con un monto de inversión de S/. 11,673.50. Así mismo se logra una reducción de la distancia

recorrida del proceso de 506m a 388 m. De las hipótesis se concluye la evidencia estadística para firmar que el análisis y rediseño de métodos de trabajo permiten incrementar la productividad del proceso mantenimiento de pallets en una planta industrial.

ARANA Ramírez, Luis. Mejora de productividad en el área de producción de carteras en una empresa de accesorios de vestir y artículos de viaje. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad de San Martín de Porres, 2014. 266 pp.

En la presente tesis plantea los siguientes objetivos, mejorar el control al igual que la estandarización de los métodos existentes de trabajo en el área de producción, debido a que presenta un nivel muy bajo en la calidad de los productos y un índice muy bajo de productividad. El autor optó por aplicar la mejora continua PHVA ya que le permitirá fijar nuevos estándares de forma constante, implementará herramientas de mejora para así lograr el aumento de productividad en el área de estudio, evaluar la productividad y evaluar el costo beneficio de la implementación del proyecto.

El autor de la tesis llegó a las siguientes conclusiones, que la aplicación de mejora propuesta llevó a inversiones en la tecnología. Pero que el capital invertido se recuperara con el incremento que se tendrá en la productividad, con la compra de una maquinaria se reducirá el tiempo ciclo la cual se disminuyeron 17.97 minutos esto llevó como resultado que hay una mejora de 16% este resultado se reflejó en la productividad que mejoró en 1.01% así como la efectividad que tuvo incremento de 31% por último el análisis VAN fue mayor a cero, la relación B/C fue mayor que uno siendo así el proyecto rentable al igual que el tiempo estimado a recuperar la inversión fue de dos años y seis meses.

CHECA Loayza, Pool. Propuesta de mejora en el proceso productivo de la línea de confección de polo para incrementar la productividad de la empresa SOL. Tesis (Ingeniero Industrial). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2014. 279 pp.

En la siguiente tesis se tiene como objetivo incrementar la productividad aplicando la propuesta de mejora en el proceso productivo, realizando diagnósticos de cómo se encuentra actual la línea de producción, diseñar y proponer la propuesta de mejora utilizando herramientas de la ingeniería entre ellas el estudio de tiempos y la gestión de inventarios. Por último presentar la evaluación económica y financiera de la propuesta.

En la presente tesis se llegó a las siguientes conclusiones respecto a los altos niveles de los desperdicios en la ingeniería conocida como las 7 mudas, la organización actualmente genera una productividad de 32.64% con una producción semanal de 180 prendas. Después de la implementación de las mejoras propuestas la productividad en la línea de polos es de 90.68% es decir 500 prendas semanales. Respecto a la evaluación económica de la propuesta, dio como resultado un VAN de 16,462.64 > 0 y una TIR de 182.33% >COK, con un B/C de 2.039 > 1.05.

BALUIS Flores, Carlos. Optimización de procesos en la fabricación de termas eléctricas utilizando herramientas de lean manufacturing. Tesis (Ingeniero Industrial). Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013. 103 pp.

La siguiente tesis tiene como objetivo reducir los problemas que padece la empresa mediante las propuestas de mejora utilizando las herramientas del lean manufacturing como el sistema kanban, SMED y un balance de línea, para eliminar los desperdicios presentes en sus procesos.

La presente tesis concluyo, si se decide por una inversión para llevar a cabo la implementación esta mostrara buenos resultados ya que según el estudio propuesto presenta un VAN mayor a 0 y un TIR que sobrepasa el 20% al igual que los principales desperdicios serán reducidos. Al término de la implementación de un balance de línea un sistema kanban y el sistema SMED. La inversión para la implementación del sistema kanban fue de S/. 28 505.05, mediante este resultado se comparó con el ahorro de la disminución de inventario por mes que sería de S/.20 183.00, se realiza un VAN con periodo de 12 meses lo cual dio como resultado positivo es decir que es rentable y un TIR de 65% que está por encima de la tasa que fue de 20%. Asimismo para que la implementación se mantenga en pie se debe contar con toda la participación de la organización desde operarios a gerencia, los operarios tienen la experiencia que permite tener detalles de los procesos a mejorar.

PAREDES De la Cruz, Axel. Aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de producción de Tótems para publicidad de carros de la empresa Trazos y Estilos S.A., S.J.M, 2017. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017. 359 pp.

En la tesis presente se tiene como objetivo mejorar la productividad en una empresa que se dedica a la publicidad para autos enfocándose en el proceso de tótems con la aplicación de

las herramientas del lean manufacturing como lo son el estudio de métodos, medición del trabajo y las 5's. El proyecto de investigación tiene finalidad aplicada con nivel explicativo.

En la tesis presente se llegaron a las siguientes conclusiones, con la información del análisis de causa se pudo centrar en las causas que generaban baja productividad. La eficiencia del proceso de tótems durante los meses que se realizó la aplicación mejoró en un 9.03% así mismo la eficacia a un 18.46% según estos indicadores la productividad en ese producto se mejoró en un 19.87%

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

#### **1.3.1. Lean Manufacturing**

Para hablar sobre la definición del Lean Manufacturing, Hernández y Vizán afirman que:

Es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos estos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. [...] Lean mira lo que no deberíamos estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. (2013, p. 10).

Por otro lado Aranibar, afirma que:

Lean manufacturing, desarrolla un método de trabajo que reduce los plazos de servicio al mínimo utilizando solo los recursos imprescindibles y asegurando la calidad esperada en todo momento. La prioridad del Lean es la atención al cliente y la velocidad de respuesta, esto satisface al cliente y permitirá trabajar con mínimos insumos y stocks. (2016, p.16).

Asimismo Córdova nos menciona lo siguiente:

[...] cuando hablamos de manufactura esbelta nos estamos enfocando en:

- Lo que agrega y no agrega valor a un producto en el proceso de fabricación del mismo, desde el punto de vista del cliente. Ya que el cliente es el que pagara por el producto que ordenó.
- Las actividades de cada centro de trabajo del proceso de fabricación del producto que son necesarias para crear un flujo de valor sin interrupciones, deterioros en el producto, esperas o desperdicios.
- El cumplimiento de los requerimientos del cliente en el tiempo justo.
- Buscar la mejora continua para cada centro de trabajo. (2012, p. 8).

Entonces respecto a las anteriores definiciones se concluye que el lean manufacturing tiene como objetivo eliminar los desperdicios, mejorar la calidad, disminuir los tiempos y reducir

el costo de producción. Para empezar a entender mejora sobre el lean manufacturing, primero se debe entender sobre el lean thinking (pensamiento esbelto) lo que da inicio a este tipo de metodología.

### **Lean Thinking**

Según Paredes (2017) nos define al Lean Thinking que, “[...] busca brindar una manera de hacer más con menos, realizando un trabajo más satisfactorio convirtiendo el desperdicio en valor.” (p. 44).

Para Córdova, define al pensamiento esbelto como:

La forma de pensar muchas veces determina o implica cambios radicales en la manera de trabajar de los operarios, que por naturales se traduce en desconfianza y temor. Por ello, el pensamiento esbelto más que una técnica es un régimen de relaciones humanas, donde las ideas de cualquier operario deben ser tomado en cuenta, pues es común que cuando un operario tiene alguna idea, este no es lo suficientemente valorada por sus superiores. Entonces, lo que propone el pensamiento esbelto es afianzar un empoderamiento al operario, que le permita de una manera conjunta con sus compañeros directivos aplicar nuevos métodos que enriquezcan la forma de trabajar. (2012, p. 8).

### **Historia**

Terminada la primera guerra mundial el rubro de manufactura en ese entonces formada por dos tipos de producción: La artesanal que se enfocaba a producir unitariamente un pedido provocando costos elevados y; La producción en masa que requiere cantidad elevada de trabajadores, proveedores, maquinas reduciendo los costos de fabricación por una gran lote de producción. Después de la segunda guerra mundial en Japón surgió una empresa de nombre “Toyota Motor Company” que contaba con ideales métodos del país estadounidense. Los personajes Eiji Toyoda y Taichi Ohno lograron inventar un sistema flexible, minimizando costos y con variedad de productos, lo llamaron Sistema de Producción Toyota conocida también como la manufactura esbelta. (Calle y Paredes, 2017, pp.33-34).

### **Las 3 M's**

Según Gonzales (2007) existen desperdicios en la siguiente clasificación de palabras japonesas:

Muda; actividad que usa recursos pero que no genera valor al producto final. De lo cual existen dos tipos las actividades que se pueden reducir y las actividades que pueden ser eliminadas.

Mura; presencia de una producción mayor a la demanda que es ocasionada por un problema en la producción haciendo que se usen recursos no asignados.

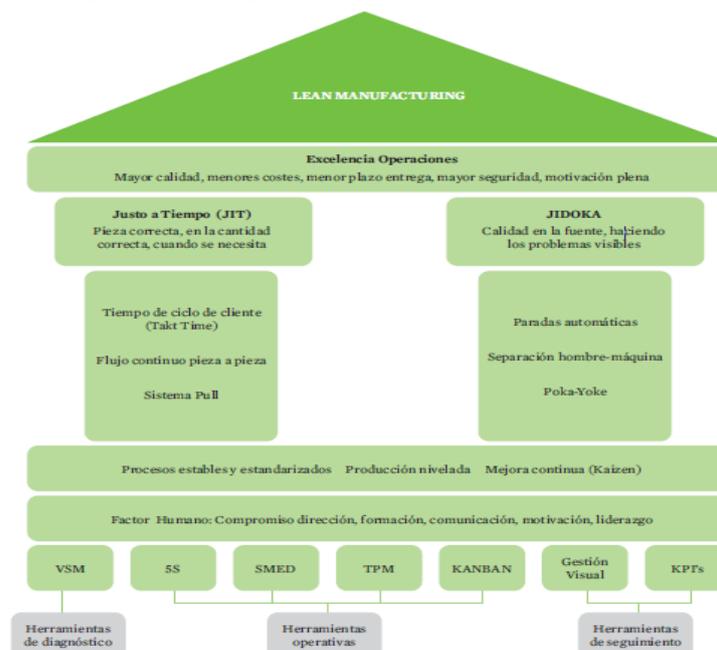
Muri; presencia de sobrecargas a los recursos de equipos u operadores exigiendo a sobrepasar sus capacidades. (p. 87).

## Beneficios

Córdoba, menciona que se obtiene los siguientes beneficios cuando se implementa la manufactura esbelta en los procesos de una organización:

- Reducción de los costos de producción.
- Reducción de inventarios, si es que lo hubiera.
- Reducción de tiempo de entrega al cliente.
- Mejor calidad en el producto
- Menos mano de obra utilizada.
- Mayor eficiencia de los equipos utilizados
- Disminución de los ocho tipos de muda o desperdicio que existen. (2012, p. 9).

**Figura n°1: Adaptación actualizada de la casa Toyota**



Fuente: Hernández y Vizán (2013)

Conociendo más sobre los beneficios que se obtiene a través de la inserción del lean manufacturing en una empresa, todas las herramientas comparten en gran parte los mismos objetivos para flexibilizar los procesos y mejorar la productividad.

Seguidamente, la figura n°1 muestra la adaptación grafica de la casa del sistema producción Toyota además se observa las técnicas y metodologías que forman parte del TPS.

Hernández y Vizán (2013), sobre la casa Toyota afirman que, “Se explica utilizando una casa porque esta constituye un sistema estructural que es fuerte siempre que los cimientos y las columnas lo sean; una parte en mal estado debilitaría todo el sistema.”(p. 17).

En la figura n°1, se observa que como ultima superficie está el Lean manufacturing que se obtiene cuando se alcanza una mejor calidad, un menor costo y un lead time reducido. Apoyándose en dos pilares que representan los dos sistema del TPS que son: JIT (Just in time); sistema donde se produce solo la cantidad necesaria en el momento que se requiere y JIDOKA; sistema donde se ubican las causas que generan mayor tiempo en los procesos y eliminarlas desde raíz.

Además, las bases de la casa representan a la estandarización y estabilidad de los procesos agregando también el factor humano. La base inferior conformada por técnicas o herramientas clasificadas de tipo diagnóstico, operativas y de seguimientos que dan inicio a la cultura del lean manufacturing.

## **Despilfarros**

Según Gonzáles, nos menciona que:

El concepto de desperdicio en el trabajo fue detectado por Frank Gilbreth (pionero del estudio de los movimientos de las personas) el cual detectó a un albañil, que en cada ocasión que necesitaba un ladrillo se agachaba hasta el piso para poder tomarlo, para ello introdujo un pequeño andamio, el cual acercaba lo ladrillos a la altura de la cintura del albañil, lo que permitió al albañil trabajar tres veces más rápido (eliminando movimiento) y con mucho menos esfuerzo. (2007, p. 88)

Para Hernández (2012), define a los despilfarros como “cualquier cosa distinta de la cantidad mínima de equipamiento, materiales, partes, espacio y tiempo, que sea absolutamente esencial para añadir valor al producto” (p. 1).

Hernández y Vizán (2013), nos mencionan que “los tipos de despilfarros sobre los que se centra el lean manufacturing: almacenamiento, sobreproducción, tiempo de espera, transporte o movimientos innecesarios, defectos, rechazos y reprocesos” (p. 22).

#### **a. Despilfarro por almacenamiento o stock**

Hernández y Vizán (2013), definen al almacenamiento que “es el resultado de tener una mayor cantidad de existencias de las necesarias para satisfacer las necesidades más inmediatas. El hecho de que se acumule material, antes y después del proceso, indica que el flujo de producción no es continuo.” (p. 23)

#### **b. Despilfarro por sobreproducción**

Peñaflor (2012), sobre la sobreproducción define que “Significa producir más de lo que el cliente demanda en otras palabras producir artículos cuando no hay ordenes de producción” (p. 30).

#### **c. Despilfarro por tiempo de espera**

Hernández y Vizán (2013) afirman que el tiempo de espera “es el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o un proceso ineficiente. Los procesos mal diseñados pueden provocar que unos operarios permanezcan mientras otros están saturados de trabajo” (p. 25)

#### **d. Despilfarro por transporte o movimientos innecesarios**

Actividad de transportar material, herramientas, equipos u otros elementos de una manera innecesaria a un lugar donde no llevaran a cabo sus funciones o procesos asignados. (Peñaflor, 2012, p. 32)

#### **e. Despilfarro por defectos, rechazos y reprocesos**

Para hablar de estos últimos despilfarros agrupados Hernández y Vizán (2013), nos mencionan que estos “[...] errores es uno de los más aceptados en la industria aunque significa una gran pérdida de productividad porque incluye el trabajo extra que debe realizarse como consecuencia de no haber ejecutado correctamente el proceso productivo la primera vez”. (p. 26).

Para hablar de reproceso Peñaflor (2012), nos menciona que “Es una actividad que transforma los materiales pero utilizando más recurso de lo que normalmente ocupa una etapa específica del proceso.” (p. 33).

## **Pilares o Sistemas del lean manufacturing**

### **a) Just in Time**

Para Aranibar (2006) afirma que el JIT “es uno de los pilares fundamentales para implantar el lean manufacturing. Es una filosofía de trabajo que define la forma en que debería optimizarse un sistema de producción” (p. 37).

Sistema de organización de la producción que va permitir mejorar la productividad debido a que no se empieza a producir bajo suposiciones sino en bajo pedidos reales es decir en el momento donde se genera el pedido. (Hernández, 2012, p. 1).

Por otro lado Hernández y Vizán (2013), mencionan que el sistema JIT “Consiste en producir los artículos necesarios en el momento preciso y en las cantidades debidas para satisfacer la demanda, combinando simultáneamente flexibilidad, calidad y coste”. (p. 162).

## **Objetivos**

Aranibar (2006) menciona que: “El sistema Just-in-Time tiene cuatro objetivos esenciales que son:

1. Atacar los problemas fundamentales.
2. Eliminar despilfarros.
3. Buscar la simplicidad.
4. Diseñar sistemas para identificar problemas.” (p. 38).

## **Beneficios**

Córdova (2012), nos menciona los objetivos de aplicar este sistema:

- “Aumenta la rotación del inventario.
- Reduce las pérdidas de material, genere menos mudas.
- Mejora la productividad global, disminuyendo los costos financieros.
- Genera ahorros en los costos de producción, los racionaliza.
- Menor espacio de almacenamiento.
- Se evitan problemas de calidad, cuellos de botella entre otros.
- Toma de decisiones en el momento justo.” (p. 15).

## **b) Jidoka**

Para Hernández y Vizán (2013), mencionan que el Jidoka “Es por tanto un automatismo con capacidad para reaccionar, generalmente parando la instalación ante la aparición de un defecto.” (p. 161)

Para Aranibar, afirma lo siguiente del Jidoka:

Permite dar a las máquinas y trabajadores la habilidad para detectar cuando una condición anormal ha ocurrido e inmediatamente detener el proceso esto permite detectar las causas de los problemas y eliminarla de raíz, así los defectos no pasa a las estaciones siguientes. (2006, p. 37).

## **Objetivos**

Córdova, nos menciona que:

El objetivo básico es el de verificar la calidad del producto en forma integrada al proceso de producción. Por lo tanto se destacan como aspectos fundamentales:

- Aseguramiento de la calidad el 100% del tiempo.
- Prevención de averías de equipos. (2012, p. 16.)

## **Beneficios**

Córdova, nos menciona que:

- Se inspeccionan el 100% de los productos lo que garantiza la calidad de sus componentes y del producto terminado como tal.
- Se reducen tiempos de fabricación debido a la integración de la inspección.
- Se reducen inventarios de seguridad y pueden disminuir también el número de inspectores de calidad.
- Aumenta la productividad. (2012, p. 17).

### **1.3.1.1. Herramientas**

#### **A. Estandarización**

Hernández y Vizán, definen a la estandarización como:

Los estándares son descripciones escritas y graficas que nos ayudan a comprender las técnicas y técnicas más eficaces y fiables de una fábrica y nos proveen de los conocimientos precisos sobre personas maquinas, materiales, métodos, mediciones e información, con el objeto de hacer productos de calidad de modo fiable. Seguro, barato y rápidamente.” (2013, p. 45).

## **Beneficios**

- Reduce los defectos existentes y mantiene un nivel de calidad.
- Se logra un alto índice de productividad.
- Implanta una secuencia en los procesos de producción.
- Elimina los movimientos y operaciones que no agregan valor al proceso.
- Reduce los índices de accidentes en los procesos. (Arce, 2014, p. 10).

### **a) Estudio de métodos**

Kanawaty (1996) afirma que “El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemáticos de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras como la reducción del contenido de trabajo de una tarea u operación.” (p. 19)

Por otro lado Ustate, menciona que el estudio de métodos:

Utiliza técnicas para el análisis de operaciones, una de ellas es dividir una tarea en simples elementos de trabajo, y estudiando cada movimiento para ordenarlo o eliminar los que no sean necesarios, buscando así una mejor combinación y secuencia de movimientos, logrando así métodos más sencillos y eficientes. (2007, p. 8)

SENATI (2013) afirma lo siguiente respecto al estudio de métodos, “está dirigido a mejorar los métodos de trabajo, para economizar movimientos de materiales y trabajadores.” (p. 5)

### **Objetivos**

Según Ustate, afirma los siguientes objetivos respecto al estudio de métodos:

- a) Mejorar los procesos, procedimientos y la disposición de la fábrica, taller y lugar de trabajo, así como el diseño del equipo e instalaciones.
- b) Economizar el esfuerzo humano para reducir fatiga
- c) Crear mejores condiciones de trabajo
- d) Ahorrar el uso de materiales, máquinas y mano de obra. (2007, p. 8)

### **Enfoque**

Para llevar a cabo un correcto y completo estudio de métodos Kanawaty definió lo siguiente:

[...] el enfoque básico del estudio de métodos consiste en el seguimiento de ocho etapas.

- 1- SELECCIONAR, el trabajo que se ha de estudiar y definir sus límites.
- 2- REGISTRAR, por observación directa los hechos relevantes relacionado con ese trabajo y recolectar de fuentes apropiadas todos los datos adicionales que sean necesarios
- 3- EXAMINAR, de forma crítica, el modo en que se realiza el trabajo, su propósito, el lugar en que se realiza, la secuencia en que se lleva a cabo los métodos utilizados.
- 4- ESTABLECER, el método más práctico, económico y eficaz, mediante los aportes de las personas concernidas.
- 5- EVALUAR, las diferentes opciones para establecer un nuevo método comparando la relación costo – eficacia entre el nuevo método y el actual.
- 6- DEFINIR, el nuevo método de forma clara y presentarlo a todas las personas a quienes pueda concernir (dirección, capataces y trabajadores).

- 7- IMPLANTAR, el nuevo método como una práctica normal y formar a todas las personas que han de utilizarlo.
- 8- CONTROLAR, la aplicación del nuevo método e implantar procedimientos adecuado para evitar una vuelta al uso del método anterior. (1996, p. 77).

**Herramientas**

**-Cursograma sinóptico del proceso o Diagrama de operaciones del proceso (DOP)**

Según Kanawaty (1996), nos menciona que “El cursograma sinóptico es un diagrama que presenta un cuadro general de cómo se suceden tan solo las principales operaciones e inspecciones.” (p. 86).

Por otro lado SENATI, define al diagrama de operaciones como:

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto o pieza principal. De igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de diseño como ajustes, tolerancias y especificaciones, todos los detalles de fabricación o administración se aprecian globalmente un diagrama de operaciones del proceso. (2013, pp. 5-6).

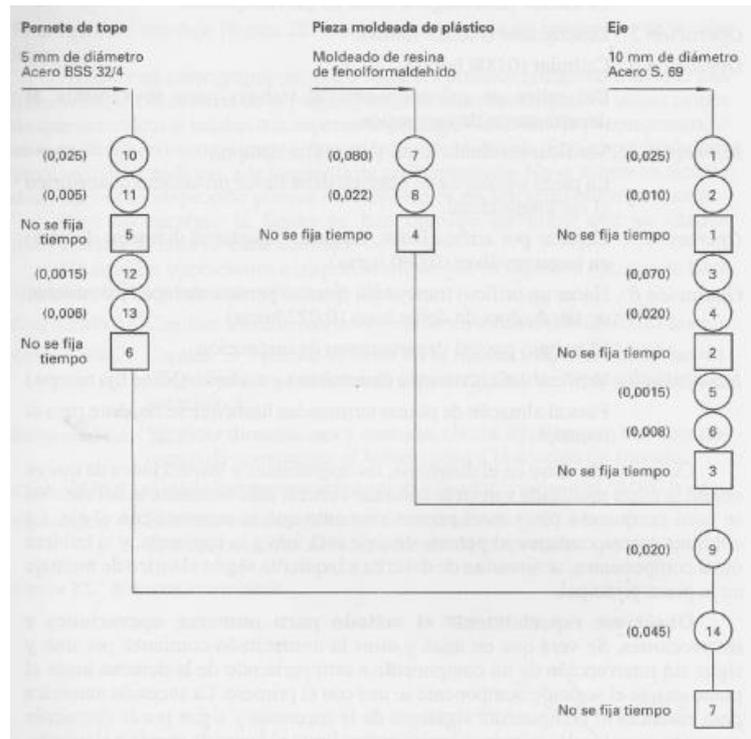
**Tabla n°8: Simbología de Diagrama de Operaciones del Proceso**

ACTIVIDAD	SIMBOLO	DESCRIPCION
Operación		Actividades que agregan valor o modifican las características de un objeto.
Inspección		Examinar un objeto luego de un proceso para comprobar su calidad.
Actividad combinada		Empleado cuando se realizar actividades conjuntas (operación e inspección).

**Fuente: Paredes, 2017**

La tabla n°8, muestra las tres actividades que se usan para la elaboración de un diagrama de operaciones.

**Figura n°2: Ejemplo de un DOP**



**Fuente: Kanawaty (1996)**

La figura n°3, muestra el diagrama de operaciones de un montaje de un rotor de interruptor además se observa que solo considera los tres tipos de actividades para este diagrama.

**-Cursograma analítico, diagrama de flujo de proceso o DAP**

Para Kanawaty, definen que el cursograma analítico:

[...] es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda.

- Cursograma de operario: Diagrama en donde se registra lo que hace la persona que trabaja.
- Cursograma de material: diagrama en donde se registra como se manipula o trata el material
- Cursograma de equipo: Diagrama en donde se registra como se usa el equipo. (1996, p. 91).

Aguilar y Retana (2013), nos mencionan que “El diagrama de flujo de proceso muestra la secuencia de todas las operaciones, los transportes, las inspecciones, las demoras y los almacenamientos.” (p. 13).

Para Ustate (2007) afirma que “Estos diagramas de procesos son construidos de acuerdo con la ASME (Asociación Americana de Ingeniería Mecánica) que nos dicen que cualquier

proceso industrial o elaboración de un producto se puede representar por medio de cinco tipos de actividades” (p. 11).

**Tabla n°9: Símbolos que se usan en el diagrama de flujo**

SÍMBOLO	CONCEPTO	DEFINICION
	Operación	Representa un cambio intencionado en las características de un producto o servicio.
	Inspección	Consiste en verificar las características de un producto o servicio, tanto en cantidad como en calidad.
	Transporte	Indica el movimiento del producto, operarios o maquinaria de un lugar a otro. No incluye los movimientos que forman parte de una operación o una inspección.
	Espera (Retraso)	Debido a determinadas condiciones, el producto o servicio debe esperar al comienzo del siguiente paso del proceso (tiempo perdido). No se incluyen, las que intencionadamente cambian las características físicas o químicas del objeto en estudio.
	Almacenaje	Indica el almacenamiento de un objeto, para el cual, se prohíbe su traslado sin autorización. Puede distinguirse entre almacenamiento temporal o permanente, colocando una T o una P, respectivamente, dentro del triángulo. Observación: En el DIAGRAMA BIMANUAL, significa "sostener".
	Combinada	Cuando una operación e inspección se realizan en forma simultánea.

Fuente: SENATI (2013)

La figura n°3, muestra la simbología para el diagrama de proceso de flujo o cursograma analítico.

**Figura n°3: Diagrama de proceso de flujo o cursograma analítico de material**

Diagrama N°: 1		Hoja N° 1		operario / material / equipo				
Objeto:		Actividad:		RESUMEN				
Materia prima		Fabricación de tuberías		Actividad	Actual	Prop	Econ	
Método: Actual / Propuesto		Lugar: Planta		Operación	4			
Operario: Pedro P. N° 33		Compuesto por: H.V. fecha: xx		Transporte	4			
Aprobado por: W.L. fecha: xy		Método: Actual / Propuesto		Espera	1			
		Lugar: Planta		Inspección	0			
		Operario: Pedro P. N° 33		Almacena	2			
		Compuesto por: H.V. fecha: xx		Distancia				
		Aprobado por: W.L. fecha: xy		Tiempo				
		Método: Actual / Propuesto		Costo				
		Lugar: Planta		M Obra				
		Operario: Pedro P. N° 33		Material				
		Compuesto por: H.V. fecha: xx		Total				
		Aprobado por: W.L. fecha: xy						
DESCRIPCION	d	t	o	⇨	D	□	▽	Observación
Material almacenado								Almacén M.P.
Llevado a cortadora								Acumulación
Espera cortado								
Cortado								
Llevado a formadora								En vagón
Formado								
Llevado a taladradora								Rodando
Taladrado								
Remachado								P. T.
Llevado a almacén								
Almacenado								Almacén P.T.

Fuente: SENATI (2013)



Según Cardona y Sanz (2007), afirman que el estudio de tiempos “Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.” (p. 18).

Por otro lado Dávila, nos menciona que el estudio de tiempos:

Se puede entender como una técnica en donde se quiere medir el trabajo empleado para así poder registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a tareas o actividades definidas, realizadas en condiciones previamente establecidas y poder analizar los datos con el propósito de averiguar el tiempo requerido para efectuar una determinada tarea que se guía por una norma de ejecución preestablecida. (2015, p. 19).

### **Pasos para el estudio de tiempos**

Cardona y Diego, nos mencionan que se deben seguir los siguientes pasos:

- I. Preparación
  - Se selecciona la operación.
  - Se selecciona al trabajador.
  - Se realiza un análisis de comprobación del método de trabajo
  - Se establece una actitud frente al trabajador.
- II. Ejecución
  - Se obtiene y registra la información.
  - Se descompone la tarea en elementos.
  - Se cronometra.
  - Se calcula el tiempo observado.
- III. Valoración
  - Se valora el ritmo normal del trabajador promedio.
  - Se aplican las técnicas de valoración.
  - Se calcula el tiempo base o el tiempo valorado.
- IV. Suplementos
  - Análisis de demoras
  - Cálculo de suplementos y sus tolerancias
- V. Tiempo estándar
  - Determinación de tiempos de interferencia
  - Cálculo del tiempo estándar (2007, pp. 21-22).

### **Determinación del tamaño de muestra**

El conocimiento del tamaño de la muestra es necesaria para empezar con el estudio de tiempos, para determinarlos actualmente existen dos tipos: Método estadístico y Método tradicional. En esta investigación se llevará a cabo el Método estadístico.

#### Formula cálculo de muestras

$$n = \left( \frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Fuente: Kanawaty (1996)

Siendo:

<b>Id</b>	<b>Descripción</b>
n	número de ciclos que deben cronometrarse
n'	número de observaciones preliminares del estudio
x	valor de las observaciones preliminares
$\sum$	sumatoria de valores
40	cte. para un nivel de confianza de 94.45%

#### Tiempo estándar

Es una unidad de tiempo establecido para llevar a cabo una operación de trabajo asignada a un operario que posee habilidades promedio y trabajando a un ritmo normal usando en el proceso métodos y equipos establecidos. (Cardona y Diego, 2007, p.22)

Para hallar el tiempo estándar, primero debemos poseer el registro de tiempos promedio por elemento después aplicarle el factor de valoración (Westinghouse) obteniendo así el tiempo normal para después agregar los suplementos según el tipo de trabajo asignado. (Dávila, 2015, p. 25).

#### B. Calidad

Dávila (2015), nos menciona que “Las herramientas de calidad son un conjunto de procedimientos y técnicas que sirven para encontrar soluciones prácticas a problemas que involucran la calidad. Estas herramientas son de fácil ejecución”. (p. 17).

##### a) Diagrama de Causa – Efecto o Diagrama de Ishikawa

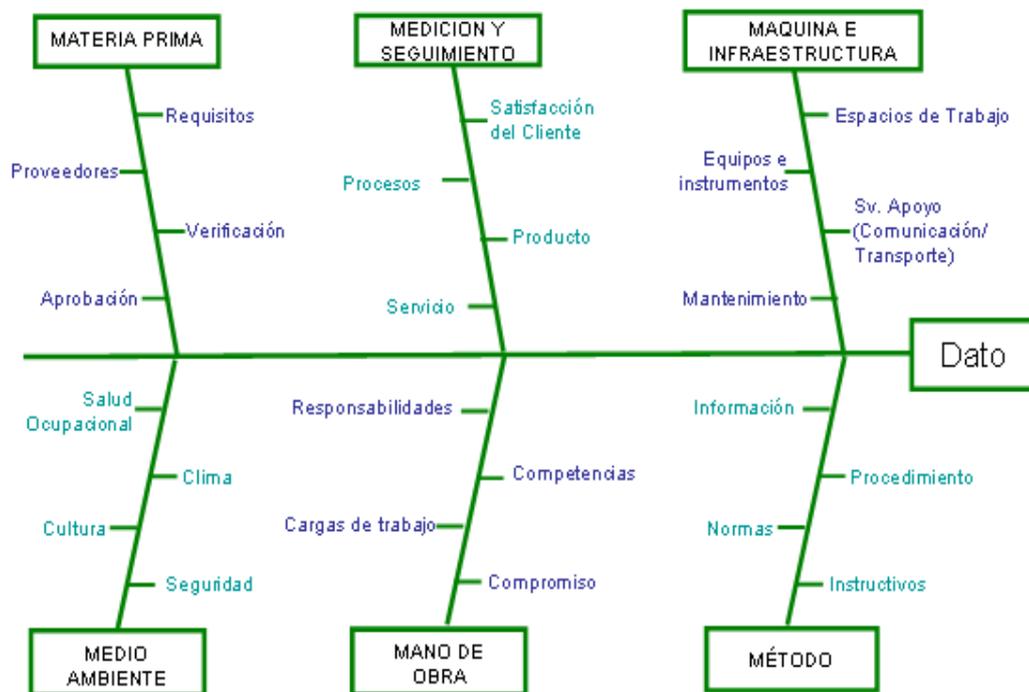
Dávila, nos menciona que el diagrama de Ishikawa:

Es una herramienta que representa la relación entre una característica de calidad y los factores que lo rodean. [...]. Para poder desarrollar este diagrama se sugiere seguir los siguientes pasos:

- Paso 1. Describa el efecto o atributo de calidad
- Paso 2. Escoja una característica de calidad y escríbala en el lado derecho de una hoja, dibuje de izquierda a derecha la línea de la espina dorsal y encierre la característica en un cuadro. Luego, escriba las causas primarias que afectan a la característica de calidad, en forma de grandes huesos, encerrados también en cuadrados.
- Paso 3. Escriba las causas (causas secundarias) que afecten a los grandes huesos (causas primarias) como huesos medianos, y escriba las causas (causas terciarias) que afecten a los huesos medianos como huesos pequeños.
- Paso 4. Asigne la importancia de cada factor, y marque los factores particularmente importantes que parecen tener un efecto significativo sobre las características de calidad.
- Paso 5. Registre cualquier información que pueda ser de utilidad. (2015, p. 17).

Por otro lado Gonzales (2016), sobre el diagrama de causa-efecto afirma que fue “Desarrollado por el Dr. Kaoru Ishikawa en 1960 al comprender que no era predecible el resultado o efecto de un proceso sin entender las interrelaciones causales de los factores que influyen en él”. (p. 8).

**Figura n°6: Diagrama de espina de pescado o Ishikawa**



Fuente: Gonzales (2016)

## b) Diagrama de Pareto o Análisis ABC

Es un gráfico de barras verticales ordenados de mayor a menor que representan las frecuencias de las causas encontradas en análisis. Demostrando que el 80% de los problemas son consecuencias del 20% de las causas. (Gonzales, 2016, p. 37).

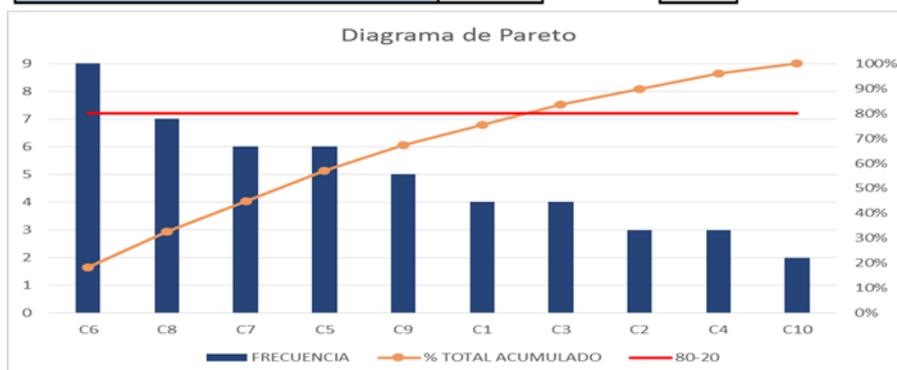
Por otro lado Calderón, afirma que:

El procedimiento para elaborar un diagrama de Pareto es el siguiente:

1. Determinar el tiempo que se asignara para recabar datos. Se pueden requerir desde unas cuantas horas hasta varios días.
2. Elaborar una hoja de trabajo que permita la recopilación de datos.
3. Anotar la información de acuerdo a la frecuencia en forma descendente en la hoja de trabajo diseñada, la cual debe tener las columnas de actividad, frecuencia, frecuencia acumulada y porcentaje de frecuencia acumulada.
4. Vaciar los datos de la hoja de trabajo en la gráfica de Pareto, la cual es una gráfica de barras acompañadas de una serie de datos acumulados.
5. Proyectar la línea acumulativa comenzando de cero hacia el ángulo superior derecho de la primera columna. La línea cumulativa termina cuando se llega a un nivel de 100% en la escala de porcentajes.
6. Trazar una línea paralela al eje horizontal cuando la frecuencia acumulada es del 80% (2017, pp. 7-8).

**Figura n°7: Diagrama de Pareto de una empresa con sus causas encontradas**

NOMBRE DE CAUSA	NOMBRE DE CAUSA	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	% TOTAL	% TOTAL ACUMULADO	80-20
C6	Método inadecuado	9	9	18.37%	18.37%	80%
C8	Tiempos no estandarizados	7	16	14.29%	32.65%	80%
C7	Productos defectuosos	6	22	12.24%	44.90%	80%
C5	Desorden y falta de limpieza en la planta	6	28	12.24%	57.14%	80%
C9	Horas máquina parada	5	33	10.20%	67.35%	80%
C1	Capacitación inexistente	4	37	8.16%	75.51%	80%
C3	Material de baja calidad	4	41	8.16%	83.67%	80%
C2	Exceso de horas extras	3	44	6.12%	89.80%	80%
C4	Materia prima defectuosa	3	47	6.12%	95.92%	80%
C10	Herramientas defectuosas	2	49	4.08%	100%	80%
TOTAL		49		100%		



Fuente: Paredes (2017)

### 1.3.2. Sistema Kanban

Va a permitir reducir el nivel de inventario es como implantar una dieta a base de inventarios al área producción, que lograra racionalizar las operaciones y también descubrir aquellos cuellos de botellas y otros problemas (Pérez, 2008, p. 17)

Por otro lado Peñaflor (2012) nos menciona que el Kanban “Es una tarjeta que garantiza comunicación entre un cliente (proceso posterior) a un productor (proceso anterior) e implementando en un proceso sirve para controlar la producción, el transporte de materiales y el inventario en todo el sistema de producción” (p. 45)

Sin embargo Parra (2015), afirma que el sistema Kanban “Es un componente esencial de la filosofía de gestión de operaciones JIT, la cual tiene como orientación básica la reducción de nivel de inventarios, mediante procesos que satisfagan la demanda en la cantidad, y en el tiempo requerido” (p. 12)

Figura n°8: Esquema del Sistema Kanban



Fuente: Hernández y Vizán (2013)

### Funciones del Kanban

Las funciones del kanban son cinco las cuales se centran en:

**Control de la producción:** Es agrupar los diferentes procesos que hay dentro un área, también reducir aquellos tiempos que se usan para dar una supervisión a la calidad y cantidad a los insumos, materiales y etcétera que se usaran en los diferentes procesos. (Ros, 2008, p. 60)

**Mejora de los procesos:** Se enfoca a mejorar la participación de los colaboradores, tener un agradable ambiente laboral y una comunicación eficiente en todas las sub áreas. (Ros, 2008, p. 60)

Reducción de los niveles de inventario: Permite observar de manera resaltante los tiempos muertos o partes del producto final altamente defectuosos o un mal manejo de la maquinas o equipos. (Ros, 2008, p. 60)

Eliminación de la sobreproducción: Fabricar solo la cantidad pedida, se podrá recudir el tamaños de las áreas como la de productos en proceso y productos terminados. (Ros, 2008, p. 60)

Minimización de desperdicios. (Ros, 2008, p. 60)

### **Tipos de Kanban**

Actualmente en el sistema kanban, existen cuatro tipos de tarjeta que se detallan a continuación

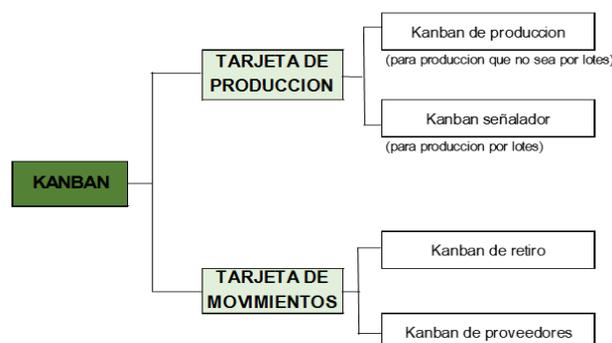
-Kanban de retiro: circula entre los centros de trabajo con la finalidad de autorizar el movimiento de partes de un centro a otro, siempre debe contener el tamaño del lote, nombre del proceso precedente y subsecuente al igual que sus localizaciones.

-Kanban de producción: Envía una orden al proceso precedente para que se elabore un nuevo lote indicando el tipo de parte o accesorio. (Sandoval y Vidal, 2006, p. 7)

-Kanban señalador: permite controlar los niveles mínimos y máximos de elementos, cuando los elementos retirados llegan a la posición señalada por el kanban (que es el punto de reorden) se pondrá en marcha el proceso precedente.

-Kanban de proveedores: sirve para realizar pedidos a algún proveedor, contiene información a seguir para entregar los materiales o piezas. (Masayuki, p. 8-9)

**Figura n°9: Tipos de tarjeta Kanban**



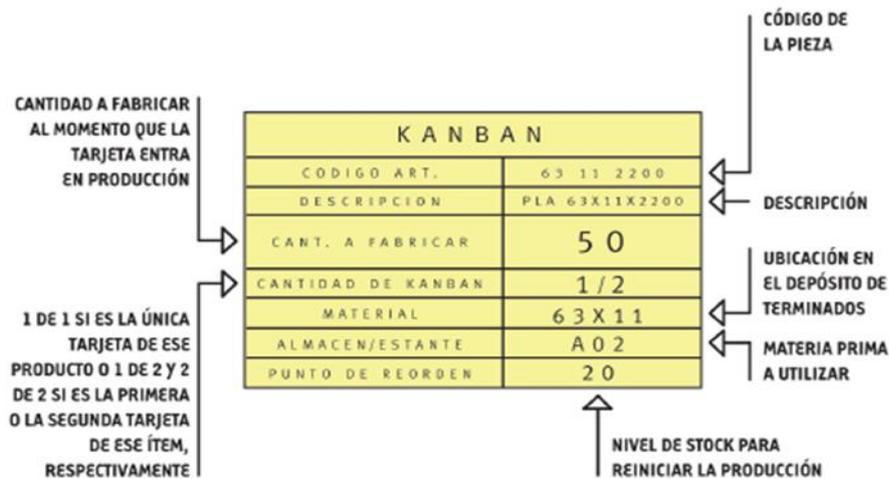
**Fuente: Elaboración propia**

## Partes de un Kanban

La tarjeta kanban poseen informacion sobre el producto a procesar o transportar (de acuerdo a la funcion) por ello las especificaciones en la tarjeta dependera de la empresa. El contenido necesario de una tarjeta kanban son los siguientes:

- Código del articulo; es la codificación que se le da un producto.
- Descripción; detalle del material a usar en los diferentes procesos.
- Cantidad a fabricar; son las unidades que se deben procesar.
- N° de kanban; indica el orden y el numero de las tarjetas.
- Ubicación; lugar establecido donde esta ubicado el contenedor o material.
- Punto de reorden; inventario monomo de un prodcuto que da conocimiento que se debe producir de inmediato el producto
- Proceso precedente; nombre del proceso anterior por el que debio pasar el producto.
- Proceso subsecuente; nombre del proceso que se desarrolla o siguiente del producto.

Figura n°10: Modelo de una tarjeta kanban



Fuente: Aranibar (2006)

## Reglas del Kanban

*-Regla 1: No mandar productos con defectos a los procesos subsecuentes.*

La elaboración de productos defectuosos comprende costos en los recursos. El proceso que genere el defecto podrá ser detectado rápidamente, una vez confirmada se debe comunicar al área implicado para que no se repita.

*-Regla 2: Los procesos subsecuentes pedirán solo lo que necesita.*

El proceso subsecuente hará un pedido del material o partes en la cantidad y tiempo adecuado. Reduciendo las pérdidas de tiempo extra, exceso de inventario o materiales en proceso.

*-Regla 3: Producir la cantidad exacta pedida por el proceso subsecuente.*

No se debe producir más de la cantidad que figura en el kanban y producir según el orden en que los kanban se recibieron.

*-Regla 4: Balancear la producción*

Producir solamente la cantidad a usar en el proceso subsecuente, para así evitar cualquier previsto que se puede presentar en los procesos subsecuentes, que pueda requerir más material entonces el proceso precedente tendría que requerir más personal y maquinaria para cumplir con la cantidad pedida. Por ello la producción debe estar balanceada.

*-Regla 5: Kanban es para eliminar las especulaciones*

De manera que kanban sea la fuente de información para la producción y transporte para que los trabajadores realicen sus funciones.

*-Regla 6: Estabilizar y racionalizar el proceso*

El trabajo que presente anomalías o fallas seguirá existiendo si en el trabajo o proceso no se cumple con algunas medidas o puntos estándar a respetar. (Soto, 2012, p. 1)

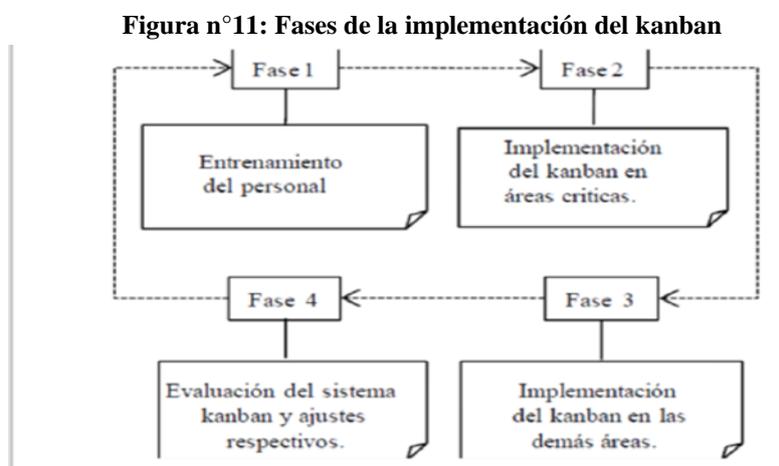
### **Implementación del Kanban**

-Fase 1: Entrenar a todo el personal implicado, en las reglas y objetivos del kanban y los grandes resultados que obtendríamos al implementarlo.

-Fase 2: implementar kanban en las áreas críticas, para facilitar su elaboración y rescatar los problemas que pueden estar ocultos.

-Fase 3: Implementar kanban en el resto de las áreas. Se debe confiar en la experiencia y opiniones de los colaboradores.

-Fase 4: Revisión de la implementación del sistema kanban, se debe respetar los puntos y niveles de re-orden también tener en cuenta que ningún proceso debe alterar la secuencia y si se encuentra algún defecto avisar inmediatamente con el supervisor o persona a cargo. (Arango, 2015, p. 7)



Fuente: Arce (2014)

### 1.3.2.1. Exactitud de inventario

Nos va permitir conocer y controlar aquella confiabilidad presente de la existencia almacenada asimismo los posibles desfases en ciertos productos almacenados para tomar decisiones claves con anticipación para que no afecte a la rentabilidad de la empresa (Mora, 2010, p. 64).

Según Martín, respecto a la exactitud de inventario define lo siguiente:

Se determina midiendo el costo de las referencias que en promedio presentan irregularidades con respecto al inventario lógico valorizado cuando se realiza el inventario físico. Se toma la diferencia en costos del inventario teórico versus el físico inventariado, para determinar el nivel de confiabilidad en un determinado centro de distribución. Se puede hacer también para exactitud en el número de referencias y unidades almacenadas. (2013, p. 53)

La presencia de este indicador en la organización nos va permitir conocer el grado de coherencia o relación entre el inventario físico y el teórico (aquella cantidad que puede figurar en un sistema de control) además se aplica a los productos terminados, materia prima, insumos u otros accesorios que forman parte de un producto. (Benites, 2004, p. 37)

Refugio y Rodríguez (2011) afirman que se “Mide la exactitud de inventarios validando la consistencia entre lo observado físicamente y lo registrado en el sistema” (p.55).

### **Fórmula 1: Exactitud de inventario**

$$ERI = \left[ \frac{IS - IF}{IS} \right] \times 100\%$$

Donde:

ERI: Exactitud de registro de inventario

IS: Inventario en el sistema de los accesorios de la tapa para radiador

IF: Inventario físico o real de los accesorios de la tapa para radiador

#### **1.3.2.2. Productos defectuosos**

Por otro lado Astocaza y Vigo (2013), respecto a los productos defectuosos nos define que son “Ocasionado por la repetición y corrección de procesos, o reproceso de productos. Esto es ocasionado, por no realizar correctamente las operaciones a la primera, generando costos adicionales tanto de tiempo como la eliminación de residuos.”(p. 6).

Según Corredor, nos define a los productos defectuosos como:

Compuesto por todas aquellas partes que han sido rechazadas, que tienen defectos o que están fuera de especificaciones, las cuales no pueden ser enviadas al cliente en estas condiciones, deben ser reparadas o rechazadas. Sin embargo, esta categoría de desperdicio incluye además a los productos que puede ser devuelto por el cliente, por fallos en su funcionamiento o por efectos en calidad.

Los cuales pueden ser ocasionados por:

- a) Instalaciones, equipos o herramientas inadecuadas o inapropiadas que puedan estar dañando las piezas durante el procesamiento.
- b) Estándares en la operación, instrucciones o sistemas de inspección inadecuada los cuales se enfocan principalmente en la revisión de las piezas después del procesamiento y no durante el proceso, además puede ser un poco confusas o difíciles de cumplir, lo que ocasiona frecuentemente defectos.
- c) Por fallos de maquina o falta de mantenimiento del equipo.
- d) O puede ser causado por factores humanos como: errores humanos, falta de atención, falta de capacitación, incluso el interés o la motivación con la que el trabajador desarrolle su labor influye en la obtención de un producto defectuoso. (2015, p. 30).

Para hablar de productos defectuosos Díaz de Castillo, nos menciona que:

Todo aquel re trabajo, reparación o corrección realizada al producto por problemas de calidad; así mismo la sobre inspección como efecto de la contención de problemas en lugar de su eliminación.

- a) Escasa o lenta retroalimentación de problemas de calidad.
- b) Inspección excesiva, en el recibo de material, en la estación de trabajo o fuera de las estaciones de trabajo.
- c) Las reparaciones son vistas como un proceso aceptable dentro de los procesos.
- d) Dispositivos a prueba de error poco efectivos.
- e) No se tiene una estandarización del trabajo realizado, provocando una variabilidad excesiva en el proceso.
- f) Mantenimiento poco efectivo al equipo y/o herramienta. (2009, p. 10).

Se concluye con respecto a los productos defectuosos, que la presencia de este tipo de productos es consecuencia de los procesos, maquinas, material, herramientas, métodos de trabajo que no estén estandarizados u otros recursos relacionado a su elaboración.

#### **Formula 2: Productos defectuosos**

$$P.D. = \frac{TPD}{TPP} \times 100\%$$

Donde:

PD = Productos defectuosos

TPD = Total de productos defectuosos (TR-27)

TPP= Total de productos producidos (TR-27)

#### **1.3.3. Productividad**

Para la definición de productividad, Ramos sostiene al respecto:

No es una medida de la producción ni de la cantidad que se ha producido como erróneamente se considera. Es una medida de lo bien que se ha combinado y utilizado los recursos para cumplir los resultados específicos deseables. Es a fin de cuentas una razón entre la efectividad de la producción total y la eficiencia con que se emplearon los recursos totales consumidos. (2001, p. 10).

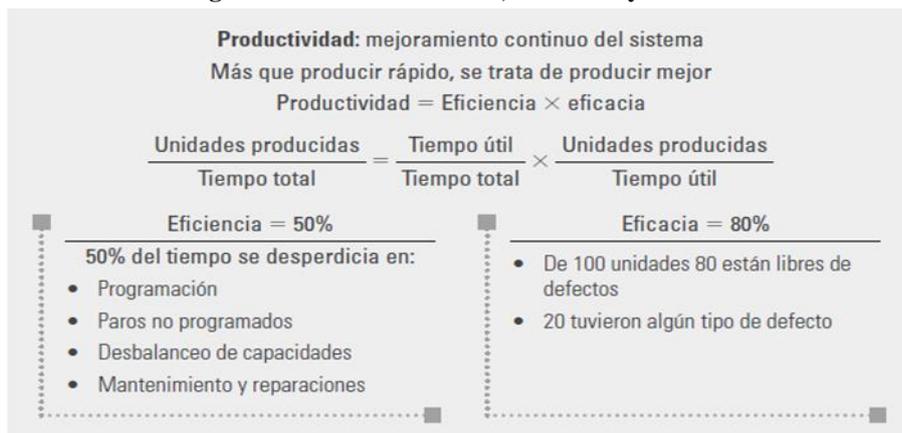
Además para definir a la productividad Gutiérrez asegura que:

Se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc. (2010, p. 21).

Para Jiménez (2005) define a la productividad como la “Interacción de distintos factores en la organización, los cuales incluyen la calidad y disponibilidad de la producción de la maquinaria principal, la actitud y el nivel de la capacitación de la mano de obra, motivación y efectividad de la gerencia”.(p. 21)

Sin embargo Orozco (2016) nos menciona que “La productividad consiste en producir por encima del promedio y en satisfacer plenamente a los consumidores utilizando de la mejor manera posible todos los recursos disponibles” (p.42)

**Figura n°13: Productividad, eficiencia y eficacia**



Fuente: Gutiérrez (2010)

### Factores de productividad

Con el fin de poder controlar los factores de productividad Mukherjee y Singh se basaron en dos categorías: Internos y Externos.

-Factores Internos, aquellos que están sujetos al control de la empresa y se dividen en dos grupos duros y blandos, por el carácter que se puedan modificar o no.

- Factores Duros: producto, tecnología, equipo y la materia prima
- Factores Blandos: personas, sistemas, procedimiento de la organización, estilos de la dirección y los métodos de trabajo

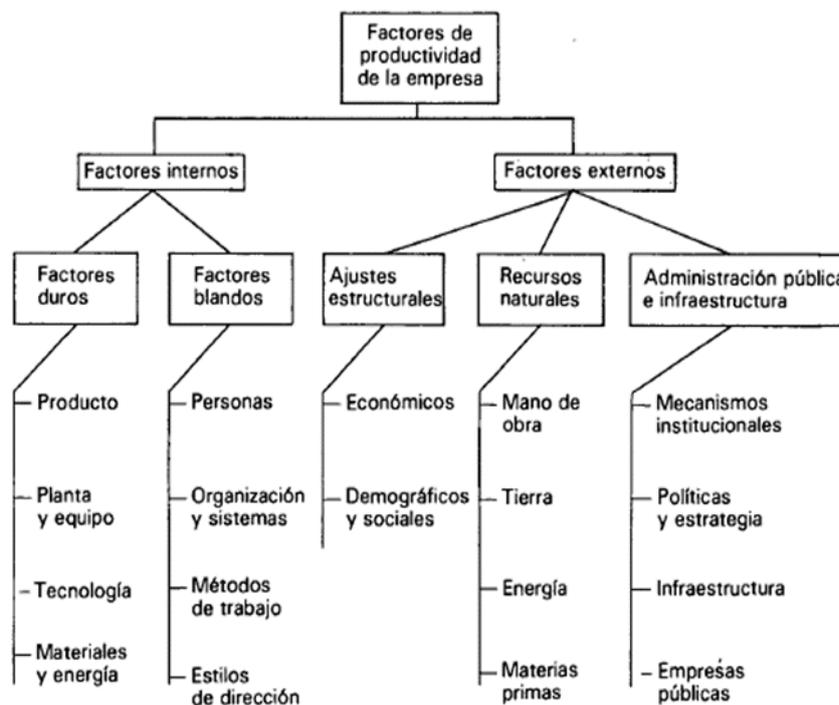
Por ello Propenko (1989) afirma que esta clasificación ayuda a fijar prioridades para aquellos factores que resultaría fácil influir y cuáles serían las que necesitarían intervenciones financieras. (p.11)

-Factores externos, son aquellos que están libre del control de una organización.

- Ajustes Estructurales: Económicos, Demográficos y Sociales
- Recursos Naturales: Mano de obra, Tierra, Energía y Materia prima
- Administración e Infraestructura: Infraestructura, organizaciones públicas, políticas y estrategias

Una vez que se comprenda los factores externos, la empresa adoptaría medidas para proponer una productividad en largo plazo. (Propenko, 1989, p. 11)

Figura n°14: Factores de productividad de la empresa



Fuente: Arce (2014)

### Tipos de productividad

-Productividad parcial: Razón entre la cantidad producida y un solo tipo de insumo ya sea materia prima, mano de obra o capital.

-Productividad de factor total o multifactorial: Razón entre la productividad neta y la suma asociada de dos o más insumos.

-Productividad total: relación entre la producción total y la suma de todos los insumos.

### **1.3.3.1. Eficacia**

Cuando los resultados planteados se cumplieron, mediante el esfuerzo de una organización respetando y cumpliendo con sus procesos. (Mejía, 1998, p. 2)

PETROPERU (2008) “Capacidad para lograr el efecto que se desea o se espera, sin que priven para ellos los recursos o los medios empleados” (p. 2)

Para Gutiérrez (2010), asegura que la eficacia “Debe buscar incrementar y mejorar las habilidades de los empleados y generar programa que les ayuden a hacer mejor su trabajo”. (p. 22)

### **Fórmula 3: Eficacia del proceso**

$$EFICACIA = \frac{Q \text{ producida}}{Q \text{ planeada}} \times 100\%$$

Donde:

Q producida: Cantidad de (TR-27) producida.

Q planeada: Cantidad de (TR-27) planeada.

### **1.3.3.2. Eficiencia**

Logro de un objetivo planteado a un menor costo unitario en los recursos financieros, humanos y tiempo (Mejía, 1998. P. 2)

PETROPERU (2008) “Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un determinado fin” (p. 1)

Se logra reduciendo las paradas imprevistas en las maquinas, la falta de materiales, el desbalanceo de producción y retraso en los suministros. (Gutiérrez, 2010, p. 22)

#### **Fórmula 4: Eficiencia del proceso**

$$EFICIENCIA = \frac{T \text{ Útil}}{T \text{ Otorgado}} \times 100\%$$

Donde:

T Útil: Tiempo útil

T Otorgado: Tiempo disponible

#### **1.3.4. Muestreo de aceptación**

Consiste en inspeccionar una muestra de un lote de productos que se recibe de un proveedor o de un proceso, con el fin de tomar la decisión de aceptar o rechazar el lote solicitado considerando que es solo una estrategia que brinda un margen de nivel de seguridad mas no mejora la calidad.(Gutiérrez, 2010, pp. 303-304).

NTP-ISO 2859 (2008), menciona que los planes de muestreo “no se limitan a la inspección de:

- a) Unidad de producto final;
- b) Componentes y materias primas;
- c) Operaciones;
- d) Materiales en proceso;
- e) Suministros almacenados;
- f) Operaciones de mantenimiento;
- g) Datos o registro; y
- h) Procedimientos administrativos.” (p. 1).

#### **Tipos de planes de muestreo**

Se divide en dos tipos atributos y variables. El plan por variable, consiste en tomar una muestra al azar de un lote revisar al 100% esas unidades considerando solo una característica que puede ser física o química como longitud y resistencia donde luego se realizan operaciones estadísticas si se acepta o rechaza el lote. Por otro lado; El plan por atributo, donde se extrae una o más muestras de un lote donde el número de unidades con defecto decide si se acepta o no el lote. (Gutiérrez, 2010, pp. 305-306).

## Muestreo por atributos

Para hablar de muestro por atributos Gutiérrez, nos menciona que:

Los planes por atributos se clasifican a su vez según el número de muestras que se requieren para tomar la decisión. En el **plan de muestreo simple** ( $n, c$ ) se toma una muestra de tamaño  $n$ , si en la muestra se encuentra  $c$  o menos unidades defectuosas, el lote es aceptado, en otro caso rechazado. [...] el **plan de muestreo doble** se toman hasta dos muestra para decidir aceptar o no. La idea es tomar una primera muestra pequeña para detectar los lotes muy buenos o los muy malos, y cuando con la primera no se puede decidir, entonces se toma la segunda para llegar a una conclusión definitiva. [...] El **plan de muestreo múltiple** es una extensión del concepto del muestreo doble, en el que se toma una muestra inicial considerablemente pequeña, y si con esta se obtiene evidencia de muy buena o mala calidad, se toma la decisión en consecuencia; sino, se toma una segunda muestra y se trata de decidir; si todavía no es posible, se continua con el proceso hasta tomas la decisión de aceptar o rechazar. (Gutiérrez, 2010, p. 306).

Actualmente en el Perú existe una norma técnica que usa el plan de muestreo por atributos.

### NTP-ISO 2859-1

Para llevar a cabo el plan de muestreo, en el Perú se usa la norma técnica peruana NTP-ISO 2859-1:2013 Procedimiento de muestreo para inspección por atributos.

Su propósito es inducir a los proveedores, a través de la presión psicológica y económica, a la no aceptación de lotes para mantener un proceso promedio al menos tan bueno como el límite de calidad aceptable LCA especificado, y al mismo tiempo proporcionar un límite superior para el riesgo del consumidor de aceptar ocasionalmente un lote pobre. (NTP-ISO 2859-1, 2008, p. 1).

Para el desarrollo de esta norma se usa una tabla muy importante que nos ayudara a fijar las muestras así como los números de las unidades de aceptación y rechazo de un lote.

### Military Standard 105E (MIL STD 105E)

Gutiérrez, nos menciona que:

Para diseñar planes con MIL STD 105E se usa principalmente el nivel de calidad aceptable NCA o AQL. [...] **La inspección normal** se usa al iniciar una actividad de inspección. **La inspección severa** se establece cuando el vendedor ha tenido un mal comportamiento en cuanto a la calidad convenida. [...] **La inspección reducida** se aplica cuando el vendedor ha tenido un comportamiento bueno en cuando a calidad (2010, p. 321).

Además Gutiérrez (2010), nos afirma sobre los AQL que “Es práctica común escoger un NCA= 1.00% para defectos mayores y NCA=2.5% para defectos menores. Ningún defecto crítico debe ser aceptado, aunque a veces se usan NCA menores que 0.10%.” (p. 321).

### Diseño de un esquema de muestreo con MIL STD 105E

Para empezar un plan de muestreo usando las tablas del MIL STD 105E, debemos respetar uno por uno los siguientes pasos:

- a) Reconocer el tamaño del lote.
- b) Establecer el NCA o AQL.
- c) Escoger un nivel de inspección entre especial y general, el estándar es el general II (ver tabla n°10).
- d) Buscar la intersección de la cantidad del “tamaño de lote” con el nivel general “II” en la tabla n°10.
- e) Determinar el tipo de plan de muestreo (simple, doble o múltiple).
- f) Ubicar la letra en la tabla n°11, luego reconocer el tamaño de la muestra e intersecarlo con la columna donde se ubica el NCA.
- g) Revisar las unidades de las Ac y Re, para aceptar o rechazar el lote.

**Tabla n°10: Letras de código para el tamaño de la muestra (MIL STD 105E)**

Tamaño del lote	Niveles especiales de inspección				Niveles generales de inspección		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 a 8	A	A	A	A	A	A	B
9 a 15	A	A	A	A	A	B	C
16 a 25	A	A	B	B	B	C	D
26 a 50	A	B	B	C	C	D	E
51 a 90	B	B	C	C	C	E	F
91 a 150	B	B	C	D	D	F	G
151 a 280	B	C	D	E	E	G	H
281 a 500	B	C	D	E	F	H	J
501 a 1 200	C	C	E	F	G	J	K
1 201 a 3 200	C	D	E	G	H	K	L
3 201 a 10 000	C	D	F	G	J	L	M
10 001 a 35 000	C	D	F	H	K	M	N
35 001 a 150 000	D	E	G	J	L	N	P
150 001 a 500 000	D	E	G	J	M	P	Q
500 001 y más	D	E	H	K	N	Q	R

Fuente: Gutiérrez (2010)

**Tabla n°11: Tabla para inspección normal: Muestreo simple (ML STD 105E)**

Características de lote o tamaño de muestra	Tamaño de muestra	Nivel aceptable de calidad, NAC, en porcentaje de ítems no conformes o no conformidades por 100 ítems (inspección normal)																									
		0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1 000
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A	2																										
B	3																										
C	5																										
D	8																										
E	13																										
F	20																										
G	32																										
H	50																										
J	80																										
K	125																										
L	200																										
M	315																										
N	500																										
P	800																										
Q	1 250																										
R	2 000																										

↘ Use el primer plan de muestreo debajo de la flecha. Si el tamaño es igual o excede el tamaño del lote lleve a cabo inspección 100%

↗ Use el primer plan de muestreo arriba de la flecha

Ac :Número de aceptación

Re :Número de rechazo

Fuente: NTP-ISO 2859-1, (2008)

### 1.3.5. Mantenimiento preventivo

Para Kanawayt, afirma que el mantenimiento preventivo:

Consiste en diagnosticar las necesidades de mantenimiento de la máquina que van desde la simple lubricación y engrase hasta reparaciones preventivas más complicadas. Los factores que se han de tomar en consideración son la emisión de ruido, las vibraciones, los cambios de temperatura y la producción defectuosos, así como un análisis de los registros anteriores de rendimiento y mantenimiento para prever cuando es inminente una interrupción. (1996, p. 246).

Hernández y Vizán (2013) nos mencionan que el mantenimiento preventivo “Es la reducción del número de paradas como consecuencia de averías imprevistas. En su planteamiento tradicional, el mantenimiento preventivo se basa en paradas programadas para realizar una inspección detallada que evite fallos posteriores. (p. 163).

### Ventajas

Para hablar de las ventajas del mantenimiento preventivo Cabrera, nos menciona que:

1. Disminuye el tiempo ocioso, hay menos paros imprevistos.

2. Disminuye los pagos por tiempo extra de los trabajadores de mantenimiento en ajustes ordinarios y en reparaciones en paros imprevistos.
3. Disminuye los costos de reparaciones de los defectos sencillos realizados antes de los paros imprevistos.
4. Habrá menor número de productos rechazados, menos desperdicios, mejor calidad y por lo tanto el prestigio de la empresa crecerá.
5. Habrá menor necesidad de equipo en operación, reduciendo con ello la inversión de capital y aumenta la vida útil de los existentes.
6. Mayor seguridad para los trabajadores y mejor protección para la planta.
7. Cumplimiento con los cupos y plazos de producción comprometida
8. Conocer anticipadamente el presupuesto de costos de mantenimiento
9. Conocer los índices de productividad por sector.
10. Accionar armónico del servicio de mantenimiento para atender la producción. (2017, pp. 54-55)

## **1.4. Formulación del problema**

### **1.4.1. Problema general**

¿De qué manera la implementación del sistema Kanban mejora la productividad en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.?

### **1.4.2. Problemas específicos**

¿De qué manera la implementación del sistema kanban mejora la eficacia en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.?

¿De qué manera la implementación del sistema kanban mejora la eficiencia en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.?

## **1.5. Justificación del estudio**

### **1.5.1. Justificación económica**

La presente investigación permitirá reducir las pérdidas económicas por productos defectuosos o reprocesos generados por un incorrecto método de trabajo lo que permitirá maximizar la productividad mediante la reducción de tiempos improductivos.

### **1.5.2. Justificación técnica**

Implementando el sistema kanban se obtendrá resultados como un flujo de materiales ordenados en todo el proceso, de lo cual también lo hace más flexible de una manera de

poder entregar solo los productos cuando sean requeridos manteniendo una buena calidad, logrando de por si ventajas competitivas.

### **1.5.3. Justificación social**

El presente trabajo de investigación permitirá a los colaboradores que realicen un trabajo ordenado reduciendo así la sobrecarga de trabajo que se presentan en los procesos, de esta manera también el personal estará incentivado a confiar en su capacidad de poder corregir algún proceso que presente alteración en el producto o sino comunicar de aquella alteración, también mejorara la comunicación interna en el área de producción ya que cada colaborador será responsable en cada proceso.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis general**

La implementación del sistema kanban mejora la productividad en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.

### **1.6.2. Hipótesis específicos**

La implementación del sistema kanban mejora la eficacia en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.

La implementación del sistema kanban mejora la eficiencia en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo general**

Determinar como la implementación sistema Kanban mejora la productividad en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.

### **1.7.2. Objetivos específicos**

Establecer como la implementación del sistema kanban mejora la eficacia en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.

Establecer como la implementación del sistema kanban mejora la eficiencia en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.

## **II. MÉTODO**

## **2.1. Tipo y Diseño de investigación**

El proyecto de investigación, consiste en la implementación del sistema kanban en una empresa de manufactura que produce tapas para radiadores, en la cual se obtendrá como resultado la mejora de la productividad en el área de producción de tapas para radiador, por lo tanto, se encuentra un diseño experimental, Entendiéndose según Gómez (2006) define al diseño experimental como, “Un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes, para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes dentro una situación de control creada por el investigador” (p. 87)

La presente investigación se basara en el diseño cuasi-experimental.

Bernal (2010), nos afirma que en la investigación cuasi experimental “hay poca manipulación de las variables independientes y ningún control de las variables exógenas, los sujetos no son asignado aleatoriamente a los grupos sino que se obtiene información tal como y se encuentren los grupos” (p. 147)

### **2.1.1. Tipo de investigación**

#### **Aplicada:**

Este tipo de investigación es diferente a las demás por contener intenciones muy claras. Se centra en investigar para realizar cambios en un cierto sector de la realidad a investigar. (Carrasco, 2012, p. 43).

### **2.1.2. Nivel de investigación**

#### **Descriptiva:**

Marín (2008) afirma que el nivel descriptivo “se caracteriza un objeto de estudio o una situación concreta, señalar sus particularidades y propiedades, sirve para ordenar, agrupa o sistematizar los objetos involucrados en el trabajo” (p.1)

#### **Explicativa:**

Conducen a una comprensión del fenómeno a estudiar, enfocándose a las causas y resolviendo preguntas. En la mayoría de casos se elige este nivel de investigación por el

manejo que se le hacen a las variables, cuáles pueden ser mayor o menor grado de participación. (Tesis de investigación, 2011, p. 1)

Según el enfoque es: cuantitativo

## **2.2. Operacionalización de variables**

### **2.2.1. Definición conceptual**

Variable independiente: Sistema kanban

Para Pérez (2008), el sistema kanban “Va a permitir reducir el nivel de inventario es como implantar una dieta a base de inventarios al área de producción, que lograr racionalizar las operaciones y también descubrir aquellos cuellos de botella y otros problemas” (p. 17)

Variable dependiente: Productividad

Para Ramos (2001) define a la productividad como, “la medida de lo bien que se ha combinado y utilizado los recursos para cumplir los resultados deseables. Es a fin de cuentas una razón entre la efectividad de la producción total y la eficiencia con que se emplearon los recursos totales consumidos.”(p. 10).

### **2.2.2. Definición operacional**

Variable independiente: Sistema kanban

El sistema kanban en la empresa se realizará a través de la exactitud del inventario y la reducción de los productos defectuosos.

Variable dependiente: Productividad

Mejorar la productividad se realizara mediante la eficacia y la eficiencia.

**Tabla n°12: Matriz de operacionalización de variable**

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Ítems	Escala
Variable independiente	Sistema kanban  Para Perez (2008), el sistema kanban "Va a permitir reducir el nivel de inventario es como implantar una dieta a base de inventarios al area de produccion, que lograr racionalizar las operaciones y tambien descubrir aquellos cuellos de botella y otros problemas" (p. 17)	El sistema kanban en la empresa se realizará a través de la exactitud del inventario y la reducción de los productos defectuosos.	Exactitud de inventario	$ERI = \left[ \frac{IS - IF}{IS} \right] \times 100\%$ IS: Inventario en el sistema de los accesorios de la tapa para radiador IF: Inventario fisico o real de los accesorios de la tapa para radiador	1	Razón
			Producto defectuoso	$P.D. = \frac{TPD}{TPP} \times 100\%$ TPD = Total de productos defectuosos (TR-27) TPP= Total de productos producidos (TR-27)	2	Razón
Variable dependiente	Productividad  Para Ramos (2001) define a la productividad como "la medida de lo bien que se ha combinado y utilizado los recursos para cumplir los resultados deseables. Es a fin de cuentas una razón entre la efectividad de la producción total y la eficiencia con que se emplearon los recursos totales consumidos"(p. 10).	La mejora de la productividad se realizará mediante la eficacia y la eficiencia.	Eficacia	$EFICACIA = \frac{Q \text{ producida}}{Q \text{ planeada}} \times 100\%$ Q producida: Cantidad de (TR-27) producida. Q planeada: Cantidad de (TR-27) planeada.	3	Razón
			Eficiencia	$EFICIENCIA = \frac{T \text{ Útil}}{T \text{ Otorgado}} \times 100\%$ T Útil: Tiempo útil T Otorgado: Tiempo disponible	4	Razón

**Fuente: Elaboración propia**

## **2.3. Población, muestra y muestreo**

### **2.3.1. Población**

Conjunto de todos los objetos de estudio que presentan una o varias series de especificaciones o características que contiene presentan términos de alcance, contenido, lugar y tiempo. (Gómez, 2006, p. 110)

En la presente investigación, la población es la producción diaria de tapas para radiador del modelo TR-27. En el periodo de un mes de 25 días hábiles.

### **2.3.2. Muestra**

Es un sector o un sub grupo representativo de la población, por lo tanto se espera obtener información la cual está sobre la medición y observación de variables dentro de la investigación. (Bernal, 2010, p. 177)

En la investigación presente, la muestra es igual a la población que es la producción diaria de tapas para radiador del modelo TR-27. En el periodo de un mes de 25 días hábiles.

### **2.3.3. Muestreo**

Acción de determinar de qué parte de una población se debe recolectar la información para la investigación. (Gómez, 2006, p. 109)

Existen dos tipos de muestreo: Probabilísticas; Todos los objetos de la población cuentan con igual de probabilidades para ser parte de una muestra. Y la No probabilísticas; en este tipo los objetos de estudio no se enfocan en la probabilidad, más bien de causas que tienen que ver con las características de la investigación. (Gómez, 2006, p. 111)

En la presente tesis no se escoge ningún tipo de muestreo ya que la muestra es igual a la población.

### **2.3.4. Unidad de Análisis**

Indica quienes van a ser medidos, es decir el sujeto o los sujetos que son objeto de estudio. (Gómez, 2006, p. 115)

En la presente tesis, la unidad de análisis son las tapas para radiador del modelo TR-27.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **Técnicas**

Existen varias técnicas para la recolección de información en una investigación, depende de los enfoques cuantitativos o cualitativos se clasifican en encuestas, entrevistas, observación y etcétera. (Bernal, 2010, p. 192)

En la presente investigación las técnicas a usar serán: la observación directa como fuente primaria al igual que los formatos.

### **Instrumentos de recolección de datos**

Son documentos, formatos o equipos que nos permiten registrar datos visibles o reales que grafican la participación de nuestras variables a medir para una investigación, es decir captura la realidad que se desea capturar. (Gómez, 2006, p. 122).

Se va a evaluar y analizar los cambios que se van a producir con la propuesta de mejora ya sea positiva o negativa a través de una ficha de exactitud de registro de inventario, ficha de producto defectuosos, ficha de registros de eficacia y eficiencia, para poder realizar el estudio. El instrumento a usar, será el cronometro para poder calcular los indicadores de este estudio y una ficha física hecho en el programa Excel.

### **Validez**

Según Bernal (2010) opina respecto a la validez como “Cuando va a permitir medir aquello para lo cual está destinado e indica el grado con que pueden inferirse conclusiones a partir de resultados obtenidos” (p. 247)

Sera realizado por el juicio de tres ingeniero expertos, que poseen experiencia en el tema de investigación de la escuela de ingeniería industrial de la Universidad Cesar Vallejo, lo cual revisaran el contenido integral de las fichas de observación, el contenido del plan de investigación y los registros de datos recogidos usando las fichas propuestas.

### **Confiabilidad**

Según Gómez (2006) afirma que “La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto de estudio produce resultados iguales” (p. 122).

La confiabilidad de todos los datos en la presente investigación, son datos obtenidos de registros que son parte de su base de datos de la empresa Industria CROM S.R.L.

**Imagen n°2: Cronometro Q&Q HS45**



**Fuente: Elaboración propia**

La imagen n°2, nos muestra al cronometro que se usara para la toma de tiempos en la diferentes operaciones del proceso. Esta posee las siguientes características:

- Horas, minutos, segundos, 1/100 de segundo (hasta 10 horas).
- Memoria de 10 vueltas/tiempo parcial.
- Mejor vuelta, peor vuelta y promedio.

## **2.5. Métodos de análisis de datos**

Gómez (2012) afirma que el análisis de datos “Permite segregarse la información o eliminar la que tiene menor importancia, para asegurar la presentación de la información más relevante” (p. 71)

El análisis a usar en esta investigación es el descriptivo y el inferencial. Por lo que se observara la conducta de datos de la implementación del sistema kanban, lo cual usaremos técnicas y herramientas adecuadas que nos permitan registrar la conducta de los variables. Se evaluarán las hipótesis mediante el programa estadístico SPSS, con los datos recolectados se escogerá la prueba Kolmogorov smimov cuando es mayor a 40 de caso contrario se aplicara el Shapiro Wilk.

## **2.6. Aspectos éticos**

El investigador del proyecto llamado: Implementación del sistema kanban para mejorar la productividad en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L., Los Olivos, 2017, respeta los derechos del autor, por ello se ha citado correctamente las definiciones u opiniones de los investigadores con el apoyo del

manual ISO 690, de esta forma se cumple la normativa establecida por la escuela de ingeniería industrial. De igual manera se compromete a respetar los resultados obtenidos en el desarrollo del trabajo.

## 2.7. Desarrollo de la propuesta

### 2.7.1. Situación actual

#### a. Reseña Histórica

Industria CROM S.R.L., fue creada en el año 2008 es una microempresa perteneciente al rubro metalmeccánico (CIU 2930), dedicada a la fabricación de tapas para radiador, de sistema abierto y cerrado, tapas para tanque de gasolina, terminales de bronce para baterías, boquillas de bronce para radiadores asimismo brindando el servicio de matricería. Actualmente el grupo de trabajo está formado por un matricero, dos prensistas y un operario, que están dispuestos a brindar un producto y servicio de calidad a todos los clientes.

#### b. Mercado

Industria CROM S.R.L. busca posicionarse en el sector de accesorios para autos actualmente tiene un promedio de ventas de S/. 18 765.58 mensuales, espera un crecimiento del 10% en los próximos años. Actualmente la empresa posee competidores nacionales como internacionales.

**Tabla n°13: Principales competidores de en el producto de Tapa para Radiador**

Tapa para Radiador			
Pais	Marca	S/. Precio	Imagen
China	Jagan	S/. 3.00	
Perú	CROM	S/. 5.00	
Colombia	Titan	S/. 12.00	
Japonesa	DRG	S/. 35.00	

**Fuente: Elaboración propia**

En la tabla n°13, se aprecia a los principales competidores de la empresa en el producto tapa para radiador. La mayoría de productos son provenientes fuera del país, Industria CROM S.R.L. ofrece un producto de acuerdo al mercado peruano está dispuesto a pagar, sin dejar

de brindar un producto de calidad. Está en observación, producir una Tapa para Radiador de mayor calidad que presente competencia directa a las marcas Top del sector.

### c. Ventas

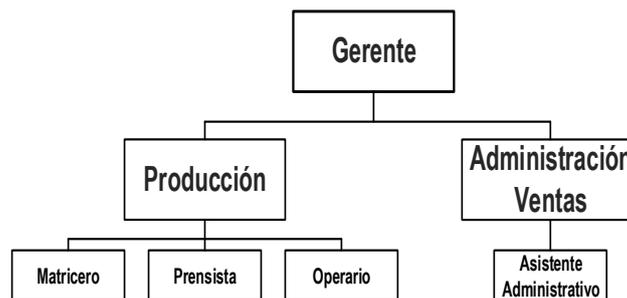
Industria CROM S.R.L. tiene variedad de clientes como algunas tiendas distribuidoras de autopartes - accesorios para autos, personas naturales e industria Panther's siendo este último su mayor cliente.

### d. Compras

Las compras se realizan de diferentes zonas de lima y callao, la cual algunos brindan transporte de los insumos hacia la fábrica. Nuestro principales proveedores de insumos son TRADI S.A., Jn Aceros S.A., H&N Empaquetaduras S.A.

### e. Organigrama

**Figura n°15: Organigrama de Industria CROM S.R.L.**



**Fuente: Elaboración propia**

La figura n°15, nos muestra el organigrama de la empresa, en la cual está formada por la gerencia, un asistente administrativo, un matricero, dos prensistas y un operario.

En el área de producción es donde se analizara los procesos involucrados con la finalidad de obtener información para el estudio.

### f. Productos de la empresa

A continuación en la tabla n°14 se muestra los productos que ofrece la empresa Industria CROM S.R.L.

**Tabla n°14: Productos que elabora Industria CROM S.R.L.**

Fotografía	Producto	Descripción	Composición
	TR-27	Tapa para radiador de autos, cuya boquilla sea de 19.7mm x 27.0mm	-Acero LAF e Inox -Jebe Nitrilo -Resorte (0.4,0.9,1.1 bar) -Válvula
	TR-41	Tapa para radiador de autos, cuya boquilla sea de 22.0mm x 15.5mm	-Acero LAF e Inox -Jebe Nitrilo -Resorte (0.4,0.9,1.1 bar) -Válvula
	TRG (Tapa para radiador Grande)	Tapa para radiador de autos, cuya boquilla sea de 45.0mm x 30.0mm	-Acero LAF e Inox -Jebe Nitrilo -Resorte (0.4,0.7,0.9,1.1 bar) -Válvula
	Tapa Simple	Tapa para radiador de autos, de sistema cerrado cuya boquilla mida 19.7mm x 27.0mm	-Acero LAF -Jebe Natural
	Tapa Tanque de gasolina	Tapa para tanque de gasolina, de las marcas Toyota y Nissan.	-Acero LAF -Jebe Natural
	Boquillas para radiador	Boquilla de bronce para radiador (19.7mm x 27.0mm)	-Bronce
	Terminal para batería	Terminal para batería de bronce en medidas de 1/2" y 3/4"	-Bronce

**Fuente: Elaboración propia**

### **g. Análisis de la transformación del material en el área de producción**

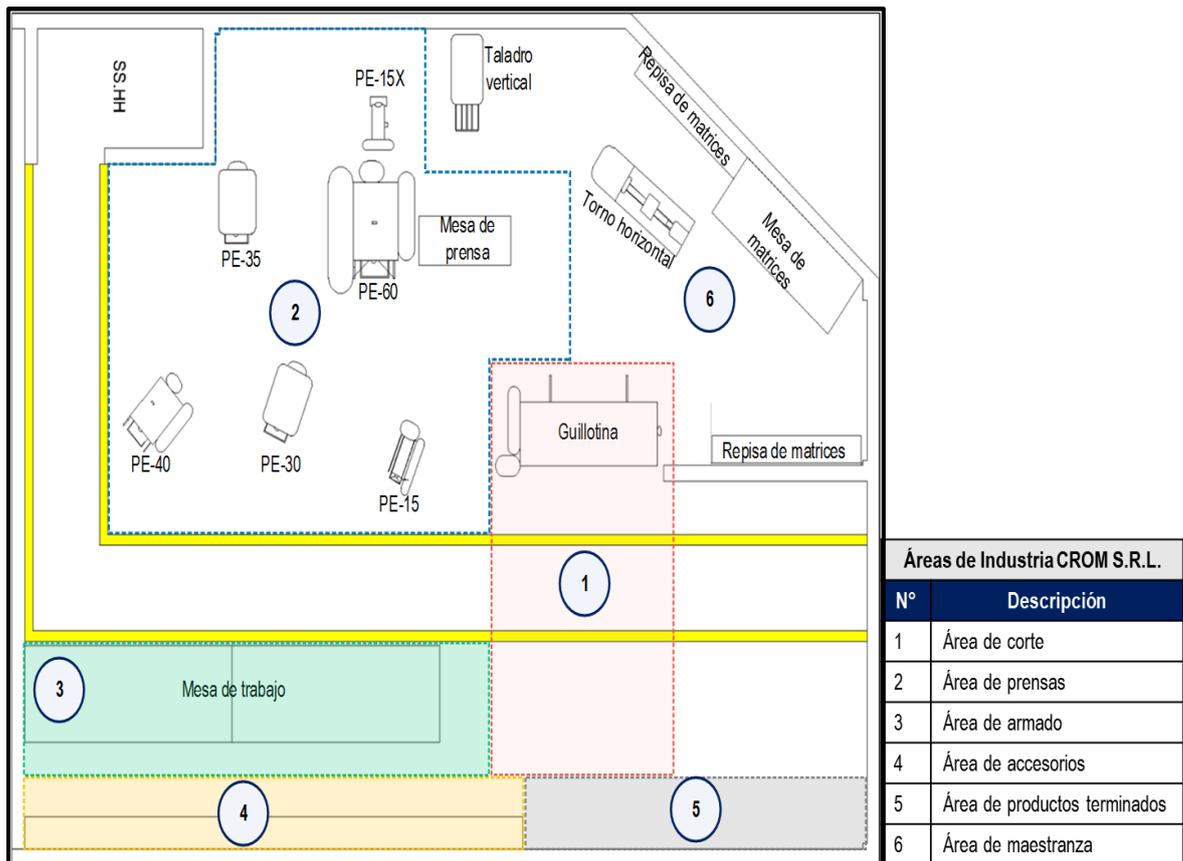
La producción en la empresa se basa en la demanda promedio, también es bajo pedido según las necesidades del cliente.

Industria CROM S.R.L., está formada por las siguientes áreas de producción:

- **Área de corte:** En esta área se realiza los cortes de las planchas LAF e Inoxidables, en tiras del tamaño que se necesite para elaborar el accesorio de la tapa para radiador, en esta área se usa la maquina Guillotina Industrial para los cortes.
- **Área de prensas:** Esta área se realiza el corte de las tiras de acero y el remachado, en las matrices que están colocadas en las prensas excéntricas, actualmente está formada por 6 prensas excéntricas.
- **Área de accesorios:** En esta área es donde se colocan los accesorios de la tapa para radiador hechos por la empresa, también otros accesorios como los resortes, remaches y bolsas que se obtienen de proveedores.
- **Área de armado:** En esta área se realiza el armado de la tapa para radiador (1ra fase y 2da fase), el armado para el proceso de remachado y para el proceso de cerrado.

- **Área de producto terminado:** En esta área se acomodan los productos ya terminados que están en cajas listas para la venta.
- **Área de maestranza:** En esta área se realiza las creaciones, correcciones, mantenimiento a las matrices, así mismo está formada por maquinas como el torno horizontal, taladro y esmeril.

**Imagen n°3: Sub áreas del área de Producción de la empresa Industria CROM S.R.L.**



Fuente: Elaboración propia

#### **h. Recursos de producción**

- **Recurso y talento humano de producción:** Se necesita del talento humano para llevar acabo las actividades de producción y cumplir con los requerimientos de los productos que exige el mercado.

El talento humano que cuenta la producción posee experiencia en el rubro, siendo distribuido en 8 horas diarias de lunes a viernes y los sábados de 5 horas.

- **Recurso de máquinas y equipo:** La maquinaria y los equipos presentes en la empresa poseen características diferentes para los diferentes procesos de producción además nos ayudara a definir la capacidad de producción de la planta.

**Tabla n°15: Maquinaria y equipos que posee Industria CROM S.R.L.**

ÁREA	MAQUINA - EQUIPO
Corte	Guillotina industrial motorizado
Prensas	Prensa excéntrica 60 tn
	Prensa excéntrica 40 tn
	Prensa excéntrica 35 tn
	Prensa excéntrica 30 tn
	Prensa excéntrica 15 tn
	Prensa excéntrica 15 tn
Maestranza	Torno Horizontal
	Talado vertical
	Esmeril de pared 6"

**Fuente: Elaboración propia**

En la tabla n°15, se menciona las máquinas y equipos que usa la empresa en la producción de tapas para radiador, cabe resaltar que en el área de ensamblaje se usa una herramienta configurada por la empresa para el proceso de cerrado de tapas de radiador.

- **Recurso espacio físico:** Es el área o lugar donde están presentes las maquinarias y equipos, también se denomina como el espacio donde se transforman los insumos hasta el producto final que es la tapa para radiador.
- **Recurso de tiempo:** Es un recurso que analizaremos en la investigación, es un recurso que no se puede recuperar una vez que ya comenzó, por lo tanto lo consideramos un recurso crítico. El tiempo laborable en la empresa es de ocho horas de lunes a viernes con una hora de refrigerio y los sábados de cinco horas sin refrigerio.

**Tabla n°16: Tiempos de trabajo y almuerzo en Industria CROM S.R.L.**

HORARIO	TIEMPO ( hh/mm/ss)		MOTIVO
	Lunes - Viernes	Sábado	
8:00 am - 1:00 pm	5:00:00	5:00:00	Trabajo
1:00 pm - 2:00 pm	1:00:00	-	Almuerzo
2:00 pm - 5:00 pm	3:00:00	-	Trabajo
<i>Tiempo de trabajo</i>	<i>8:00:00</i>	<i>5:00</i>	
<i>Tiempo de descanso</i>	<i>1:00:00</i>	-	

**Fuente: Elaboración propia**

En la tabla n°16, se muestra la jornada laboral de los días de la semana. De lunes a viernes la jornada es de 8 horas mientras que los sábados es de 5 horas.

#### **i. Elección del producto de estudio**

La selección del producto a realizar el estudio es importante, actualmente Industria CROM S.R.L., cuenta con diversos productos a continuación se mencionara los procesos respectivos que se requieren para su transformación.

**Tabla n°17: Lista de procesos y productos de la empresa**

Procesos Generales	Productos						
	TR-27	TR-41	TRG	Tapa simple	Tapa Gasolina	Boquilla	Terminal batería
Corte(s)	9	8	9	2	4	1	1
Numero de Matrices a usar	12	11	10	2	3	5	4
Zincado	x	x	x	x	x		
Armado	x	x	x		x		
Remachado	x	x	x		x		
Válvula	x	x	x				
Cerrado	x	x	x				
Etiquetado	x	x	x				
Encajado / Embolsado	x	x	x	x	x	x	x
<i>Total</i>	<i>28</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>6</i>	<i>11</i>	<i>7</i>	<i>6</i>

*x, se considera como 1 para realizar la suma de procesos.*

**Fuente: Elaboración propia**

En la tabla n°17, se muestra a todos los productos de lo cual el modelo TR-27 tiene mayor número de procesos y uso de matrices para su transformación.

Luego de haber escogido el producto, se debe realizar la exclusión de qué medida de TR-27 se va a estudiar, como se sabe hay tres medidas de la TR-27 las cuales son:

- TR-27 , de 0.4 bar
- TR-27 , de 0.9 bar
- TR-27 , de 1.1 bar

Ahora se realizara la exclusión de qué medida de TR-27 vamos a estudiar, sabiendo cuál de ellos tiene mayor presencia de ventas.

**Tabla n°18: Ventas promedio de la Tapa para radiador modelo TR-27**

PRODUCTO	VENTAS	% VENTAS
TR-27, 0.4	1000	40%
TR-27, 0.9	1250	50%
TR-27, 1.1	250	10%
<i>Total</i>	<i>2500</i>	<i>100%</i>

**Fuente: Elaboración propia**

Como se puede observar en la tabla n°18, la TR-27 que mayor porcentaje de ventas posee es de 0.9 bar, ya que tiene un porcentaje de 50% comparándolo con los de 0.4 bar y 1.1 bar.

### 2.7.1.1. Diagnóstico de principales causas

Para realizar el diagnóstico de las principales causas, según la información recopilada en la tabla del número de ocurrencias de las causas encontradas en la empresa (ver tabla n°5), son las que representan el 80% de defectos que causan la baja productividad, por lo tanto se estudiarán cada uno de ellas en la situación actual en las que se encuentran.

Tabla n°19: Numero de ocurrencias de las causas encontradas

CAUSAS		FRECUENCIA	%TOTAL	% ACUMULADO
C8	Metodos inadecuados de trabajo	5	18%	18%
C1	Productos con defectos	4	14%	32%
C9	Inexactitud de inventario	4	14%	46%
C2	Variacion calidad de insumos	3	11%	57%
C3	Exceso de sobretiempos	3	11%	68%
C6	Desgaste de matrices	3	11%	79%
C4	Ausencia de capacitaciones	2	7%	86%
C5	Maquinas antiguas	2	7%	93%
C7	Espacio reducido	2	7%	100%
TOTAL		28	100%	

Fuente: Elaboración propia

#### A) Método inadecuado

Respecto a los métodos inadecuados de trabajo, la empresa Industria CROM S.R.L., cuenta con 9 procesos para la producción de Tapa para radiador (TR-27) las cuales son: Corte, Prensado, Zincado, Armado, Remachado Tapa, Cerrado, Remachado válvula, Etiquetado y Encajado.

#### CORTE:

Se empieza por recibir la orden de producción por el gerente, la cual se da inmediatamente cuando viene acompañado con la plancha de acero LAF (0.8 mm de espesor) que son para las tapas o Acero Inoxidable (0.30mm o 0.40mm o 0.45mm o 0.50mm de espesor) o Rollo de jebe (SBR de 1mm de espesor o NBR de 1.5mm) que son para los accesorios internos de la tapa para radiador; Para el caso de planchas LAF e inoxidable se acomoda la plancha en los soportes de la guillotina con la ayuda de dos caballetes luego se revisa la medida del accesorio a producir en el “cuaderno de medidas de corte” y se habilita con la medida establecida para el corte de la plancha en tiras, luego se recoge las tiras del suelo y se las lleva a la prensa donde seguirá con el proceso. En el caso de rollos de jebe, este se tiende en la mesa de trabajo luego se revisa la medida del accesorio a producir (Jebe tapa – Jebe

válvula) entonces se procede a medir con la ayuda de una regla (22cm – 18cm) marcando con lapicero hasta la medida después con una regla de fierro se prolonga las marcas, una vez marcada la línea se procede a cortar con la ayuda de una tijera para luego dirigirla a la prensa donde está ubicada dicha matriz.

### **PRENSADO:**

Se recibe las tiras de acero o de jebe, este proceso comprende dos actividades: Instalación de matriz y Prensado de tiras. Primero, se busca la matriz del accesorio (que pueden ser de tipo Corte, Combinada y Presión) a producir en la repisa de matrices ubicada en el área de maestranza para luego instalarla en la prensa que es asignada para ese tipo de matriz o en otra prensa que se encuentre libre. Una vez instalada la matriz, se realiza la 1ra prueba de prensado con una tira, al obtener el accesorio se verifica si su medida está dentro del margen aceptable de ser correcto se procede a ajustar bien los pernos de la calza como los de la prensa misma, de ser incorrecto se debe calibrar la distancia del husillo de la prensa hasta la medida del accesorio este dentro del margen aceptable. Luego se busca una caja para llenar ahí los accesorios a producir, en el caso de las tiras de LAF con la ayuda de un trapo aceitado se procede a darle una ligera pasada antes de empezar el prensado de tiras. Dentro de este proceso para las tapas (T180-L) están las transformaciones de: Moldeado (usa una matriz de tipo combinada, Marcado (usa una matriz de tipo presión) y Doblado (estos dos últimos usan una matriz de tipo presión).

### **ZINCADO:**

Para realizar este proceso, la empresa debe recurrir al servicio de Zincado electrolito (recubrimiento de zinc al metal) que solo se aplica a la tapa para aportar una mayor resistencia a la corrosión ya que este producto va estar en contacto con la variación de temperatura.

### **ARMADO:**

Se empieza por dirigirse al área de accesorios, una vez ahí se van recopilando los accesorios Tapa (T180-L), Plato (T230-I), Jebe tapa (T310-N) y Asiento (T430-I) para luego trasladarlos al área de Armado en una cubeta. Se vacía el contenido sobre la mesa de trabajo; Primero, se separan las tapas zincadas con la cara posterior sobre la mesa de trabajo, ya acomodadas se coloca el encima el Plato (T230-I) con el borde hacia arriba después sobre

ellos se coloca el Jebe tapa (T310-P) luego se coloca el Asiento (T430-I) cara posterior encima de ellos. Luego las tapas armadas se apilan de 4 unidades acomodándolos en una bandeja llevándolo hacia la PE-30.

### **REMACHADO TAPA:**

Para empezar el prensista debe provisionarse de los accesorios que usara en este proceso, dirigiéndose al área de accesorios, una vez ahí recopilar los accesorios Dedal (T550-I), Campana (T640-I), Resorte de tapa según el libraje ( pueden ser de 0.4 , 0.9 o 1.1) y Remache de aluminio (1/8 x 5/16) para luego trasladarlos a la PE-30. Primero, se separan los resortes sobre la bandeja de tapas armadas. Segundo, sobre un pequeño molde se coloca el Remache de aluminio (1/8 x 5/16) encima de este el Dedal (T550-I) seguidamente la Campana (T640-I) a esta actividad se le da el nombre de Armado 2.

Tercero, se enciende la máquina. Con la mano izquierda coge el Armado 2 para colocarlo en la base guía de la matriz. Luego con la mano derecha coge una tapa armada y a la vez con la mano izquierda coge un resorte acercándolos al centro de la máquina para acomodar con el resorte todos los accesorios de la tapa armada después se coloca sobre el armado 2 presionando hacia abajo hasta que el Remache de aluminio (1/8 x 5/16) salga por el agujero de Tapa (T180-L), es ahí donde se pisa el pedal de la PE-30 para que el Remache de aluminio (1/8 x 5/16) con la fuerza de la maquina permita unir los accesorios ya mencionados obteniendo así una Tapa Remachada colocándola en una caja lista para el siguiente proceso.

### **REMACHADO VÁLVULA:**

Este proceso solo se realiza en la prensa PE-15X, por las características que posee para realizar este tipo de trabajo. Para empezar este proceso primero se debe contar con los accesorios necesarios, por lo tanto el prensista debe dirigirse al área de accesorios y coger los siguientes accesorios dentro de una cubeta o caja: Chapa (V150-I), Jebe Válvula (V215-N), Platillo (V350-I), Remache de bronce (1/8 x 5/32) y Resorte inoxidable (0.3mm x 3.2mm x 8mm).

Primero, se deben separar los resortes inoxidables contándolos para mantener el control de las unidades a producir y colocarlas de manera ordenada sobre la mesa de apoyo. Apilar los accesorios restantes sobre la mesa de la prensa. Luego, sobre la base matriz se coloca el Remache de bronce (1/8 x 5/32) se ajusta con la manivela con dirección hacia la derecha

(ajustar), luego insertar el Resorte inoxidable encima la Chapa (V150-I) seguido del Jebe válvula (V215-N) con el Platillo (V350-I).

Segundo se presiona con las dos yemas de los pulgares hasta que el Remache de bronce (1/8 x 5/32) logre sobresalir de 2mm a 3mm es ahí donde se presiona el pedal de la PE-15X aplastando así el Remache de bronce (1/8 x 5/32), después se gira la manivela hacia la izquierda (desajustar) obteniendo una Válvula que se deposita en una caja de cartón y transportarlas a la mesa de trabajo ubicada en el área de Armado.

### **CERRADO:**

Para realizar este proceso se vacían los contenidos de las cajas de los procesos Remachado Tapa y Remachado Válvula sobre la mesa de trabajo. Para este proceso se usa una herramienta configurada parecida a un Hand Grip que contiene 4 puntas en la base.

Con una mano se coge una Válvula para luego colocarla dentro de la “Cerradora” mientras que la otra mano coge un Tapa Remachada para luego colocarla encima de la Válvula. Después, se coloca una mano encima de la Tapa remachada presionando hacia abajo mientras que la otra mano aprieta la herramienta por un segundo, esta operación sobre la herramienta hace que las 4 puntas deformen un poco la válvula para que se pueda enganchar a la Tapa Remachada y así obtener una Tapa para Radiador (TR-27).

### **ETIQUETADO:**

El operario se dirige al área de accesorios para coger el sticker necesario según la medida de la Tapa Cerrada (0.4, 0.9 o 1.1) para trasladarla a la mesa de trabajo. Con los dedos índice y pulgar de la mano derecha se despega el sticker de la plantilla mientras que con la otra mano se coge un Tapa Cerrada. Después, se coloca el sticker sobre la cara superior de la Tapa Cerrada respetando la posición donde debe ir. Por último se debe mantener las unidades en la mesa de trabajo.

### **ENCAJADO:**

El operario se dirige al área de accesorios para colocar dentro de una cubeta las Bolsas de Poliuretano (2.5” x 3”) y las Cajas Individuales (TR-27 de 0.4, TR-27 de 0.9 o TR-27 de 1.1) según la medida de la Tapa Cerrada para trasladarla a la mesa de trabajo ubicada en el área de Armado.

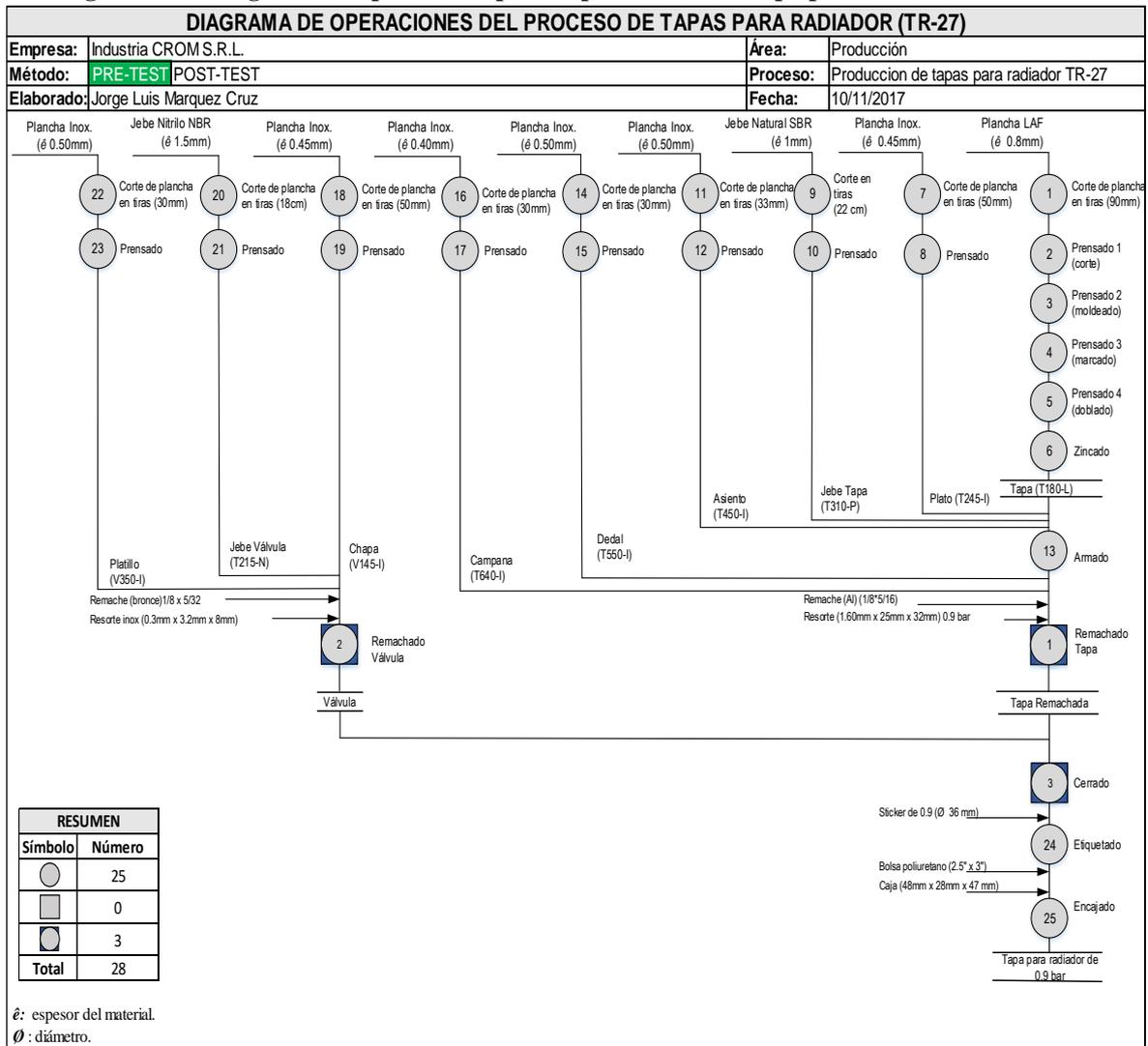
Primero, se embolsa una Tapa Rotulada apilando una sobre otra. Segundo, se arma la caja individual apilándolas. Tercero, se dobla la parte sobrante de la Bolsa de Poliuretano y se inserta en la Caja individual se cierra las orejas de las cajas y se apilan una sobre otras.

Seguidamente, todas las unidades encajadas se insertan dentro una cubeta para transportarlas al área de Productos terminados. Para finalizar las unidades producidas se registran en una pizarra acrílica con el siguiente formato: TR-27; 0.4 bar = 86 und.

### a. Diagrama de operaciones

Después de haber detallado los procesos que se realiza para la producción de tapa para radiador, se debe realizar el diagrama de operaciones (DOP) del producto a estudiar que en este caso es la tapa para radiador modelo TR-27.

Figura n°15: Diagrama de operaciones para la producción de Tapa para radiador modelo TR-27



Fuente: Elaboración propia

## b. Diagrama de proceso de flujo

Luego de haber realizado el diagrama de operaciones, se realiza el diagrama de proceso de flujo conocido también como DAP, lo cual para este diagrama tomaremos todas las áreas, procesos y actividades que se necesita para producir una tapa para radiador del modelo TR-27. Con la ayuda de este diagrama se obtendrá el resultado de actividades que agregan valor y las que no agregan valor. A continuación se mostrara los DAP de cada accesorio interno de la tapa para radiador (TR-27) y de los otros procesos generales para obtener el producto final.

### a) Tapa (T180-L)

Tabla n°20: DAP del accesorio Tapa (T180-L)

Industria CROM S.R.L.		ANÁLISIS DE FLUJO DEL PROCESO									
Proceso:	Producción del accesorio Tapa (T180-L)			Página	1 de 1		Estado	PRE-TEST		POST-TEST	
Elaborado por:	Jorge Luis Marquez Cruz	Fecha:	02/11/2017	Resumen	○	➡	□	▽	◇	Total	
Estado:	PRE-TEST	POST-TEST	Área:	Producción	Cantidad	23	29	6	0	0	58
Operario:	Prensista, Operario	Cantidad:	3	Tiempo (min)	159.80	28.50				188.30	
Comienza con:	Buscar caballetes con mes	Finaliza con:	Servicio de Zincad	Distancia (m)		138.00				138.00	
TAPA (T180L)											
Actividad	Descripción	○	➡	□	▽	◇	Tiempo (min)	Distancia (m)	Agrega Valor		
CORTE											
1	Buscar caballetes con mesa de apoyo						2.50	5.00		x	
2	Colocar caballetes y mesa, frente a la guillotina						1.25			x	
3	Recepción de Plancha LAF (0.8mm) / Colocar en mesa de apoyo						0.85			x	
4	Dirigirse a repisa de cuadernos						0.25	3		x	
5	Revisar medida de corte en el cuaderno (90mm)						0.25			x	
6	Dirigirse a la parte trasera de la guillotina						0.50	4.5		x	
7	Calibrar la guillotina con la medida a cortar						7.30			x	
8	Buscar aceitera / aceitar los tijerales						2.70	5		x	
9	Encender la guillotina						0.50			x	
10	Realizar el corte de plancha en 2 tiras						0.16			x	
11	Dirigirse a la parte trasera de la guillotina						0.25	1.5		x	
12	Revisar medida de la tira (correcto o no correcto)						0.36			x	
13	Regresar a la parte frontal de la guillotina						0.25	1.5		x	
14	Realizar corte de la plancha en tiras (24 tiras)						2.00			x	
15	Dirigirse a la parte trasera de la guillotina						0.25	1.5		x	
16	Recoger todas las tiras						1.25			x	
17	Transportar paquete de tiras entre (PE-40 o PE-35)						2.50	5		x	
PRENSADO 1- (Corte)											
18	Dirigirse a repisa de matrices						0.40	5		x	
19	Buscar "Matriz AA" (Corte - T180L) / Seleccionar						1.00			x	
20	Dirigirse a PE-40 o PE-35						0.50	6		x	
21	Colocación de Matriz AA						17.83			x	
22	Aceitado de tiras con la ayuda de un trapo						2.45			x	
23	Prueba de Prensado - Corte (1 tira)						0.45			x	
24	Calibrar el "husillo" de la Prensa Excentrica						2.00			x	
25	Buscar un recipiente para llenar las unidades						1.25	8		x	
26	Prensado 1 - Corte de tapa (1 tira) 25 veces						11.20			x	
27	Recoger unidades caidas						1.15	3		x	
28	Transportar recipiente a la PE-60						1.15	5		x	
PRENSADO 2- (Moldeado)											
29	Dirigirse a repisa de matrices						0.40	4		x	
30	Buscar "Matriz AB" (Moldeado - T180L) / Seleccionar						1.00			x	
31	Dirigirse a PE-60						0.40	4		x	
32	Colocación de Matriz AB						17.85			x	
33	Prueba de Prensado - Moldeado (1 und)						0.07			x	
34	Calibrar el "husillo" de la Prensa Excentrica						2.00			x	
35	Buscar un recipiente para llenar las unidades						1.25	8		x	
36	Prensado 2 - Moldeado de tapa (26 tiras < > 435 und)						28.33			x	
37	Recoger unidades caidas						1.15	3		x	
38	Transportar recipiente a la PE-40 o PE-35						1.00	3		x	

PRENSADO 3- (Marcado)										
39	Dirigirse a repisa de matrices							0.75	8	x
40	Buscar "Matriz AC" (Marcado - T180L) / Seleccionar							1.00		x
41	Dirigirse a PE-35							0.60	6	x
42	Colocación de Matriz AC							17.83		x
43	Prueba de Prensado - Marcado (1 und)							0.03		x
44	Calibrar el "husillo" de la Prensa Excentrica							2.00		x
45	Buscar un recipiente para llenar las unidades							1.50	8	x
46	Prensado 3 - Marcado de tapa (26 tiras < > 435 und)							13.12		x
47	Recoger unidades caidas							1.75	3	x
48	Transportar recipiente a la PE-15							0.50	5	x
PRENSADO 4- (Doblado)										
49	Dirigirse a repisa de matrices							0.75	7	x
50	Buscar "Matriz AD" (Marcado - T180L) / Seleccionar							1.25		x
51	Dirigirse a PE-15							0.75	7	x
52	Colocación de Matriz AD							17.83		x
53	Prueba de Prensado - Doblado (1 und)							0.03		x
54	Calibrar el "husillo" de la Prensa Excentrica							1.60		x
55	Buscar un costal para llenar las unidades							1.25	8	x
56	Prensado 4 - Doblado de tapa (26 tiras < > 435 und)							13.12		x
57	Recoger unidades caidas							1.10	4	x
58	Transportar costal hacia el auto de transporte							0.45	6	x
ZINCADO										
59	Servicio de Zincado electrolitico							120.00		x

Fuente: Elaboración propia

La tabla n°20, muestra el DAP del accesorio Tapa zincada (T180-L) conformada por un total de 59 actividades que se descomponen en 23 operaciones, 29 transportes, 6 inspecciones, 0 almacenamiento y 1 demora. Además, se calculó que 31 actividades agregan valor al proceso y 28 actividades que no agregan valor. Por lo tanto, con esta información se procede a calcular el índice de actividades que agregan valor al proceso.

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100 = \frac{31}{59} \times 100 = 52.54\%$$

## b) Plato (T245-I)

Tabla n°21: DAP del accesorio Plato (T230-L)

Industria CROM S.R.L.		ANÁLISIS DE FLUJO DEL PROCESO									
Proceso:	Producción del accesorio Plato (T245-I)	Página	1 de 1	Estado	PRE-TEST					POST-TEST	
Elaborado por:	Jorge Luis Marquez Cruz	Fecha:	12/10/2017	Resumen	○	⇨	□	▽	◇	Total	
Estado:	PRE-TEST POST-TEST	Área:	Producción	Cantidad	11	14	3	1	0	29	
Operario:	Prensista, Operario	Cantidad:	2	Tiempo (min)	84.61	14.90	1.61	0.50	0.00	101.62	
Comienza con:	Buscar caballetes con mes	Finaliza con:	Almacenar	Distancia (m)		55.00				55.00	
Plato (T245-I)											
Actividad	Descripción	○	⇨	□	▽	◇	Tiempo (min)	Distancia (m)	Agrega Valor		
CORTE											
1	Buscar caballetes con mesa de apoyo						2.50	5.00		x	
2	Colocar caballetes y mesa, frente a la guillotina						1.25			x	
3	Recepción de Plancha Inox(0.30mm) / Colocar en mesa de apoyo						0.85		x		
4	Dirigirse a repisa de cuadernos						0.25	3		x	
5	Revisar medida de corte en el cuaderno (50mm)						0.25		x		
6	Dirigirse a la parte trasera de la guillotina						0.50	4.5	x		
7	Calibrar la guillotina con la medida a cortar						7.30		x		
8	Buscar aceitera / aceitar los tjerales						2.70	5		x	
9	Encender la guillotina						0.50		x		

10	Realizar el corte de plancha en 2 tiras	●				0.16		x	
11	Dirigirse a la parte trasera de la guillotina	●	●			0.25	1.5		x
12	Revisar medida de la tira (correcto o no correcto)		●	●		0.36			x
13	Regresar a la parte frontal de la guillotina		●			0.25	1.5		x
14	Realizar corte de la plancha en tiras (54 tiras)	●	●			5.25		x	
15	Dirigirse a la parte trasera de la guillotina		●			0.25	1.5	x	
16	Recoger todas las tiras		●			1.25			x
17	Transportar paquete de tiras entre (PE-40 o PE-35)		●			2.50	5	x	
<b>PRENSADO 1-(Combinada)</b>									
18	Dirigirse a repisa de matrices		●			0.40	5	x	
19	Buscar "Matriz B" (Corte, T245-L) / Seleccionar		●	●		1.00			x
20	Dirigirse a PE-40 o PE-35		●			0.50	6		x
21	Colocación de Matriz B	●	●			15.80		x	
22	Prueba de Prensado - Corte (1 tira)	●	●			0.85		x	
23	Calibrar el "husillo" de la Prensa Excentrica	●	●			2.00			x
24	Buscar un recipiente para llenar las unidades		●	●		1.25	8		x
25	Prensado - Corte de tapa (1 tira) 55 veces	●	●			50.20		x	
26	Recoger unidades caídas		●			1.15	3		x
27	Transportar recipiente al área de accesorios		●			1.15	6	x	
28	Rotular el recipiente con el nombre del accesorio	●	●			0.45			x
29	Buscar un espacio y dejarlo ahí		●	●		0.50			x

Fuente: Elaboración propia

La tabla n°21, muestra el DAP del accesorio Plato (T230-I) está conformada por un total de 29 actividades que se descomponen en 11 operaciones, 14 transportes, 3 inspecciones, 1 almacenamiento y 0 demora. Además, se calculó que 14 actividades agregan valor al proceso y 15 actividades que no agregan valor. Por lo tanto, con esta información se procede a calcular el índice de actividades que agregan valor al proceso.

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100 = \frac{14}{29} \times 100 = 48 \%$$

Imagen n°4: Plato (T230-I)



Fuente: Elaboración propia

c) Jebe Tapa (T310-P)

Tabla n°22: DAP del accesorio Jebe Tapa (T310-P)

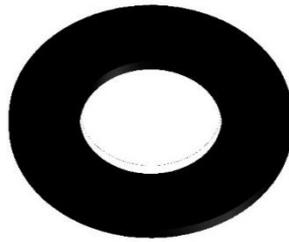
Industria CROM S.R.L.		ANÁLISIS DE FLUJO DEL PROCESO										
Proceso:	Producción del accesorio Jebe Tapa (T310-P)				Página	1 de 1		Estado			PRE-TEST	POST-TEST
Elaborado por:	Jorge Luis Marquez Cruz	Fecha:	23/09/2017	Resumen	○	⇒	□	▽	⊖	Total		
Estado:	PRE-TEST POST-TEST	Área:	Producción	Cantidad	6	11	3	1	0	21		
Operario:	Prensista, Operario	Cantidad:	2	Tiempo (min)	27.00	8.02	1.55	0.50	0.00	37.07		
Comienza con:	Dirigirse a area de acceso	Finaliza con:	Almacenar	Distancia (m)	65.00					65.00		
Jebe Tapa (T310-P)												
Actividad	Descripción			○	⇒	□	▽	⊖	Tiempo (min)	Distancia (m)	Agrega Valor	
CORTE												
1	Dirigirse a area de accesorios				●				1.00	8.00	x	
2	Buscar / Seleccionar el rollo de jebe SBR				●				0.30			x
3	Transportar y colocarla sobre la mesa de trabajo				●				1.12	8	x	
4	Dirigirse a repisa de cuadernos				●				0.25	5		x
5	Revisar medida de corte en el cuaderno( 22 cm)				●				0.25		x	
6	Dirigirse a mesa de armado				●				0.25	5		x
7	Buscar las herramientas Regla y Tijera				●				1.50	8		x
8	Corte de rollo en una tira			●					0.75		x	
9	Transportar tira a PE-15				●				0.30	6	x	
PRENSADO 1- (Corte)												
10	Dirigirse a repisa de matrices				●				0.25	5	x	
11	Buscar "Matriz C" (Corte, T310-P) / Seleccionar				●				1.00			x
12	Dirigirse a PE-15				●				0.25	5	x	
13	Colocación de Matriz B			●					13.25		x	
14	Prueba de Prensado - Corte (como 5und)			●					0.25		x	
15	Calibrar el "husillo" de la Prensa Excéntrica			●					1.50			x
16	Buscar un recipiente para llenar las unidades				●				1.00	8		x
17	Prensado - Corte (1 tira)			●					10.50		x	
18	Recoger unidades caidas				●				1.25	3		x
19	Transportar recipiente al área de accesorios				●				0.85	4	x	
20	Rotular el recipiente con el nombre del accesorio			●					0.75			x
21	Buscar un espacio y dejarlo ahí				●				0.50			x

Fuente: Elaboración propia

La tabla n°20, muestra el DAP del accesorio Jebe Tapa (T210-N) está conformada por un total de 21 actividades que se descomponen en 6 operaciones, 11 transportes, 3 inspecciones, 1 almacenamiento y 0 demora. Además, se calculó que 11 actividades agregan valor al proceso y 10 actividades que no agregan valor. Por lo tanto, con esta información se procede a calcular el índice de actividades que agregan valor al proceso.

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100 = \frac{11}{21} \times 100 = 52 \%$$

Imagen n°4: Jebe tapa (T310-P)



Fuente: Elaboración propia

d) Asiento (T330-I)

Tabla n°23: DAP del accesorio Asiento (T330-I)

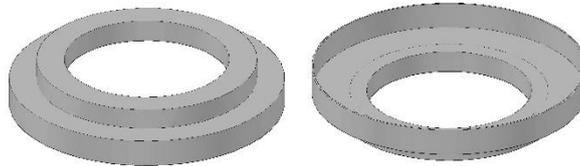
Industria CROM S.R.L.		ANÁLISIS DE FLUJO DEL PROCESO											
Proceso:	Producción del accesorio Asiento (T450-I)				Página	1 de 1		Estado	PRE-TEST			POST-TEST	
Elaborado por:	Jorge Luis Marquez Cruz	Fecha:	18/10/2017	Resumen	○	⇒	□	▽	⊂	Total			
Estado:	PRE-TEST	POST-TEST	Área:	Producción	Cantidad	11	14	3	1	0	29		
Operario:	Prensista, Operario	Cantidad:	2	Tiempo (min)	103.67	14.90	1.61	1.00	0.00	121.18			
Comienza con:	Buscar caballetes con mesa	Finaliza con:	Almacenar	Distancia (m)	55.00					55.00			
Asiento (T450-I)													
Actividad	Descripción				○	⇒	□	▽	⊂	Tiempo (min)	Distancia (m)	Agrega Valor	
CORTE													
1	Buscar caballetes con mesa de apoyo				●	●				2.50	5.00		x
2	Colocar caballetes y mesa, frente a la guillotina				●	●				1.25			x
3	Recepción de Plancha Inox(0.30mm) / Colocar en mesa de apoyo				●	●				0.85		x	
4	Dirigirse a repisa de cuadernos				●	●				0.25	3		x
5	Revisar medida de corte en el cuaderno (33 mm)				●	●				0.25		x	
6	Dirigirse a la parte trasera de la guillotina				●	●				0.50	4.5	x	
7	Calibrar la guillotina con la medida a cortar				●	●				7.30		x	
8	Buscar aceitera / aceitar los tijerales				●	●				2.70	5		x
9	Encender la guillotina				●	●				0.50		x	
10	Realizar el corte de plancha en 2 tiras				●	●				0.22		x	
11	Dirigirse a la parte trasera de la guillotina				●	●				0.25	1.5		x
12	Revisar medida de la tira (correcto o no correcto)				●	●				0.36			x
13	Regresar a la parte frontal de la guillotina				●	●				0.25	1.5		x
14	Realizar corte de la plancha en tiras (71 tiras)				●	●				18.25		x	
15	Dirigirse a la parte trasera de la guillotina				●	●				0.25	1.5	x	
16	Recoger todas las tiras				●	●				1.25			x
17	Transportar paquete de tiras entre (PE-40 o PE-35)				●	●				2.50	5	x	
PRENSADO 1- (Combinada)													
18	Dirigirse a repisa de matrices				●	●				0.40	5	x	
19	Buscar "Matriz D" (Corte, T450-I) / Seleccionar				●	●				1.00			x
20	Dirigirse a PE-40 o PE-35				●	●				0.50	6		x
21	Colocación de Matriz D				●	●				14.10		x	
22	Prueba de Prensado - Corte (1 tira)				●	●				0.75		x	
23	Calibrar el "husillo" de la Prensa Excentrica				●	●				2.00			x
24	Buscar un recipiente para llenar las unidades				●	●				1.25	8		x
25	Prensado - Corte de tapa (1 tira) 72 veces				●	●				58.00		x	
26	Recoger unidades caídas				●	●				1.15	3		x
27	Transportar recipiente al área de accesorios				●	●				1.15	6	x	
28	Rotular el recipiente con el nombre del accesorio				●	●				0.45			x
29	Buscar un espacio y dejarlo ahí				●	●				1.00			x

Fuente: Elaboración propia

La tabla n°23, muestra el DAP del accesorio Asiento (T330-I) está conformada por un total de 29 actividades que se descomponen en 11 operaciones, 14 transportes, 3 inspecciones, 1 almacenamiento y 0 demora. Además, se calculó que 14 actividades agregan valor al proceso y 15 actividades que no agregan valor. Por lo tanto, con esta información se procede a calcular el índice de actividades que agregan valor al proceso

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100 = \frac{14}{29} \times 100 = 48\%$$

Imagen n°5: Asiento (T430-I)



Fuente: Elaboración propia

e) Dedal (T550-I)

Tabla n°24: DAP del accesorio Dedal (T550-I)

Industria CROM S.R.L.		ANÁLISIS DE FLUJO DEL PROCESO										
Proceso:	Producción del accesorio Dedal (T550-I)			Página	1 de 1		Estado		PRE-TEST	POST-TEST		
Elaborado por:	Jorge Luis Marquez Cruz	Fecha:	18/10/2017	Resumen	○	⇨	□	▽	◇	Total		
Estado:	PRE-TEST	POST-TEST	Área:	Producción	Cantidad	11	14	3	1	0	29	
Operario:	Prensista, Operario	Cantidad:	2	Tiempo (min)	133.12	15.20	1.61	1.00	0.00	150.93		
Comienza con:	Buscar caballetes con mesa	Finaliza con:	Almacenar	Distancia (m)	150.93					150.93		
Dedal (T550-I)												
Actividad	Descripción			○	⇨	□	▽	◇	Tiempo (min)	Distancia (m)	Agrega Valor	
CORTE												
1	Buscar caballetes con mesa de apoyo								2.50	5.00		x
2	Colocar caballetes y mesa, frente a la guillotina								1.25			x
3	Recepción de Plancha Inox(0.50mm) / Colocar en mesa de								0.85		x	
4	Dirigirse a repisa de cuadernos								0.25	3		x
5	Revisar medida de corte en el cuaderno (30 mm)								0.25		x	
6	Dirigirse a la parte trasera de la guillotina								0.50	4.5	x	
7	Calibrar la guillotina con la medida a cortar								7.30		x	
8	Buscar aceitera / aceitar los tijerales								2.70	5		x
9	Encender la guillotina								0.50		x	
10	Realizar el corte de plancha en 2 tiras								0.22		x	
11	Dirigirse a la parte trasera de la guillotina								0.25	1.5		x
12	Revisar medida de la tira (correcto o no correcto)								0.36		x	
13	Regresar a la parte frontal de la guillotina								0.25	1.5		x
14	Realizar corte de la plancha en tiras (132 tiras)								18.25		x	
15	Dirigirse a la parte trasera de la guillotina								0.25	1.5	x	
16	Recoger todas las tiras								1.25			x
17	Transportar paquete de tiras entre (PE-40)								2.50	7	x	
PRENSADO 1- (Combinada)												
18	Dirigirse a repisa de matrices								0.60	8	x	
19	Buscar "Matriz E" (Corte, T550-I) / Seleccionar								1.00			x
20	Dirigirse a PE-40								0.60	8		x
21	Colocación de Matriz E								14.50		x	
22	Prueba de Prensado - Corte (1 tira)								0.65		x	
23	Calibrar el "husillo" de la Prensa Excentrica								2.00			x
24	Buscar un recipiente para llenar las unidades								1.25	8		x
25	Prensado - Corte de tapa (1 tira) 131 veces								87.15		x	
26	Recoger unidades caídas								1.15	3		x
27	Transportar recipiente al área de accesorios								1.15	6	x	
28	Rotular el recipiente con el nombre del accesorio								0.45			x
29	Buscar un espacio y dejarlo ahí								1.00			x

Fuente: Elaboración propia

La tabla n°24, muestra el DAP del accesorio Dedal (T550-I) está conformada por un total de 29 actividades que se descomponen en 11 operaciones, 14 transportes, 3 inspecciones, 1

almacenamiento y 0 demora. Además, se calculó que 14 actividades agregan valor al proceso y 15 actividades que no agregan valor. Por lo tanto, con esta información se procede a calcular el índice de actividades que agregan valor al proceso.

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100 = \frac{14}{29} \times 100 = 48 \%$$

Imagen n°6: Dedal (T550-I)



Fuente: Elaboración propia

f) Campana (T640-I)

Tabla n°25: DAP del accesorio Campana (T640-I)

Industria CROM S.R.L.		ANÁLISIS DE FLUJO DEL PROCESO								
Proceso:	Producción del accesorio Campana (T640-I)	Página	1 de 1	Estado		PRE-TEST			POST-TEST	
Elaborado por:	Jorge Luis Marquez Cruz	Fecha:	18/10/2017	Resumen	○	⇒	□	▽	⊖	Total
Estado:	PRE-TEST POST-TEST	Área:	Producción	Cantidad	11	14	3	1	0	29
Operario:	Prensista, Operario	Cantidad:	2	Tiempo (min)	103.85	16.15	1.61	1.00	0.00	122.61
Comienza con:	Buscar caballetes con mes	Finaliza con:	Almacenar	Distancia (m)		63.00				63.00
Campana (T640-I)										
Actividad	Descripción	○	⇒	□	▽	⊖	Tiempo (min)	Distancia (m)	Agrega Valor	
CORTE										
1	Buscar caballetes con mesa de apoyo						2.50	5.00		x
2	Colocar caballetes y mesa, frente a la guillotina						1.25			x
3	Recepción de Plancha Inox(0.40mm) / Colocar en mesa de						0.85			x
4	Dirigirse a repisa de cuadernos						0.25	3		x
5	Revisar medida de corte en el cuaderno( 34 mm)						0.25			x
6	Dirigirse a la parte trasera de la guillotina						0.50	4.5		x
7	Calibrar la guillotina con la medida a cortar						7.30			x
8	Buscar aceitera / aceitar los tijerales						2.70	5		x
9	Encender la guillotina						0.50			x
10	Realizar el corte de plancha en 2 tiras						0.25			x
11	Dirigirse a la parte trasera de la guillotina						0.25	1.5		x
12	Revisar medida de la tira (correcto o no correcto)						0.36			x
13	Regresar a la parte frontal de la guillotina						0.25	1.5		x
14	Realizar corte de la plancha en tiras (69 tiras)						18.25			x
15	Dirigirse a la parte trasera de la guillotina						0.25	1.5		x
16	Recoger todas las tiras						1.25			x
17	Transportar paquete de tiras a (PE-40)						2.85	8		x

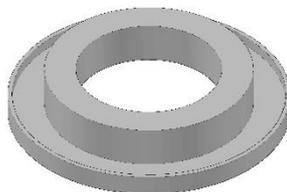
PRENSADO 1- (Combinada)									
18	Dirigirse a repisa de matrices					0.90	8	x	
19	Buscar "Matriz F" (Combinada, T640-I) / Seleccionar					1.00			x
20	Dirigirse a PE-40					0.90	8		x
21	Colocación de Matriz F					17.00		x	
22	Prueba de Prensado - Combinada (1 tira)					0.75		x	
23	Calibrar el "husillo" de la Prensa Excentrica					2.00			x
24	Buscar un recipiente para llenar las unidades					1.25	8		x
25	Prensado - Combinada (1 tira) 70 veces					55.25		x	
26	Recoger unidades caídas					1.15	3		x
27	Transportar recipiente al área de accesorios					1.15	6	x	
28	Rotular el recipiente con el nombre del accesorio					0.45			x
29	Buscar un espacio y dejarlo ahí					1.00			x

Fuente: Elaboración propia

La tabla n°25, muestra el DAP del accesorio Campana (T640-I) está conformada por un total de 29 actividades que se descomponen en 11 operaciones, 14 transportes, 3 inspecciones, 1 almacenamiento y 0 demora. Además, se calculó que 14 actividades agregan valor al proceso y 15 actividades que no agregan valor. Por lo tanto, con esta información se procede a calcular el índice de actividades que agregan valor al proceso.

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100 = \frac{14}{29} \times 100 = 48 \%$$

Imagen n°6: Campana (T640-I)



Fuente: Elaboración propia

### g) Chapa (V145-I)

La tabla n°26, muestra el DAP del accesorio Chapa (V145-I) está conformada por un total de 29 actividades que se descomponen en 11 operaciones, 14 transportes, 3 inspecciones, 1 almacenamiento y 0 demora. Además, se calculó que 14 actividades agregan valor al proceso y 15 actividades que no agregan valor. Por lo tanto, con esta información se procede a calcular el índice de actividades que agregan valor al proceso.

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100 = \frac{14}{29} \times 100 = 48 \%$$

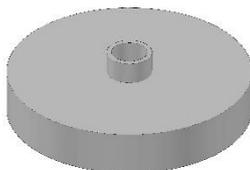
Tabla n°26: DAP del accesorio Chapa (V145-I)

Industria CROM S.R.L.		ANÁLISIS DE FLUJO DEL PROCESO									
Proceso:	Producción del accesorio Chapa (V145-I)			Página	1 de 1		Estado		PRE-TEST	POST-TEST	
Elaborado por:	Jorge Luis Marquez Cruz	Fecha:	18/10/2017	Resumen	○	➡	□	▽	⊂	Total	
Estado:	PRE-TEST	POST-TEST	Área:	Producción	Cantidad	11	14	3	1	0	29
Operario:	Prensista, Operario		Cantidad:	2	Tiempo (min)	67.22	14.50	1.61	1.00	0.00	84.33
Comienza con:	Buscar caballetes con mes	Finaliza con:	Almacena	Distancia (m)		59.00				59.00	
Chapa (V145-I)											
Actividad	Descripción	○	➡	□	▽	⊂	Tiempo (min)	Distancia (m)	Agrega Valor		
CORTE											
1	Buscar caballetes con mesa de apoyo						2.50	5.00		x	
2	Colocar caballetes y mesa, frente a la guillotina						1.25			x	
3	Recepción de Plancha Inox(0.45mm) / Colocar en mesa de						0.85		x		
4	Dirigirse a repisa de cuadernos						0.25	3		x	
5	Revisar medida de corte en el cuaderno( 50 mm)						0.25		x		
6	Dirigirse a la parte trasera de la guillotina						0.50	4.5	x		
7	Calibrar la guillotina con la medida a cortar						7.30		x		
8	Buscar aceitera / aceitar los tijerales						2.70	5		x	
9	Encender la guillotina						0.50		x		
10	Realizar el corte de plancha en 2 tiras						0.22		x		
11	Dirigirse a la parte trasera de la guillotina						0.25	1.5		x	
12	Revisar medida de la tira (correcto o no correcto)						0.36			x	
13	Regresar a la parte frontal de la guillotina						0.25	1.5		x	
14	Realizar corte de la plancha en tiras (46 tiras)						5.50		x		
15	Dirigirse a la parte trasera de la guillotina						0.25	1.5	x		
16	Recoger todas las tiras						1.25			x	
17	Transportar paquete de tiras a (PE-60)						2.00	6	x		
PRENSADO 1- (Combinada)											
18	Dirigirse a repisa de matrices						0.50	6	x		
19	Buscar "Matriz G" (Combinada, V145-I) / Seleccionar						1.00			x	
20	Dirigirse a PE-60						0.50	6		x	
21	Colocación de Matriz G						15.00		x		
22	Prueba de Prensado - Combinada (1 tira)						0.65		x		
23	Calibrar el "husillo" de la Prensa Excentrica						2.00			x	
24	Buscar un recipiente para llenar las unidades						1.25	8		x	
25	Prensado - Combinada (1 tira) 47 veces						33.50		x		
26	Recoger unidades caídas						1.15	3		x	
27	Transportar recipiente al área de accesorios						1.15	8	x		
28	Rotular el recipiente con el nombre del accesorio						0.45			x	
29	Buscar un espacio y dejarlo ahí						1.00			x	

Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestra la imagen referencial a este accesorio.

Imagen n°7: Chapa (V145-I)



Fuente: Elaboración propia

## h) Jebe Válvula (V215-N)

Tabla n°27: DAP del accesorio Jebe Válvula (V215-I)

Industria CROM S.R.L.		ANÁLISIS DE FLUJO DEL PROCESO									
Proceso:	Producción del accesorio Jebe Válvula (T215-I)			Página	1 de 1		Estado	PRE-TEST		POST-TEST	
Elaborado por:	Jorge Luis Marquez Cruz	Fecha:	23/09/2017	Resumen	○	⇨	□	▽	D	Total	
Estado:	PRE-TEST	POST-TEST	Área:	Producción	Cantidad	6	11	3	1	0	21
Operario:	Prensista, Operario	Cantidad:	2	Tiempo (min)	31.02	8.02	1.55	0.50	0.00	41.09	
Comienza con:	Dirigirse a area de acceso	Finaliza con:	Almacenar	Distancia (m)		65.00				65.00	
Jebe Válvula (T215-I)											
Actividad	Descripción			○	⇨	□	▽	D	Tiempo (min)	Distancia (m)	Agrega Valor
CORTE											
1	Dirigirse a area de accesorios				●				1.00	8.00	x
2	Buscar / Seleccionar el rollo de jebes NBR				●				0.30		x
3	Transportar y colocarla sobre la mesa de trabajo				●				1.12	8	x
4	Dirigirse a repisa de cuadernos				●				0.25	5	x
5	Revisar medida de corte en el cuaderno( 18 cm)				●				0.25		x
6	Dirigirse a mesa de armado				●				0.25	5	x
7	Buscar las herramientas Regla y Tijera				●				1.50	8	x
8	Corte de rollo en una tira			●					0.65		x
9	Transportar tira a PE-15				●				0.30	6	x
PRENSADO 1- (Corte)											
10	Dirigirse a repisa de matrices				●				0.25	5	x
11	Buscar "Matriz H" (Corte, V215-I) / Seleccionar				●				1.00		x
12	Dirigirse a PE-15				●				0.25	5	x
13	Colocación de Matriz H			●					11.75		x
14	Prueba de Prensado - Corte (como 5und)			●					0.12		x
15	Calibrar el "husillo" de la Prensa Excentrica			●					1.50		x
16	Buscar un recipiente para llenar las unidades				●				1.00	8	x
17	Prensado - Corte (1 tira)			●					16.25		x
18	Recoger unidades caidas				●				1.25	3	x
19	Transportar recipiente al área de accesorios				●				0.85	4	x
20	Rotular el recipiente con el nombre del accesorio			●					0.75		x
21	Buscar un espacio y dejarlo ahí				●				0.50		x

Fuente: Elaboración propia

La tabla n°27, muestra el DAP del accesorio Jebe Válvula (T215-N) está conformada por un total de 21 actividades que se descomponen en 11 operaciones, 3 transportes, 1 inspecciones, 1 almacenamiento y 0 demora. Además, se calculó que 11 actividades agregan valor al proceso y 10 actividades que no agregan valor. Por lo tanto, con esta información se procede a calcular el índice de actividades que agregan valor al proceso.

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100 = \frac{11}{21} \times 100 = 52\%$$

Imagen n°8: Jebe válvula (V215-N)



Fuente: Elaboración propia

i) Platillo (V350-I)

Tabla n°28: DAP del accesorio Platillo (V350-I)

Industria CROM S.R.L.		ANÁLISIS DE FLUJO DEL PROCESO										
Proceso:	Producción del accesorio Platillo (V350-I)				Página	1 de 1		Estado	PRE-TEST			POST-TEST
Elaborado por:	Jorge Luis Marquez Cruz	Fecha:	14/11/2017	Resumen	○	➔	□	▽	⊖	Total		
Estado:	PRE-TEST POST-TEST	Área:	Producción	Cantidad	11	14	3	1	0	29		
Operario:	Prensista, Operario	Cantidad:	2	Tiempo (min)	81.87	14.90	1.61	1.00	0.00	99.38		
Comienza con:	Buscar caballetes con mes	Finaliza con:	Almacenar e	Distancia (m)	48.40					48.40		
Platillo (V350-I)												
Actividad	Descripción			○	➔	□	▽	⊖	Tiempo (min)	Distancia (m)	Agrega Valor	
CORTE												
1	Buscar caballetes con mesa de apoyo								2.50	5.00		x
2	Colocar caballetes y mesa, frente a la guillotina								1.25			x
3	Recepción de Plancha Inox(0.50mm) / Colocar en mesa de								0.85		x	
4	Dirigirse a repisa de cuadernos								0.25	3		x
5	Revisar medida de corte en el cuaderno ( 45 mm)								0.25		x	
6	Dirigirse a la parte trasera de la guillotina								0.50	4.5	x	
7	Calibrar la guillotina con la medida a cortar								7.30		x	
8	Buscar aceitera / aceitar los tijerales								2.70	5		x
9	Encender la guillotina								0.50		x	
10	Realizar el corte de plancha en 2 tiras								0.22		x	
11	Dirigirse a la parte trasera de la guillotina								0.25	1.5		x
12	Revisar medida de la tira (correcto o no correcto)								0.36			x
13	Regresar a la parte frontal de la guillotina								0.25	1.5		x
14	Realizar corte de la plancha en tiras (51 tiras)								11.50		x	
15	Dirigirse a la parte trasera de la guillotina								0.25	1.5	x	
16	Recoger todas las tiras								1.25			x
17	Transportar paquete de tiras a (PE-35 o P-15)								2.00	6	x	
PRENSADO 1- (Combinada)												
18	Dirigirse a repisa de matrices								0.70	0.7	x	
19	Buscar "Matriz I" (Combinada, V350-I) / Seleccionar								1.00			x
20	Dirigirse a PE-35 o PE-15								0.70	0.7		x
21	Colocación de Matriz I								12.50		x	
22	Prueba de Prensado - Combinada (1 tira)								0.80		x	
23	Calibrar el "husillo" de la Prensa Excentrica								2.00			x
24	Buscar un recipiente para llenar las unidades								1.25	8		x
25	Prensado - Combinada (1 tira) 50 veces								44.50		x	
26	Recoger unidades caídas								1.15	3		x
27	Transportar recipiente al área de accesorios								1.15	8	x	
28	Rotular el recipiente con el nombre del accesorio								0.45			x
29	Buscar un espacio y dejarlo ahí								1.00			x

Fuente: Elaboración propia

La tabla n°28, muestra el DAP del accesorio Platillo (V350-I) está conformada por un total de 29 actividades que se descomponen en 11 operaciones, 14 transportes, 3 inspecciones, 1

almacenamiento y 0 demora. Además, se calculó que 14 actividades agregan valor al proceso y 15 actividades que no agregan valor. Por lo tanto, con esta información se procede a calcular el índice de actividades que agregan valor al proceso.

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100 = \frac{14}{29} \times 100 = 48.28\%$$

Imagen n°9: Platillo (V350-I)



Fuente: Elaboración propia

Las tablas anteriores muestran los DAP de cada accesorio y los procesos por los que tienen que seguir para que puedan formar parte del producto final. A continuación se mostrara el DAP de las operaciones restantes.

### Operaciones de ensamblaje

Tabla n°29: DAP de las operaciones para la producción de Tapa para radiadores (TR-27)

Industria CROM S.R.L.		ANÁLISIS DE FLUJO DEL PROCESO								
Proceso:	Producción de tapa para radiador (TR-27)			Página	1 de 1	Estado	PRE-TEST POST-TEST			
Elaborado por:	Jorge Luis Marquez Cruz	Fecha:	22/10/2017	Resumen	○	⇨	□	▽	◇	Total
Estado:	PRE-TEST POST-TEST	Área:	Producción	Cantidad	19	22	5	1	0	47
Operario:	Prensista 2 - Operario	Cantidad:	2	Tiempo (min)	28.27	16.20	6.50	0.00	0.00	50.97
Comienza con:	dirigirse area de accesorio	Finaliza con:	Traslado hacia area de p	Distancia (m)	0.00	156.00	0.00	0.00	0.00	156.00
Tapa para radiador, TR-27										
Actividad	Descripción	○	⇨	□	▽	◇	Tiempo (min)	Distancia (m)	Agrega Valor	
ARMADO (12 und)										
1	Dirigirse al area de accesorios		●				0.45	8.00	x	
2	Revisar disponibilidad de accesorios( Tapa zincada, plato, jebe tapa,		●				1.50			x
3	Buscar una cubeta disponible		●				1.50	10.00		x
4	Coger un puñado de cada accesorio y colocar en la cubeta	●					1.60		x	
5	Trasladarse a mesa de trabajo		●				0.50	4.00	x	
6	Vaciar el contenido sobre la mesa	●					0.15		x	
7	Buscar bandeja		●				1.00	8.00		x
8	Armado (Tapa zincada + Plato + Jebe Tapa + Asiento)	●					6.00		x	
9	Apilar de 4und y colocarlas en bandeja	●					0.50		x	
10	Regresar la diferencia de los accesorios a su lugar		●				0.45	8.00		x
11	Trasladar bandeja a PE-30		●				0.25	5.00	x	
REMACHADO TAPA (12und)										
12	Dirigirse al area de accesorios		●				0.40	4	x	
13	Revisar disponibilidad de accesorios(dedal, campana, resorte de 0.9,		●				1.50			x
14	Buscar una cubeta disponible		●				1.50	8		x
15	Coger puñado de cada accesorio y colocar en la cubeta	●					1.60		x	
16	Trasladarse a PE-30		●				0.40	4	x	
17	Separar resortes y colocarla en la bandeja	●					0.50		x	

18	Armado 2 (remache + dedal + campana) sobre soporte moldeado	●				1.85		x	
19	Remachado de Tapa (Armado 2 + resorte + Tapa armada)	●	●			3.00		x	
20	Recoger unidades caídas		●			1.00	3.00		x
21	Trasladar cubeta de tapas remachadas a mesa de trabajo		●			0.50	8.00	x	
<b>REMACHADO VÁLVULA (12 und)</b>									
22	Dirigirse al área de accesorios		●			0.50	10	x	
23	Revisar disponibilidad de accesorios(chapa, jebe válvula, platillo, remache de bronce, resorte inox)		●	●		1.50			x
24	Buscar una cubeta disponible		●			1.00	8		x
25	Coger puñado o 12 und aprox de cada accesorio y colocar en la cubeta	●	●			1.00		x	
26	Trasladarse a PE-15X		●			0.50	10	x	
27	Separar resortes y colocarla en bandeja de apoyo	●	●			0.50		x	
28	Remachado de Válvula (remache de bronce + resorte + chapa + jebe válvula + platillo)	●	●			1.50			x
29	Dejar la diferencia de accesorios sobre la bandeja		●			0.00	0		x
30	Recoger unidades caídas		●			1.00	3		x
31	Trasladar cubeta de válvula remachada a mesa de trabajo		●			0.50	8	x	
<b>CERRADO (12 und)</b>									
32	Buscar herramienta configurada "Cerradora"		●			1.50	10		x
33	Vaciar contenido de las cubetas de tapa remachada y válvula remachadas	●	●			0.25			x
34	Cerrado manualmente ( Tapa remachada + Válvula remachada)	●	●			2.00			x
<b>ETIQUETADO (12 und)</b>									
35	Dirigirse al área de accesorios		●			0.50	6	x	
36	Revisar disponibilidad de sticker según la medida		●			1.00			x
37	Coger 1 plancha (contiene 20 und)	●	●			0.12			x
38	Pegado de sticker sobre la cara superior de la tapa cerrada	●	●			0.95			x
<b>ENCAJADO (12 und)</b>									
39	Dirigirse al área de accesorios		●			0.5	6	x	
40	Revisar disponibilidad de (bolsas individuales, Cajas individuales)		●			1			x
41	Dirigirse con los insumos a mesa de trabajo		●			0.5	6	x	
42	Embolsar las tapas etiquetada / apilar	●	●			2.25			x
43	Armar cajas individuales	●	●			1.5			x
44	Colocar tapa embolsada dentro de la caja individual	●	●			2.25			x
45	Buscar una cubeta disponible		●			1	9		x
46	LLenar producto encajado dentro de la cubeta	●	●			0.75			x
47	Trasladar al área de producto terminado		●			0.75	10	x	

Fuente: Elaboración propia

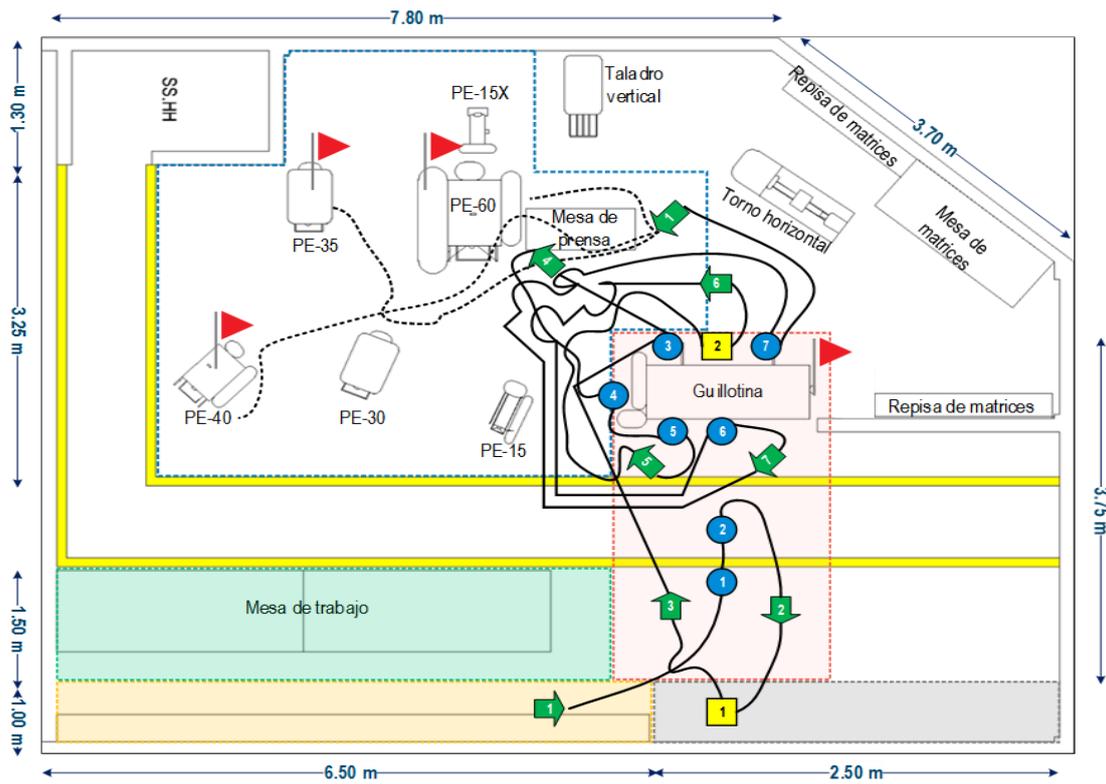
La tabla n°29, muestra el DAP de los procesos restantes que está conformada por un total de 47 actividades que se descomponen en 19 operaciones, 22 transportes, 51 inspecciones, 1 almacenamiento y 0 demora. Además, se calculó que 32 actividades agregan valor al proceso y 15 actividades que no agregan valor. Por lo tanto, con esta información se procede a calcular el índice de actividades que agregan valor al proceso.

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100 = \frac{32}{47} \times 100 = 68.01\%$$

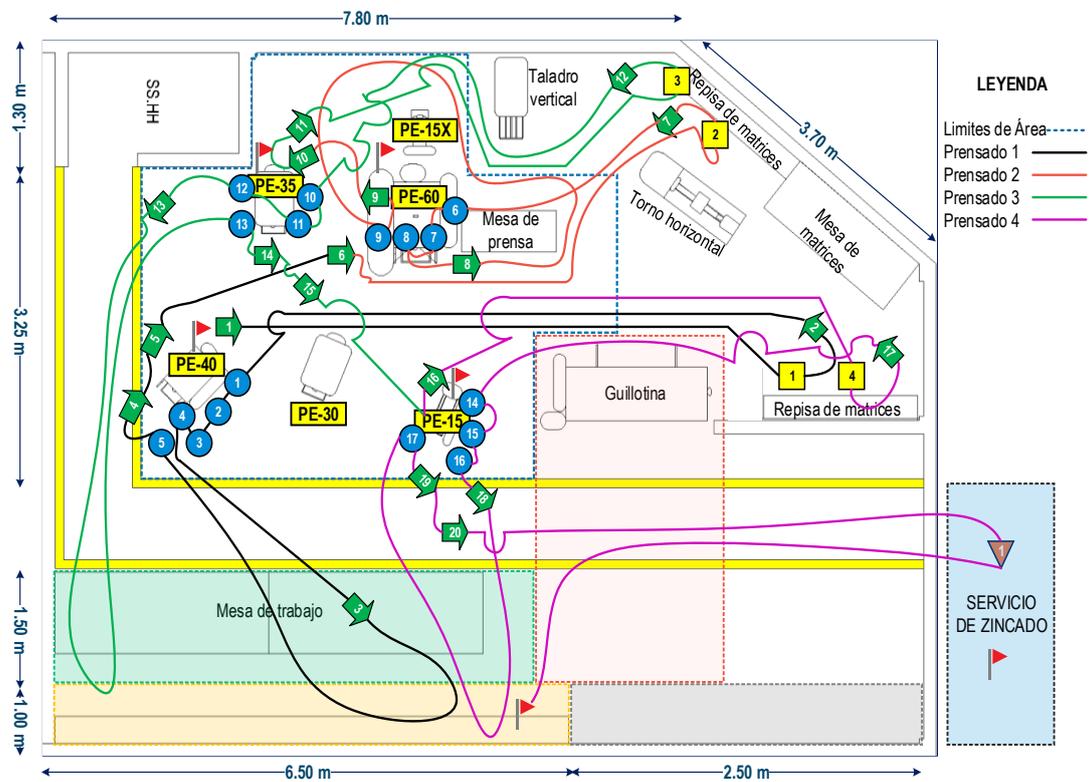
### Diagrama de recorrido

A continuación, se mostrara los diferentes diagrama de recorridos de las operaciones necesarias para la elaboración de los accesorios internos como la del ensamblaje de las tapas para radiador modelo TR-27.

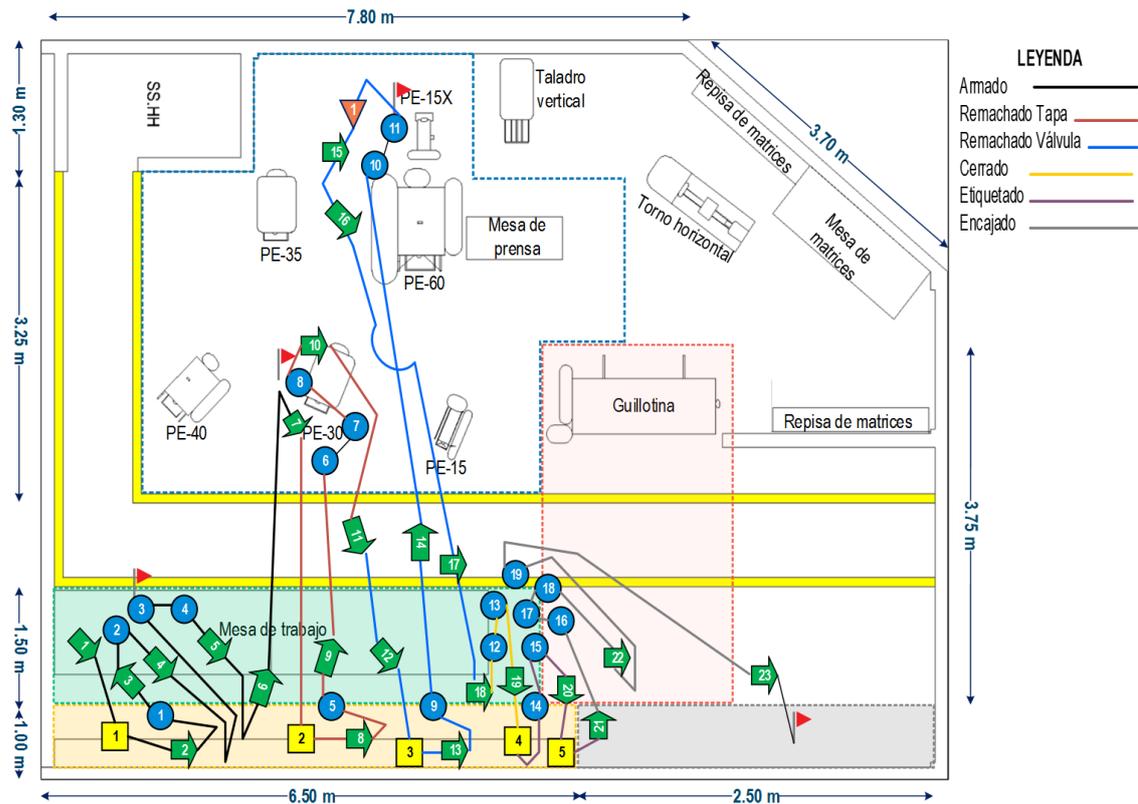
## Operación Corte



## Operación Prensado



## Operaciones restantes del proceso



### B) Productos defectuosos

Continuando con las causas que ocasionan la baja productividad en la empresa, otro de ellos son los productos defectuosos al término del proceso productivo, lo cual esto no permite cumplir con el objetivo trazado de la empresa en producir la cantidad planificada cada día. A continuación, presentamos la cantidad de productos defectuosos encontrados en los últimos cinco meses:

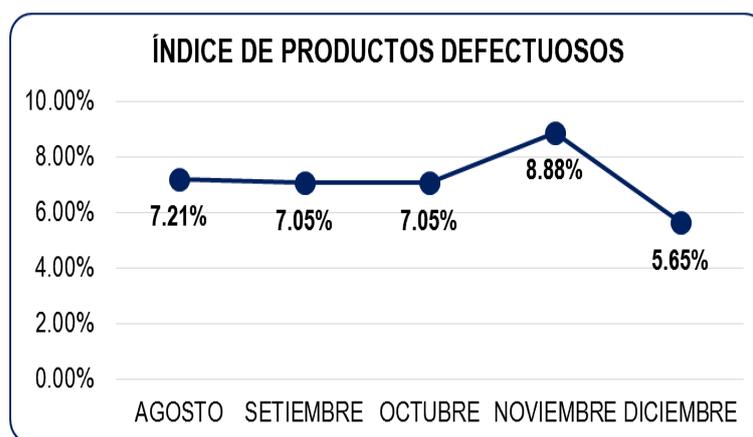
**Tabla n°30: Productos defectuosos en los últimos cinco meses del 2017**

Industria CROM S.R.L.		PRODUCTOS DEFECTUOSOS		
<b>Empresa:</b>	Industria CROM S.R.L.	<b>Área:</b> Producción		
<b>Método:</b>	PRE-TEST	POST-TEST	<b>Proceso:</b> TAPA (TR-27)	
<b>Elaborado por:</b>	Jorge Luis Marquez Cruz	<b>Fecha:</b> 01/08/17 - 31/12/17		
MES	Total TR-27 producidas	TR-27 en buen estado	TR-27 defectuosos	Índice productos defectuosos
AGOSTO	2330	2162	168	7.21%
SETIEMBRE	2241	2083	158	7.05%
OCTUBRE	2354	2188	166	7.05%
NOVIEMBRE	2151	1960	191	8.88%
DICIEMBRE	2160	2038	122	5.65%
Total	<b>11236</b>	<b>10431</b>	<b>805</b>	Promedio <b>7.17%</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla n°30, nos muestra la cantidad producida, las unidades en buen estado y las unidades con los defectos que se han encontrado en los últimos cinco meses del 2017, obteniendo así un indicador de productos defectuosos promedio de 7.17%. Además estos datos nos permitieron calcular las unidades producidas durante en ese tiempo que fue de 11236 unidades y 805 productos defectuosos.

**Gráfico n°17: Índice de productos defectuosos desde Agosto a Diciembre del 2017**



**Fuente: Elaboración propia**

En el gráfico n°17, se observa los índices de productos defectuosos, como se aprecia en el mes de noviembre este indicador alcanza su punto más alto con un valor de 8.88%. A continuación, en la tabla n°31 se mostrara la ficha de registro de productos defectuosos en el mes de noviembre del 2017.

**Tabla n°31: Ficha de registro de los productos defectuosos en el mes de Noviembre**

 <b>Industria CROM S.R.L.</b>			<b>PRODUCTOS DEFECTUOSOS</b>			
<b>Empresa:</b>	Industria CROM S.R.L.		<b>Área:</b>	Producción		
<b>Método:</b>	<b>PRE-TEST</b>	POST-TEST	<b>Proceso:</b>	TAPA (TR-27)		
<b>Elaborado por:</b>	Jorge Luis Marquez Cruz		<b>Fecha:</b>	01/11/17 - 30/11/17		
Fecha	Total TR-27 producidas	TR-27 en buen estado	TR-27 defectuosos	Defectos		Índice productos defectuosos
				Und	Descripción	
02-nov-17	86	76	10	2	Tapa mal zincada	11.63%
				2	Accesorio mal cortado	
				4	Mal remachado	
				2	Mal cerrado	
03-nov-17	88	80	8	2	Tapa mal zincada	9.09%
				2	Accesorio mal cortado	
				2	Resorte equivocado	
				2	Mal cerrado	
04-nov-17	80	74	6	1	Accesorio mal cortado	7.50%
				2	Resorte equivocado	
				3	Válvula incompleta	

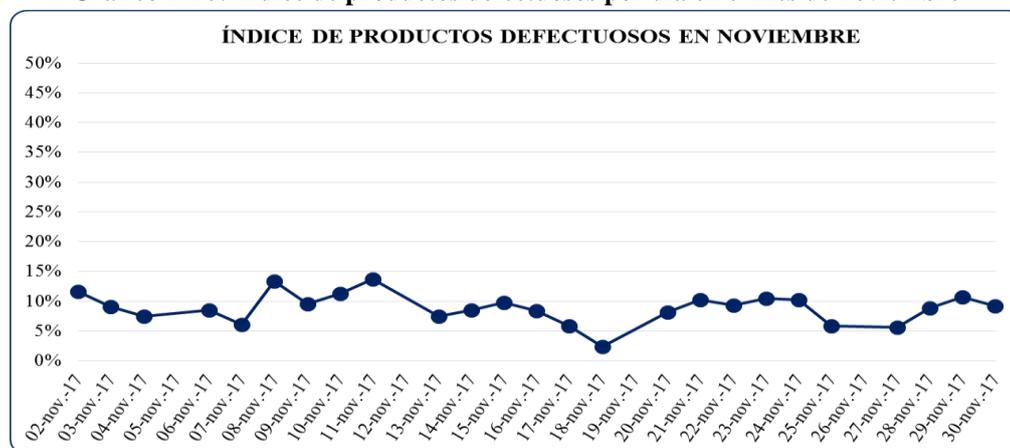
06-nov-17	82	75	7	2	Tapa mal doblada	8.54%
				2	Mal remachado	
				3	Válvula incompleta	
07-nov-17	82	77	5	1	Tapa mal doblada	6.10%
				2	Accesorio mal cortado	
				2	Mal cerrado	
08-nov-17	90	78	12	1	Tapa mal zincada	13.33%
				2	Tapa mal doblada	
				2	Accesorio mal cortado	
				3	Válvula incompleta	
				4	Mal cerrado	
09-nov-17	84	76	8	1	Tapa mal doblada	9.52%
				2	Accesorio mal cortado	
				2	Resorte equivocado	
				3	Mal remachado	
10-nov-17	89	79	10	3	Tapa mal zincada	11.24%
				2	Tapa mal doblada	
				2	Resorte equivocado	
				3	Válvula incompleta	
11-nov-17	80	69	11	2	Accesorio mal cortado	13.75%
				2	Resorte equivocado	
				4	Mal remachado	
				3	Mal cerrado	
13-nov-17	80	74	6	2	Tapa mal doblada	7.50%
				1	Resorte equivocado	
				3	Mal remachado	
14-nov-17	82	75	7	1	Accesorio mal cortado	8.54%
				3	Resorte equivocado	
				3	Mal remachado	
15-nov-17	82	74	8	2	Tapa mal zincada	9.76%
				2	Tapa mal doblada	
				1	Resorte equivocado	
				1	Mal remachado	
				2	Mal cerrado	
16-nov-17	95	87	8	3	Resorte equivocado	8.42%
				2	Mal remachado	
				2	Válvula incompleta	
				1	Mal cerrado	
17-nov-17	86	81	5	1	Tapa mal zincada	5.81%
				2	Accesorio mal cortado	
				1	Resorte equivocado	
				1	Mal remachado	
18-nov-17	85	83	2	2	Resorte equivocado	2.35%
20-nov-17	86	79	7	3	Tapa mal doblada	8.14%
				2	Accesorio mal cortado	
				2	Válvula incompleta	
21-nov-17	88	79	9	4	Tapa mal zincada	10.23%
				2	Tapa mal doblada	
				2	Resorte equivocado	
				1	Mal cerrado	
22-nov-17	86	78	8	2	Tapa mal zincada	9.30%
				2	Accesorio mal cortado	
				1	Resorte equivocado	
				3	Válvula incompleta	
23-nov-17	86	77	9	2	Tapa mal doblada	10.47%
				2	Resorte equivocado	
				3	Mal remachado	
				2	Mal cerrado	

24-nov-17	88	79	9	1	Tapa mal zincada	10.23%
				3	Tapa mal doblada	
				1	Accesorio mal cortado	
				2	Resorte equivocado	
				2	Válvula incompleta	
25-nov-17	85	80	5	2	Tapa mal doblada	5.88%
				3	Mal remachado	
27-nov-17	89	84	5	2	Accesorio mal cortado	5.62%
				3	Resorte equivocado	
28-nov-17	90	82	8	2	Tapa mal doblada	8.89%
				4	Resorte equivocado	
				2	Mal cerrado	
29-nov-17	84	75	9	3	Accesorio mal cortado	10.71%
				2	Válvula incompleta	
				4	Mal cerrado	
30-nov-17	98	89	9	3	Tapa mal zincada	9.18%
				1	Accesorio mal cortado	
				2	Resorte equivocado	
				3	Mal remachado	
Total	2151	1960	191	191	Promedio	8.88%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla n°31, se observa que en la columna de descripción es donde se detalla el tipo de defecto que tiene la tapa para radiador (TR-27) y la razón que se le considera como un producto defectuoso también se puede apreciar que 191 unidades se consideran defectuosas.

Gráfico n°18: Índice de productos defectuosos por día en el mes de noviembre



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico n°18, se puede observar los 25 días hábiles donde se efectuaron los productos defectuosos, en el cual resalta el día 11 de noviembre con un índice de 13.75% que equivale a 11 unidades que se produjeron ese día.

Para tener un mejor detalle de las características que hacen que a un producto se le considere como defectuoso se muestra la siguiente tabla n°32.

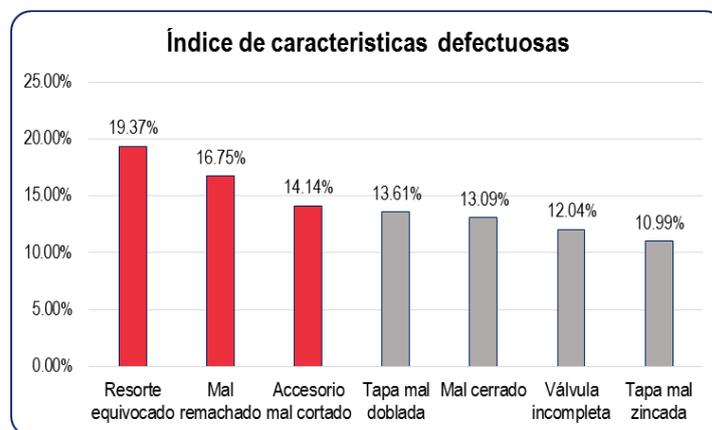
**Tabla n°32: Características que hacen considerar a un producto como defectuoso**

DEFECTO	CANTIDAD TOTAL	ÍNDICE
Resorte equivocado	37	19.37%
Mal remachado	32	16.75%
Accesorio mal cortado	27	14.14%
Tapa mal doblada	26	13.61%
Mal cerrado	25	13.09%
Válvula incompleta	23	12.04%
Tapa mal zincada	21	10.99%
	191	100.00%

**Fuente: Elaboración propia**

En la tabla n°32, se aprecia a esas siete causas, características o tipos de defectos que hacen considerar a un producto como defectuoso; De esta tabla se obtiene que los defectos con más presencias son los de: Resorte equivocado, Mal remachado y Accesorios mal cortado con 19.37%, 16.75% y 14.14% respectivamente logrando así que ocupen el 50.26% de los defectos.

**Gráfico n°19: Índice de tipo de defectos en el mes de Noviembre**



**Fuente: Elaboración propia**

En el gráfico n°19, se aprecia a los 3 tipos de defectos con más participación durante el mes de noviembre los cuales son: **Resorte equivocado**, la presencia de este tipo es muy peligroso por las medidas establecidas que tiene cada modelo de tapa para radiador; **Mal remachado**, que puede ser de la tapa o de la válvula que genera un variación en el cierre y **Accesorio mal cortado**, la presencia de este defecto es que la tapa para radiador no tendrá su duración estimada perjudicando así al cliente.

### C) Inexactitud de inventario

La presencia de esta causa muchas veces confunde al personal del área de producción sobre las unidades necesarias disponibles para poder producir la tapa para radiador TR-27 ocasionando también desembolsos no previstos para la compra del insumo o la demora en los procesos de producción que no permiten llegar la cantidad planificada. Con la implementación del sistema kanban, la cual nos permitirá elaborar un control de inventario para todos los accesorios internos de la tapa para radiador (TR-27) y para las unidades en proceso o semiterminadas.

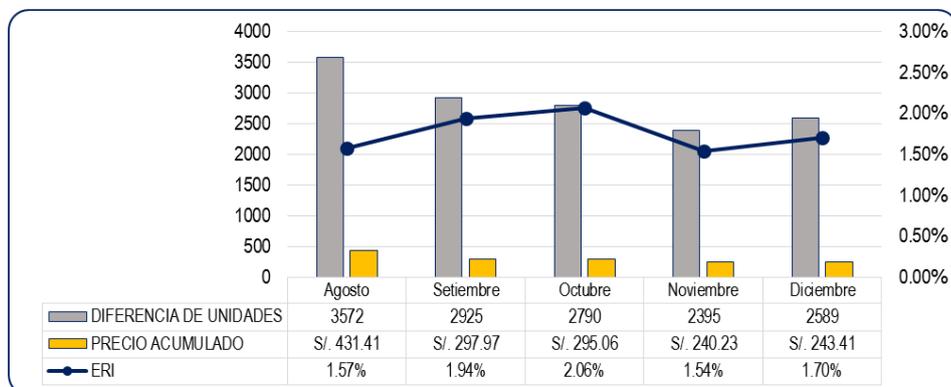
**Tabla n°33: Índice de exactitud del inventario en el 2017**

 <b>Industria CROM S.R.L.</b>		<b>RESUMEN DEL INDICE ERI EN EL 2017</b>				
<b>Empresa:</b>	Industria CROM S.R.L.	<b>Método:</b>	PRE-TEST	POST-TEST	<b>Área:</b>	Producción
<b>Elaborado por:</b>	Jorge Luis, Marquez Cruz	<b>Proceso:</b>	Inventario de accesorios de la TR-27			
MES	DIFERENCIA DE UNIDADES	PRECIO ACUMULADO		ERI		
Agosto	3572	S/.	431.41	1.57%		
Setiembre	2925	S/.	297.97	1.94%		
Octubre	2790	S/.	295.06	2.06%		
Noviembre	2395	S/.	240.23	1.54%		
Diciembre	2589	S/.	243.41	1.70%		
<b>Total</b>	<b>14271</b>	<b>S/.</b>	<b>1,508.08</b>	<b>1.76%</b>		

**Fuente: Elaboración propia**

La tabla n°33, nos muestra la diferencia de unidades de los accesorios internos de la tapa para radiador modelo TR-27 con sus respectivos precios acumulados y el ERI (Exactitud de registro de inventario) calculado en los últimos cinco meses del año 2017. Obteniendo así 14271 unidades de diferencia que acumulan un monto de S/. 1 508.08 soles con un índice promedio de ERI del 1.76%.

**Gráfico n°20: Resumen del índice ERI en los últimos cinco meses del 2017**



**Fuente: Elaboración propia**

En el gráfico n°20, se puede observar que la mayor diferencia de unidades fue en el mes de Agosto con un total de 3572. Respecto al monto o precio acumulado fue de S/. 431.41 soles que también corresponde al mes de Agosto. Por último, el mes que alcanzó mayor índice promedio de ERI fue en Octubre con 2.06%.

**Tabla n°34: Ficha de cálculo de la exactitud de inventario**

Industria CROM S.R.L.		REGISTRO DE EXACTITUD DE INVENTARIO													
Empresa:	Industria CROM S.R.L.					Método:	PRE-TEST		POST-TEST			Mes:	Noviembre		
Elaborado por:	Jorge Luis, Marquez Cruz					Proceso:	Inventario de accesorios de la TR-27					Área:	Producción		
Accesorio	Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5		Total				
	02-nov-17	04-nov-17	06-nov-17	11-nov-17	13-nov-17	18-nov-17	20-nov-17	25-nov-17	27-nov-17	30-nov-17	Diferencia de unidades	Precio acumulado	ERI MENSUAL		
COD	Descripción		IS	IF	IS	IF	IS	IF	IS	IF	IS	IF			
T184-L	Tapa zincada de 0.4		1970	1955	1830	1805	1569	1550	1317	1300	1121	1115	82	S/. 17.22	1.03%
T189-L	Tapa zincada de 0.9		1652	1635	1495	1470	1252	1245	995	975	805	800	74	S/. 15.54	1.18%
T181-L	Tapa zincada de 1.1		1171	1150	1108	1092	1288	1275	1239	1215	1203	1195	82	S/. 17.22	1.37%
T245-I	Plato		4231	4217	3710	3670	3160	3125	2606	2580	2219	2200	134	S/. 16.08	0.87%
T310-P	Asiento		2346	2325	1818	1800	1290	1265	746	715	354	325	124	S/. 6.20	3.23%
T450-I	Dedal		2651	2625	2118	2090	1580	1555	1036	1005	644	620	134	S/. 4.02	2.12%
T550-I	Campana		1122	1101	594	574	64	52	7414	7400	7039	7005	101	S/. 5.05	4.93%
T640-I	Chapa		4658	4630	4123	4100	3590	3500	2981	2960	2599	2575	186	S/. 24.18	1.06%
V145-I	Platillo		5146	5135	4628	4514	4004	3985	3466	3433	3072	3025	224	S/. 6.72	1.13%
V215-N	Jebe tapa		1281	1265	1011	985	475	450	2481	2465	2104	2085	102	S/. 2.04	2.13%
V350-I	Jebe valvula		606	585	78	68	4510	4485	3966	3950	3589	3565	96	S/. 0.96	3.58%
R04-T	Resorte (0.4 bar)		1933	1914	1789	1765	6529	6515	6282	6270	6091	6065	95	S/. 11.40	0.63%
R09-T	Resorte (0.9 bar)		2205	2186	2046	2030	1812	1800	1550	1535	1365	1350	77	S/. 9.24	0.87%
R11-T	Resorte (1.1 bar)		741	733	691	685	5629	5590	5554	5520	5508	5490	105	S/. 12.60	0.72%
R01-V	Resorte (valvula)		4926	4905	4398	4370	3860	3825	3306	3280	2919	2890	139	S/. 2.78	0.75%
R11-T	Remache (Al)		2901	2875	2368	2325	1815	1800	1281	1255	894	870	134	S/. 16.08	1.65%
R21-V	Remache (BR)		1771	1760	1253	1205	695	655	136	111	11750	11725	149	S/. 11.92	5.76%
P23-B	Boisa poliuretano		2846	2830	2323	2310	1800	1800	1281	1270	909	900	49	S/. 0.98	0.59%
S04-T	Sticker de 0.4		5000	4985	4860	4845	4609	4600	4367	4355	4176	4170	57	S/. 10.26	0.24%
S09-T	Sticker de 0.9		3380	3370	3230	3220	3002	2995	2745	2740	2570	2570	32	S/. 5.76	0.20%
S11-T	Sticker de 1.1		1226	1184	1142	1105	1049	1045	1009	1000	988	975	105	S/. 18.90	1.85%
C04-T	Caja de 0.4		5200	5175	5050	5045	4809	4800	4567	4560	4381	4375	52	S/. 11.44	0.21%
C09-T	Caja de 0.9		4600	4595	1010	1000	782	780	530	525	355	350	27	S/. 5.94	0.74%
C11-T	Caja de 1.1		4971	4960	4918	4915	4859	4850	4814	4810	4798	4790	35	S/. 7.70	0.14%
Total			68534	68095	57591	56988	64032	63542	65669	65229	71453	71030	2395	S/. 240.23	1.54%

número de color amarillo: cuando las unidades están entre 1000 y 500

número de color rojo: cuando las unidades son menores que 500

número resaltado en negrita negro: unidades que ingresaron al sistema

**Fuente: Elaboración propia**

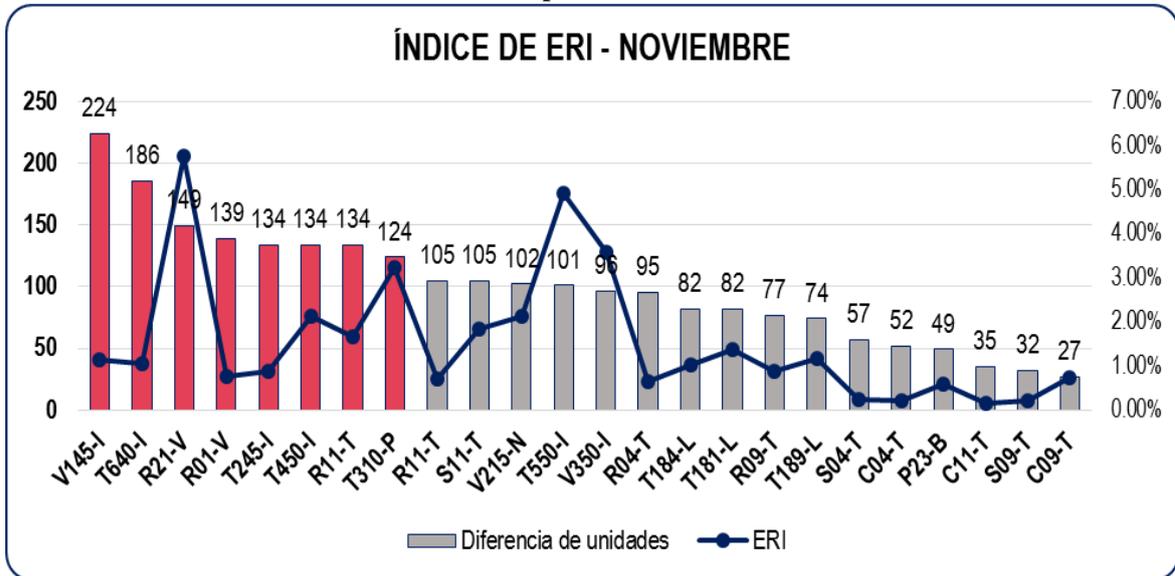
La tabla n°34, nos muestra la ficha de registro exactitud de inventario de todos los accesorios internos de la tapa para radiador (TR-27) del mes de noviembre. Para hallar el índice ERI promedio mensual por cada accesorio primero debemos hallarlo semanalmente veamos este ejemplo del accesorio Tapa zincada de 0.4 (T184-L) en la semana 1:

$$ERI = \left[ \frac{IS - IF}{IS} \right] \times 100\% = \left[ \frac{1970 - 1965}{1970} \right] \times 100\%$$

$$ERI = 0.25\%$$

Una vez que hemos obtenido el índice ERI por semana de cada accesorio se procede a realizar un promedio de los índices durante el mes la que nos permite hallar el índice ERI mensual por cada accesorio de la tapa para radiador (TR-27). Finalmente, el índice ERI por mes es el promedio de todos los índices de los accesorios.

Gráfico n°21: Índice de ERI por accesorio en el mes de noviembre



Fuente: Elaboración propia

El gráfico n°21, nos muestra las diferencias de unidades por cada accesorio interno de la tapa para radiador (TR-27) en el mes de noviembre con sus respectivos índices de ERI calculados previamente. Aquellas barras de color rojo son las que ocupan el 50% del total acumulado es decir 1224 unidades de diferencia en los accesorios internos de la tapa para radiador (TR-27). Como también se puede apreciar en el gráfico el accesorio Campana (T550-I) obtuvo un índice ERI mensual más elevado con un 4.93%.

#### D) Variación calidad de insumos

Continuando con las causas que ocasionan baja productividad, hemos llegado a la variación calidad de insumos. Actualmente Industria CROM S.R.L. para la elaboración de sus productos toma muy en cuenta la garantía de los proveedores optando así por aquellos que poseen incluso certificados ISO 9001: 2015.

Imagen n°10: Logo de los principales proveedores de Industria CROM S.R.L.



Fuente: Elaboración propia

La presencia de esta causa es la compra de insumos que no cumplen con las especificaciones ya establecidas para el tipo de producto. Esto debe a que los proveedores no poseen ese tipo de insumo en el momento que se requiere pero si otro tipo de insumo con diferentes especificaciones y raras veces se opta por la opción de comprar el insumo arriesgando así el funcionamiento del producto e incluso afectando a los procesos mismos.

Tabla n°35: Proveedores de Industria CROM S.R.L.

 <b>RELACIÓN DE INSUMOS POR PROVEEDORES Y SERVICIO</b>		
Proveedor		
Código	Razón social	Insumo
PN-001	TRADI S.A.	Plancha LAF
PI-101	Jn Aceros S.A.	Plancha inoxidable
PI-102	Discovery inox S.A.C	
PI-103	JAHESA S.A.	
PI-104	Polimetales S.A.	
PI-105	Industria andina de metales S.A.C.	
JE-001	Representación VARIG E.I.R.L.	Jebe Puro/Nitrilo
JE-002	Corporación Jebeemsa S.A.C.	
JE-003	H & N Empaquetaduras e Importaciones S.A.C.	
RE-101	Resortes Yenny S.R.L.	Resorte
RA-001	Importadora y Distribuidora Corona S.R.L.	Remaches
RB-101	Aceros Industriales Acrimsa S.A.C.	
BP-001	Mil plast	Bolsas
IM-101	Imprenta Ayala S.R.L.	Sticker
		Cajas
Servicio		
Código	Razón social	Operación
ZN-001	Compañía universal de pernos S.A.C.	Zincado

Fuente: Elaboración propia

En la tabla n° 35, se observa a los proveedores con sus respectivos códigos la presencia de ellos toma importancia porque son de los que regularmente no podemos obtener el insumo adecuado o se han encontrado insumos defectuosos en las compras realizadas.

A continuación en la tabla n°36, se detallara la lista de compras por cada insumo necesario para producir o ensamblar un accesorio interno de la tapa para radiador con las observaciones que se hicieron cuando se compraron o al término del lote durante los meses de Setiembre a Diciembre del 2017.

**Tabla n°36: Lista de compras a proveedores durante los meses de Setiembre a Diciembre**

 <b>Industria CROM S.R.L.</b>		LISTA DE COMPRAS A PROVEEDORES				
<b>Empresa:</b>	Industria CROM S.R.L.	<b>Método:</b>	PRE-TEST	POST-TEST		
<b>Proceso:</b>	Tapa para radiador (TR-27)	<b>Área:</b>	Producción			
<b>Elaborado por:</b>	Jorge Luis Marquez Cruz	<b>Fecha:</b>	Agosto - Diciembre			
FECHA	PROVEEDOR	CANTIDAD	UND	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN	
	Razón social					Código
16-ago-17	Jn Aceros S.A.	PI-101	2	Plancha	Inox de (0.45 mm)	Para Chapa (V145-I)
21-ago-17	Jn Aceros S.A.	PI-101	3	Plancha	Inox de (0.30 mm)	Para Asiento (T430-I)
04-sep-17	Mil plast	BP-001	2.5	Millar	Bolsa de poliuretano (2.5" x 3")	Algunas unidades mal cortadas
05-sep-17	TRADI S.A.	PN-001	10	Plancha	LAF de (0.80mm)	Para Tapas de (4 para 0.4 - 5 para 0.9 - 1 para 1.1)
08-sep-17	Compañía universal de pemos S.A.C.	ZN-001	43.5	Kg	Tapa de 0.9	Revisar y guardar fallados
08-sep-17	Compañía universal de pemos S.A.C.	ZN-001	14.5	Kg	Tapa de 1.1	Revisar y guardar fallados
09-sep-17	Compañía universal de pemos S.A.C.	ZN-001	58	Kg	Tapa de 0.4	Revisar y guardar fallados
11-sep-17	Compañía universal de pemos S.A.C.	ZN-001	29	Kg	Tapa de 0.9	Revisar y guardar fallados
11-sep-17	Jn Aceros S.A.	PI-101	3	Plancha	Inox de (0.30mm)	Para Plato (T230-I)
11-sep-17	Jn Aceros S.A.	PI-101	2	Plancha	Inox de (0.40 mm)	Para Campana (T640-I)
11-sep-17	Jn Aceros S.A.	PI-101	3	Plancha	Inox de (0.50 mm)	Para Chapa (V145-I)
18-sep-17	Imprenta Ayala S.R.L.	IM-101	5	Millar	Sticker de 0.9	Revisar y guardar fallados
21-sep-17	Aceros Industriales Acrimsa S.A.C.	RB-101	5	Kg	Remache de bronce	Revisar y guardar fallados
02-oct-17	Polimetales S.A.	PI-104	1	Plancha	Inox de (0.50 mm)	Para Dedal (T550-I)
09-oct-17	H & N Empaquetaduras e Importaciones S.A.C.	JE-003	1	Rollo	SBR de (1.00 mm)	Para Jebe tapa (T310-P)
09-oct-17	Importadora y Distribuidora Corona S.R.L.	RA-001	2	Kg	Remache de aluminio	Algunas unidades defomes
09-oct-17	Mil plast	BP-001	5	Millar	Bolsa de poliuretano (2.5" x 3")	-
13-oct-17	Imprenta Ayala S.R.L.	IM-101	6	Millar	Caja TR-27 de 0.4	Revisar y guardar fallados
23-oct-17	Jn Aceros S.A.	PI-101	5	Plancha	Inox de (0.30mm)	Para Plato (T230-I)
23-oct-17	Jn Aceros S.A.	PI-101	5	Plancha	Inox de (0.45 mm)	Para Chapa (V145-I), lo correcto es 0.50mm
23-oct-17	Imprenta Ayala S.R.L.	IM-101	5	Millar	Sticker de 0.4	Revisar y guardar fallados
23-oct-17	Imprenta Ayala S.R.L.	IM-101	6	Millar	Caja TR-27 de 1.1	Revisar y guardar fallados
31-oct-17	TRADI S.A.	PN-001	10	Plancha	LAF de (0.80mm)	Para Tapas de (4 para 0.4 - 4 para 0.9 - 2 para 1.1)
02-nov-17	Compañía universal de pemos S.A.C.	ZN-001	18	Kg	Tapa de 0.4	Revisar y guardar fallados
02-nov-17	Compañía universal de pemos S.A.C.	ZN-001	18	Kg	Tapa de 0.9	Revisar y guardar fallados
04-nov-17	Compañía universal de pemos S.A.C.	ZN-001	40	Kg	Tapa de 0.4	Revisar y guardar fallados
04-nov-17	Compañía universal de pemos S.A.C.	ZN-001	40	Kg	Tapa de 0.9	Revisar y guardar fallados
04-nov-17	Compañía universal de pemos S.A.C.	ZN-001	29	Kg	Tapa de 1.1	Revisar y guardar fallados
13-nov-17	H & N Empaquetaduras e Importaciones S.A.C.	JE-003	1	Rollo	SBR de (1.00 mm)	-
13-nov-17	H & N Empaquetaduras e Importaciones S.A.C.	JE-003	1	Rollo	NBR de (1.00 mm)	Lo correcto es de (1.5mm)
16-nov-17	Resortes Yenny S.R.L.	RE-101	6000	Und	Resorte de 0.4	Realizar prueba de presión
16-nov-17	Resortes Yenny S.R.L.	RE-101	5000	Und	Resorte de 1.1	Realizar prueba de presión

20-nov-17	Aceros Industriales Acrimsa S.A.C.	RB-101	12	Kg	Remache de bronce	Revisar y guardar fallados
20-nov-17	Polimetales S.A.	PI-104	3	Plancha	Inox de (0.40 mm)	Para Campana (T640-I)
27-nov-17	Importadora y Distribuidora Corona S.R.L.	RA-001	12	Kg	Remache de bronce	Revisar y guardar fallados
01-dic-17	JAHESA S.A.	PI-103	3	Plancha	Inox de (0.30 mm)	Para Asiento (T430-I)
05-dic-17	Jn Aceros S.A.	PI-101	2	Plancha	Inox de (0.50 mm)	Para Dedal (T550-I)
05-dic-17	Imprenta Ayala S.R.L.	IM-101	5	Millar	Caja TR-27 de 0.9	Revisar y guardar fallados
07-dic-17	Importadora y Distribuidora Corona S.R.L.	RA-001	5	Kg	Remache de aluminio	-
07-dic-17	Mil plast	BP-001	5	Millar	Bolsa de poliuretano (2.5" x 3")	Revisar y guardar fallados
18-dic-17	TRADI S.A.	PN-001	10	Plancha	LAF de (0.80mm)	Para Tapas de (5 para 0.4 - 5 para 0.9)
20-dic-17	Compañía universal de pernos S.A.C.	ZN-001	35	Kg	Tapa de 0.4	Revisar y guardar fallados
20-dic-17	Compañía universal de pernos S.A.C.	ZN-001	35	Kg	Tapa de 0.9	Revisar y guardar fallados
26-dic-17	Compañía universal de pernos S.A.C.	ZN-001	37.5	Kg	Tapa de 0.4	Revisar y guardar fallados
26-dic-17	Compañía universal de pernos S.A.C.	ZN-001	37.5	Kg	Tapa de 0.9	Revisar y guardar fallados
27-dic-17	Jn Aceros S.A.	PI-101	5	Plancha	Inox de (0.30 mm)	Para Plato (T230-I)

**Fuente: Elaboración propia**

En la tabla n°36, se puede observar la cantidad de los servicios como de las compras realizadas a proveedores con sus respectivas observaciones en el momento adquirido o al término de las unidades.

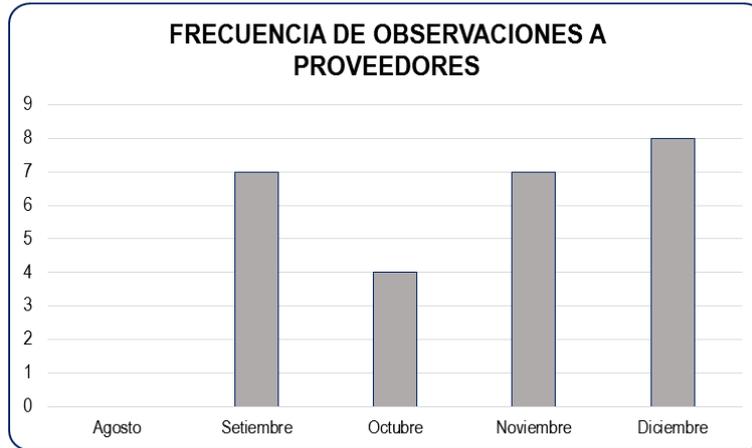
**Tabla n°37: Lista de los proveedores que se aceptaron observaciones**

 <b>Industria CROM S.R.L.</b>		<b>FRECUENCIA DE OBSERVACIONES A PROVEEDORES</b>				
<b>Empresa:</b>	Industria CROM S.R.L.	<b>Método:</b>	<b>PRE-TEST</b>	<b>POST-TEST</b>		
<b>Proceso:</b>	Tapa para radiador (TR-27)	<b>Área:</b>	Producción			
<b>Elaborado por:</b>	Jorge Luis Marquez Cruz	<b>Fecha:</b>	Agosto - Diciembre			
<b>Código</b>	<b>Proveedores</b>	<b>Agosto</b>	<b>Setiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>
PI-103	JAHESA S.A.	-	-	-	-	1
JE-003	H & N Empaquetaduras e Importaciones S	-	-	-	1	-
RE-101	Resortes Yenny S.R.L.	-	-	-	2	-
RA-001	Importadora y Distribuidora Corona S.R.L.	-	-	1	-	1
RB-101	Aceros Industriales Acrimsa S.A.C.	-	1	-	1	-
BP-001	Mil plast	-	1	-	-	1
IM-101	Imprenta Ayala S.R.L.	-	1	3	-	1
ZN-001	Compañía universal de pernos S.A.C.	-	4	-	3	4
Total		0	7	4	7	8

**Fuente: Elaboración propia**

La tabla n°37, muestra una lista de los proveedores que brindaron sus productos hacia la empresa pero que están siendo consideradas como compras con observaciones. Por ejemplo, cuando se adquirió un grosor de material diferente o se han tolerado unidades defectuosas por el apuro del proveedor.

**Gráfico n°21: Índice de variación de calidad en los insumos**



**Fuente: Elaboración propia**

En el gráfico n°21, se puede apreciar la frecuencia acumulada de las observaciones a los productos ofrecidos por los proveedores alcanzando en el mes de diciembre su acumulado más alto con 8 observaciones principalmente a los proveedores: JAHESA, Importadora y distribuidora Corona S.R.L., Milplast, Imprenta Ayala S.R.L. y el servicio del zincado.

**E) Exceso de sobretiempos**

La presencia de esta causa es influyente en la productividad por el motivo de utilizar horas que están fuera de la jornada normal generando así costos para este personal.

**Tabla n°38: Ficha de resumen de horas extra en los últimos cinco meses del 2017**

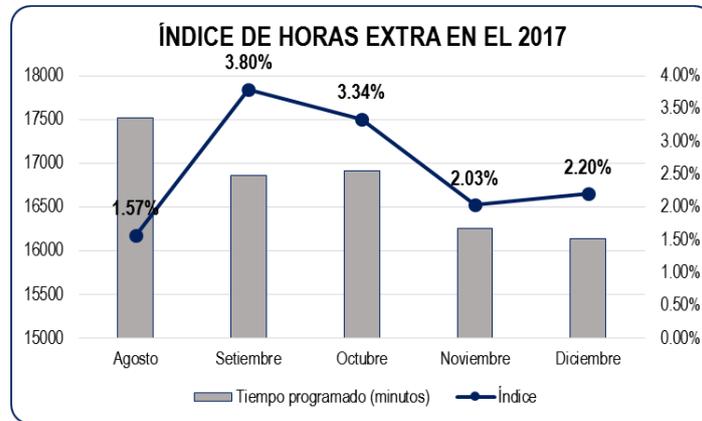
 Industria CROM S.R.L.		FICHA DE REGISTRO DE LAS HORAS EXTRAS			
Empresa:	Industria CROM S.R.L.	Área:	Producción		Proceso
Elaborado por:	Jorge Luis, Marquez Cruz	Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Tapa para radiador (TR-27)
Mes	Tiempo real (minutos)	Tiempo programado (minutos)	Horas extra		
			Minutos	Índice	
Agosto	17795	17520	275	1.57%	
Setiembre	17475	16860	640	3.80%	
Octubre	17485	16920	565	3.34%	
Noviembre	16590	16260	330	2.03%	
Diciembre	16495	16140	355	2.20%	

**Fuente: Elaboración propia**

La tabla n°38, muestra un resumen de las horas extra de los últimos cinco meses del 2017 con sus respectivos índices. Siendo el tiempo real, aquel tiempo que en verdad se acumuló en cada mes asimismo el tiempo programado, es aquel tiempo que la empresa brinda como la jornada mensual establecido. El índice de horas extra se halla de la diferencia del tiempo

real con el tiempo programado entre el tiempo programado este resultado nos informa que porcentaje del tiempo de una jornada normal se está alterando.

**Gráfico n°22: Índice de horas extra en los últimos cinco meses del 2017**



**Fuente: Elaboración propia**

El grafico n°22, se puede apreciar que el mes de agosto obtiene mayor tiempo programado sin embargo en el mes de setiembre se alcanzó un índice de hora extra de 3.80% seguido por el mes de octubre con 3.34%.

**Tabla n° 39: Ficha de registro de horas extra de trabajo por cada día en el mes de noviembre del 2017**

 <b>Industria CROM S.R.L.</b>		<b>FICHA DE REGISTRO DE LAS HORAS EXTRAS</b>			
<b>Empresa:</b>	Industria CROM S.R.L.	<b>Área:</b>	Producción		
<b>Elaborado por:</b>	Jorge Luis, Marquez Cruz	<b>Método:</b>	<b>PRE-TEST</b>	POST-TEST	
Fecha	Jornada programada		Jornada real		Tiempo extra (min)
	Tiempo (m)	Unidades	Tiempo (m)	Unidades	
02-nov-17	660	102	660	86	-
03-nov-17	660	102	680	88	20
04-nov-17	600	92	600	80	-
06-nov-17	660	102	660	82	-
07-nov-17	660	102	660	82	-
08-nov-17	660	102	710	90	50
09-nov-17	660	102	660	84	-
10-nov-17	660	102	700	89	40
11-nov-17	600	92	600	80	-
13-nov-17	660	102	660	80	-
14-nov-17	660	102	660	82	-
15-nov-17	660	102	660	82	-
16-nov-17	660	102	720	95	60
17-nov-17	660	102	660	86	-
18-nov-17	600	92	600	85	-
20-nov-17	660	102	660	86	-

21-nov-17	660	102	680	88	20
22-nov-17	660	102	660	86	-
23-nov-17	660	102	660	86	-
24-nov-17	660	102	700	88	40
25-nov-17	600	92	600	85	-
27-nov-17	660	102	660	89	-
28-nov-17	660	102	700	90	40
29-nov-17	660	102	660	84	-
30-nov-17	660	102	720	98	60
Total	16260	2510	16590	2151	330
					2.03%

Fuente: Elaboración propia

La tabla n°39, muestra las horas extra por cada día en el mes de noviembre acumulando así un total de 330 minutos entre los colaboradores que participaron del proceso de producción de tapas para radiador (TR-27). En donde se registró que el prensista 2 aportó con 160 minutos y el operario con 170 minutos. Después de haber realizado el registro de horas extra se obtuvo un índice de 2.03% para este mes.

#### F) Desgaste de matrices

La presencia de esta causa realiza daños a la empresa en temas de producción, mantenimiento y costos. Al contar con matrices desgastadas o dañadas el accesorio a producir no estará dentro del margen permitido obteniendo así productos defectuosos o incluso a dañar las máquinas que permiten la transformación del accesorio.

Tabla n°40: Lista de matrices que presentaron desgaste en el 2017

Industria CROM S.R.L.		LISTA DE MATRICES Y CAUSAS QUE OCASIONARON SU DESGASTE			
Empresa:	Industria CROM S.R.L.	Área:	Producción		
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Proceso:	Tapa para radiador (TR-27)	
Elaborado por:	Jorge Luis Marquez Cruz	Fecha:	Agosto - Diciembre		
Fecha	Motivo	Matriz		Observación	
		Código	Accesorio		
<b>AGOSTO</b>					
16-ago-17	Presencia de mermas en la figura	G	Chapa (V150-I)	En el botador de la matriz se encontro particulas de acero	
18-ago-17	Prensado doble de accesorio o más	G	Chapa (V150-I)	El prensista realizaba muy apurado el proceso	
21-ago-17	Matriz instalada incorrectamente	D	Asiento (T430-I)	Al instalar la matriz, no se ajusto bien los pernos laterales	
22-sep-17	Sobrelímite de cortes (rebaba)	D	Asiento (T430-I)	El accesorio presentaba rebabas en su alrededor	
23-ago-17	Prensado doble de accesorio o más	D	Asiento (T430-I)	Se acumularon 2 asientos en el formador, esto hizo parar la	
24-ago-17	Prensado doble de accesorio o más	D	Asiento (T430-I)	Se acumularon 4 asientos en el formador, esto hizo parar la	
<b>SETIEMBRE</b>					
05-sep-17	Prensado doble de accesorio o más	AA	Tapa (Corte)	El prensista realizaba muy apurado el proceso	
05-sep-17	Presencia de mermas en la figura	AA	Tapa (Corte)	Volver a ajustar la linea de carrera de la prensa	
06-sep-17	Presencia de mermas en la figura	AB	Tapa (Moldeado)	Algunas tapas cortadas poseian piedras por el contacto con el	
07-sep-17	Prensado doble de accesorio o más	AC	Tapa (Marcado)	El prensista realizaba muy apurado el proceso	
07-sep-17	Matriz instalada incorrectamente	AD	Tapa (Doblado)	No se colocó la guía de la matriz	
12-sep-17	Prensado doble de accesorio o más	B	Plato (T230-I)	El prensista realizaba muy apurado el proceso	
12-sep-17	Presencia de mermas en la figura	G	Chapa (V150-I)	Presencia de astillas que deforman el accesorio	
14-sep-17	Sobrelímite de cortes (rebaba)	F	Campana (T640-I)	El accesorio presentaba rebabas en su alrededor	

OCTUBRE				
02-oct-17	Matriz instalada incorrectamente	E	Dedal (T550-I)	No se ajusto bien la matriz a la prensa, provocando que se paralice el proceso
02-oct-17	Prensado doble de accesorio o más	E	Dedal (T550-I)	El prensista realizaba muy apurado el proceso
11-oct-17	Matriz instalada incorrectamente	C	Jebe tapa (T310-P)	La altura de la carrera era muy corta
23-oct-17	Prensado doble de accesorio o más	B	Plato (T230-I)	El prensista realizaba muy apurado el proceso
23-oct-17	Presencia de mermas en la figura	B	Plato (T230-I)	Presencia de astillas que deforman el accesorio
23-oct-17	Material del grosor no asignado	G	Chapa (V150-I)	El grosor de la tira era de 0.50 mm
24-oct-17	Sobrelímite de cortes (rebaba)	B	Plato (T230-I)	El accesorio cortado seguía junto a la tira
24-oct-17	Prensado doble de accesorio o más	G	Chapa (V150-I)	El prensista realizaba muy apurado el proceso
31-oct-17	Prensado doble de accesorio o más	AA	Tapa (Corte)	El prensista realizaba muy apurado el proceso
31-oct-17	Matriz instalada incorrectamente	AB	Tapa (Moldeado)	La altura de la carrera era muy corta
31-oct-17	Matriz instalada incorrectamente	AC	Tapa (Marcado)	La altura de la carrera era muy corta
31-oct-17	Prensado doble de accesorio o más	AD	Tapa (Doblado)	El prensista realizaba muy apurado el proceso
NOVIEMBRE				
13-nov-17	Material del grosor no asignado	H	Jebe válvula (V215-I)	El grosor de la tira era de 1.50 mm
20-nov-17	Prensado doble de accesorio o más	F	Campana (T640-I)	El prensista realizaba muy apurado el proceso
20-nov-17	Presencia de mermas en la figura	F	Campana (T640-I)	Acumulación de polvos y astillas de acero
21-nov-17	Presencia de mermas en la figura	F	Campana (T640-I)	Acumulación de polvos y astillas de acero
21-nov-17	Prensado doble de accesorio o más	F	Campana (T640-I)	El prensista realizaba muy apurado el proceso
DICIEMBRE				
01-dic-17	Matriz instalada incorrectamente	D	Asiento (T430-I)	No se ajusto bien el resorte de la matriz, variando en el tamaño del producto
01-dic-17	Presencia de mermas en la figura	D	Asiento (T430-I)	Acumulación de astillas que deformaban el accesorio
05-dic-17	Prensado doble de accesorio o más	D	Asiento (T430-I)	El prensista realizaba muy apurado el proceso
05-dic-17	Presencia de mermas en la figura	E	Dedal (T550-I)	Acumulación de astillas que deformaban el accesorio
06-dic-17	Prensado doble de accesorio o más	E	Dedal (T550-I)	El prensista realizaba muy apurado el proceso
07-dic-17	Prensado doble de accesorio o más	E	Dedal (T550-I)	El prensista realizaba muy apurado el proceso
18-dic-17	Matriz instalada incorrectamente	AA	Tapa (Corte)	La altura de la carrera era muy corta
18-dic-17	Presencia de mermas en la figura	AA	Tapa (Corte)	Acumulación de astillas que deformaban el accesorio
18-dic-17	Presencia de mermas en la figura	AB	Tapa (Moldeado)	Acumulacion de astillas en el formador
18-dic-17	Prensado doble de accesorio o más	AB	Tapa (Moldeado)	El prensista realizaba muy apurado el proceso

Fuente: Elaboración propia

La tabla n°40, nos muestra una lista de las matrices que tuvieron algún tipo de daño, en los procesos ya sea por una mala manipulación por los operarios, mala colocación u otro tipo de daños que generan desgaste de filo o daño a las matrices.

Tabla n°41: Frecuencia de las causas que provocan desgaste de matrices

Industria CROM S.R.L.		CAUSAS QUE PROVOCAN EL DESGASTE DE MATRICES				
Empresa:	Industria CROM S.R.L.	Área:	Producción			
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Proceso:	TAPA (TR-27)		
Elaborado por:	Jorge Luis Marquez Cruz	Fecha:	Agosto - Diciembre			
CAUSAS	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Prensado doble de accesorio o más	3	3	5	2	7	20
Presencia de mermas en la figura	1	3	1	2	5	12
Matriz instalada incorrectamente	1	1	4	0	5	11
Sobrelímite de cortes (rebaba)	1	1	1	0	1	4
Material del grosor no asignado	0	0	1	1	0	2
TOTAL	6	8	12	5	18	49

Fuente: Elaboración propia

La tabla n°41, nos muestra que la causa con elevada frecuencia es la de *prensado doble de accesorio o más*, se da cuando el prensista realiza apuradamente el proceso o cuando no revisa bien si el botador de la matriz está cumpliendo su función. También esta *presencia de*

*mermas en la figura*, suele darse en las matrices de tipo combinada existe esta causa por que antes de colocar la matriz no se revisó si estaba del todo limpia lo mismo suele pasar a las tiras que pueden transportar piedras o astillas de acero provocando que el accesorio no se ubique dentro del margen aceptable. *Matriz instalada incorrectamente*, cuando no se ajustaron bien los pernos amarre de la prensa así como no fijo la medida de carrera y del husillo ya que estos influyen en la medida del accesorio a producir. *Sobre límites de cortes*, cuando la figura cortada está presentando rebabas a su alrededor debido a que ya no posee el filo necesario para el corte. Finalmente, *material de grosor no asignado*, al usar una medida diferente de grosor se pone en peligro el punzón de la matriz ya que para cada grosor de corte este pasa por un proceso tratamiento térmico en donde se le asigna una dureza.

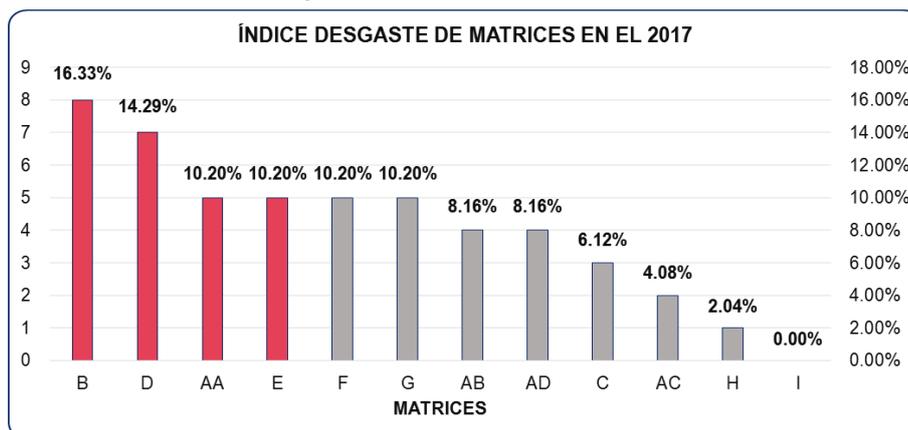
**Tabla n°42: Lista de matrices que fueron afectadas por las causas de desgaste**

MATERIALES		LISTA DE MATRICES QUE PRESENTARON DESGASTE EN EL 2017						
INDUSTRIA CROM S.R.L.								
<b>Empresa:</b>		Industria CROM S.R.L.			<b>Área:</b>		Producción	
<b>Método:</b>		PRE-TEST		POST-TEST		<b>Proceso:</b>		TAPA (TR-27)
<b>Elaborado por:</b>		Jorge Luis Marquez Cruz			<b>Fecha:</b>		Agosto - Diciembre	
MATRIZ		AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL	ÍNDICE DESGASTE DE MATRICES
COD	DESCRIPCIÓN							
B	Plato (T230-I)	0	1	3	0	4	8	16.33%
D	Asiento (T430-I)	4	0	0	0	3	7	14.29%
AA	Tapa (Corte)	0	2	1	0	2	5	10.20%
E	Dedal (T550-I)	0	0	2	0	3	5	10.20%
F	Campana (T640-I)	0	1	0	4	0	5	10.20%
G	Chapa (V150-I)	2	1	2	0	0	5	10.20%
AB	Tapa (Moldeado)	0	1	1	0	2	4	8.16%
AD	Tapa (Doblado)	0	1	1	0	2	4	8.16%
C	Jebe tapa (T310-P)	0	0	1	0	2	3	6.12%
AC	Tapa (Marcado)	0	1	1	0	0	2	4.08%
H	Jebe válvula (V215-I)	0	0	0	1	0	1	2.04%
I	Platillo (V350-I)	0	0	0	0	0	0	0.00%
TOTAL		6	8	12	5	18	49	8.33%

**Fuente: Elaboración propia**

La tabla n°42, nos muestra a las matrices que se usan en la producción de tapas para radiador que tuvieron algún tipo de daño. Se registra estos hechos para identificar en que matriz es necesario dar alcances de mejor cuidado o elaborar un plan de mantenimiento para estos tipos de matrices.

**Grafico n°23: Índice de desgaste de cada matriz en los últimos cinco meses del 2017**



Fuente: Elaboración propia

El grafico n°23, nos permite conocer a las matrices que tuvieron más participación en el proceso de producción de los accesorios internos de la tapa para radiador (TR-27). Las barras de color rojo representan a aquellas matrices que ocupan el 51.02% del total en lo que fue del 2017.

#### G) Toma de tiempos (PRE-TEST)

Se realizó una toma de tiempo inicial en el mes de Noviembre del 2017, considerando solo 25 días laborales [30 días – (1 feriado + 4 domingos)], para determinar el número de muestras que se requiere para establecer el tiempo estándar del proceso de producción de tapas para radiador modelo TR-27. Se está considerando solo a los procesos de Armado, remachado tapa, remachado válvula, cerrado, etiquetado y encajado. Por lo que estos procesos son los que permiten obtener las unidades de las tapa para radiador a partir de la elaboración previos de los accesorios internos de la TR-27.

**Tabla n°43: Registro de toma de tiempos en noviembre del 2017**

Industria CROM S.R.L.		TOMA DE TIEMPO										
Empresa: Industria CROM S.R.L.												
Método: <b>PRE-TEST</b> POST-TEST												
Elaborado por: Jorge Luis Marquez Cruz												
ITEM	PROCESO	02-nov	03-nov	04-nov	06-nov	07-nov	08-nov	09-nov	10-nov	11-nov	13-nov	14-nov
1	Armado	14.00	15.25	14.80	15.10	14.15	14.60	15.25	14.85	15.10	15.12	15.75
2	Remachado Tapa	12.50	12.75	13.10	12.50	13.75	14.25	13.50	12.75	14.10	12.00	15.70
3	Remachado Valvula	8.12	8.25	9.50	8.50	9.75	9.25	8.75	9.50	8.60	9.10	8.90
4	Cerrado	3.75	3.75	4.15	4.00	3.80	3.90	4.15	3.75	4.50	4.25	4.50
5	Etiquetado	2.60	2.75	2.75	3.25	3.25	3.15	3.25	2.80	2.90	2.60	3.15
6	Encajado	10.50	11.10	11.25	10.75	11.50	11.75	10.90	12.50	11.50	12.10	11.50
TOTAL		51.47	53.85	55.55	54.10	56.20	56.90	55.80	56.15	56.70	55.17	59.50

TIEMPOS - PRODUCCIÓN DE TAPAS PARA RADIADOR MODELO TR-27														
														Área: Producción
														Proceso: Producción de Tapas para radiador (TR-27)
														Fecha: 01/11/17 - 30/11/17
15-nov	16-nov	17-nov	18-nov	20-nov	21-nov	22-nov	23-nov	24-nov	25-nov	27-nov	28-nov	29-nov	30-nov	Tiempo Prom.
14.90	14.85	15.75	14.50	14.85	15.12	15.25	14.75	14.50	14.50	14.85	15.12	15.24	15.50	14.95
14.60	14.25	15.10	13.20	12.75	12.50	13.50	12.75	12.50	14.15	14.25	14.90	14.55	12.60	13.54
10.25	9.50	8.15	8.95	9.10	8.25	10.15	9.30	9.50	10.50	10.90	9.50	9.50	10.15	9.28
4.10	4.30	4.90	4.50	3.90	4.10	4.25	3.75	4.50	3.75	4.15	4.00	4.25	3.75	4.11
3.12	3.25	2.75	2.90	3.15	3.12	2.95	3.10	3.15	2.90	2.80	2.75	3.05	3.12	2.98
11.75	11.60	12.50	11.60	12.50	12.70	12.75	11.50	10.90	11.25	12.80	13.10	13.10	12.50	11.84
58.72	57.75	59.15	55.65	56.25	55.79	58.85	55.15	55.05	57.05	59.75	59.37	59.69	57.62	56.69

Fuente: Elaboración propia

En la tabla n°43, se pueden apreciar los tiempos registrados, representados en min centésimas. Se puede apreciar que el mayor tiempo corresponde al día 27 de noviembre con de 59.75 minutos; mientras que el menor tiempo corresponde al día 2 de noviembre con 51.47 minutos. Al hacer la comparación entre estos dos días, vemos que hay una variación de aproximadamente 8.28 minutos. A continuación, en la tabla n°43 se calculara el número de muestras del proceso la cual nos permitirá hallar el tiempo promedio o tiempo observado

Tabla n°44: Calculo del número de muestras

CROM Industria CROM S.R.L.		CÁLCULO DEL NUMERO DE MUESTRAS DEL PROCESO DE PRODUCCION DE TAPAS PARA RADIADOR MODELO TR27			
Empresa: Industria CROM S.R.L.			Área: Producción		
Método: PRE-TEST		POST-TEST	Proceso: Producción de Tapas para radiador (TR-27)		
Elaborado por: Jorge Luis Marquez Cruz			Fecha: 01/11/17 - 30/11/17		
ITEM	PROCESO	$\sum X$	$\sum X^2$	$n = \left( \frac{40\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$	
1	Armado	373.65	5589.02	1	
2	Remachado Tapa	338.50	4607.02	8	
3	Remachado Valvula	231.92	2164.97	10	
4	Cerrado	102.70	424.21	9	
5	Etiquetado	74.56	223.44	8	
6	Encajado	295.90	3516.34	6	

Fuente: Tabla n°43

Asimismo, en la tabla n°44, se muestra la aplicación de la fórmula de Kanawaty para determinar el número de datos o muestras requeridas. Sabiendo esto, recién se podrá obtener el tiempo estándar del proceso de tapa para radiador modelo TR-27. Estas muestras son tomadas de los tiempos iniciales del mes de Noviembre del 2017, teniendo en cuenta solo el número que corresponda a cada actividad del proceso iniciando desde el día primero.

**Tabla n°45: Cálculo del tiempo observado de acuerdo al tamaño de la muestra en el mes de noviembre**

ITEM		PROCESO	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4	Tiempo 5	Tiempo 6	Tiempo 7	Tiempo 8	Tiempo 9	Tiempo 10	Promedio
1	Armado		14.85										14.85
2	Remachado Tapa		12.75	14.10	12.00	15.70	14.60	14.25	15.10	13.20			13.96
3	Remachado Valvula		9.50	8.60	9.10	8.90	10.25	9.50	8.15	8.95	9.10	8.25	9.03
4	Cerrado		3.75	4.50	4.25	4.50	4.10	4.30	4.90	4.50	3.90		4.30
5	Etiquetado		2.80	2.90	2.60	3.15	3.12	3.25	2.75	2.90			2.93
6	Encajado		12.50	11.50	12.10	11.50	11.75	11.60					11.83

Fuente: Tabla n°43

En la tabla n°45, se muestra el cálculo del promedio total de cada actividad del proceso según el cálculo del número de muestras obtenidas con la fórmula de Kanaway. El mayor número de muestras requerido fue 10 y el menor número fue 1. Los tiempos de esta tabla son tomados de la tabla n°42. Finalmente, una vez obtenidos los promedios de los tiempos observados de cada actividad, realizamos el cálculo del tiempo estándar teniendo en cuenta, la tabla de Westinghouse (habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia) y los tiempos suplementos como necesidades personales y fatiga. (Ver anexo).

A continuación, se muestra el cálculo del tiempo estándar del proceso de producción de tapas para radiador (PRE-TEST).

**Tabla n°46: Cálculo del tiempo estándar del proceso de producción de tapas para radiador (TR-27)**

ITEM		PROCESO	PROMEDIO T.O.	WESTINHOUSE				FACTOR DE VALORACIÓN	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTOS		TOTAL SUPLEMENTOS	TIEMPO ESTÁNDAR
				H	E	CD	CS		C	V			
1	Armado		14.85	0.00	-0.04	0.00	0.00	0.96	14.26	0.09	0.11	0.20	17.11
2	Remachado Tapa		13.96	-0.05	0.00	-0.03	0.00	0.92	12.85	0.09	0.09	0.18	15.16
3	Remachado Valvula		9.03	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	9.03	0.00	0.00	0.00	9.03
4	Cerrado		4.30	0.00	-0.04	-0.03	0.00	0.93	4.00	0.09	0.08	0.17	4.68
5	Etiquetado		2.93	0.00	-0.04	-0.03	-0.02	0.91	2.67	0.09	0.10	0.19	3.18
6	Encajado		11.83	0.00	-0.04	-0.03	-0.02	0.91	10.76	0.09	0.10	0.19	12.81
<b>Tiempo total de producción para 12 und de Tapa para radiador (TR-27)</b>												<b>61.96</b>	

Fuente: Tabla n°45

En la tabla n°46, el cálculo del tiempo estándar del proceso de producción de tapas para radiador da como resultado un tiempo total de 61.96 minutos. Lo que se entiende como el tiempo requerido para la elaboración de 12 unidades de tapa para radiador modelo TR-27.

## H) Estimación de la productividad (PRE-TEST)

A partir del cálculo del tiempo estándar, se continúa con el cálculo de las unidades planificadas (12 unidades) del proceso de producción de tapas para radiador modelo TR-27. Primero se necesita calcular la capacidad instalada del proceso, en esta oportunidad solo se considera los tiempos del operario y prensista 2. Por lo que solo ellos están asignados a estos procesos.

$$\text{Capacidad Instalada} = \frac{\text{Número de trabajadores} \times \text{Tiempo labora c/trab.}}{\text{Tiempo Estándar}}$$

Tabla n°47: Cálculo de la capacidad instalada

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD INSTALADA					
Jornada:		Lunes a Viernes		Sábado	
Colaborador	Tiempo estándar (min)	Tiempo laborable (min)	Capacidad Instalada (und)	Tiempo laborable (min)	Capacidad Instalada (und)
Operario	61.96	480.00	92.96	300.00	58.10
Prensista 2	61.96	180.00	34.86	300.00	58.10
		660.00	<b>127.82</b>	600.00	<b>116.20</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla n°47, se aprecia que teóricamente se puede producir 127.82 unidades en las jornadas de lunes a viernes con la colaboración de operario y prensista 2 sumando un tiempo laborable de 660 minutos. Para la jornada del sábado las unidades teóricas son 116.20 unidades con la colaboración del operario y prensista 2 acumulando un tiempo laborable de 600 minutos.

$$\text{Unidades planificadas} = \text{Capacidad instalada} \times \text{Factor de Valoración}$$

Tabla n°48: Cálculo de las unidades planificadas

TAPAS PARA RADIADOR (TR-27) POR JORNADA			
Jornada	Capacidad instalada (und)	Factor de valoración (%)	Unidades planificadas
Lunes a Viernes	127.82	0.80	<b>102</b>
Sábado	116.20	0.80	<b>92</b>

Fuente: Tabla n°47

De la tabla n°48, se obtiene que las unidades planificadas por la jornada de lunes a viernes es de 102 unidades y para la jornada del día sábado son de 92 unidades. Finalmente, con estos datos se puede estimar la productividad de la empresa Industria CROM S.R.L.

Tabla n°49: Productividad Agosto 2017 (PRE-TEST)

 <b>Industria CROM S.R.L.</b>			ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD - INDUSTRIA CROM S.R.L.				
Empresa:	Industria CROM S.R.L.			Método:	PRE-TEST	POST-TEST	
Elaborado por:	Jorge Luis, Marquez Cruz			Proceso:	Tapa para radiador (TR-27)		
INDICADOR	DESCRIPCIÓN		TÉCNICA	INSTRUMENTO		FÓRMULA	
EFICACIA	De acuerdo a las cantidades producidas y estimadas		Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Eficacia = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades planeadas}} \times 100\%$	
EFICIENCIA	De acuerdo a los tiempos útiles y a los tiempos totales		Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Eficiencia = \frac{T \text{ Útil}}{T \text{ Otorgado}} \times 100\%$	
PRODUCTIVIDAD	Productividad inicial o final		Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Productividad = Eficacia \times Eficiencia$	
FECHA	UNIDADES PLANEADAS	UNIDADES PRODUCIDAS	TIEMPO OTORGADO (min)	TIEMPO ÚTIL (min)	EFICACIA	EFICIENCIA	PRODUCTIVIDAD
01-ago-17	102	86	660.00	444.05	84.31%	67.28%	56.73%
02-ago-17	102	85	660.00	438.88	83.33%	66.50%	55.41%
03-ago-17	108	92	700.00	475.03	85.19%	67.86%	57.81%
04-ago-17	102	85	660.00	438.88	83.33%	66.50%	55.41%
05-ago-17	92	78	600.00	402.74	84.78%	67.12%	56.91%
07-ago-17	102	85	660.00	438.88	83.33%	66.50%	55.41%
08-ago-17	102	84	660.00	433.72	82.35%	65.72%	54.12%
09-ago-17	105	86	680.00	444.05	81.90%	65.30%	53.48%
10-ago-17	106	86	690.00	444.05	81.13%	64.35%	52.21%
11-ago-17	102	88	660.00	454.37	86.27%	68.84%	59.40%
12-ago-17	92	80	600.00	413.07	86.96%	68.84%	59.86%
14-ago-17	102	86	660.00	444.05	84.31%	67.28%	56.73%
15-ago-17	102	88	660.00	454.37	86.27%	68.84%	59.40%
16-ago-17	102	86	660.00	444.05	84.31%	67.28%	56.73%
17-ago-17	109	92	705.00	475.03	84.40%	67.38%	56.87%
18-ago-17	102	84	660.00	433.72	82.35%	65.72%	54.12%
19-ago-17	92	81	600.00	418.23	88.04%	69.71%	61.37%
21-ago-17	102	86	660.00	444.05	84.31%	67.28%	56.73%
22-ago-17	102	84	660.00	433.72	82.35%	65.72%	54.12%
23-ago-17	102	86	660.00	444.05	84.31%	67.28%	56.73%
24-ago-17	108	90	700.00	464.70	83.33%	66.39%	55.32%
25-ago-17	105	89	680.00	459.54	84.76%	67.58%	57.28%
26-ago-17	92	84	600.00	433.72	91.30%	72.29%	66.00%
28-ago-17	102	85	660.00	438.88	83.33%	66.50%	55.41%
29-ago-17	105	88	680.00	454.37	83.81%	66.82%	56.00%
30-ago-17	92	86	600.00	444.05	93.48%	74.01%	69.18%
31-ago-17	111	100	720.00	516.33	90.09%	71.71%	64.61%
<b>TOTAL</b>	2745	2330	17795	12030.57	84.95%	67.65%	<b>57.53%</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla n°50: Productividad Setiembre 2017 (PRE-TEST)

 <b>Industria CROM S.R.L.</b>			ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD - INDUSTRIA CROM S.R.L.				
Empresa:	Industria CROM S.R.L.		Método:	PRE-TEST	POST-TEST		
Elaborado por:	Jorge Luis, Marquez Cruz		Proceso:	Tapa para radiador (TR-27)			
INDICADOR	DESCRIPCIÓN	TÉCNICA	INSTRUMENTO		FÓRMULA		
EFICACIA	De acuerdo a las cantidades producidas y estimadas	Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Eficacia = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades planeadas}} \times 100\%$		
EFICIENCIA	De acuerdo a los tiempos útiles y a los tiempos totales	Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Eficiencia = \frac{T \text{ Útil}}{T \text{ Otorgado}} \times 100\%$		
PRODUCTIVIDAD	Productividad inicial o final	Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Productividad = Eficacia \times Eficiencia$		
FECHA	UNIDADES PLANEADAS	UNIDADES PRODUCIDAS	TIEMPO OTORGADO (min)	TIEMPO ÚTIL (min)	EFICACIA	EFICIENCIA	PRODUCTIVIDAD
01-sep-17	110	94	710.00	485.35	85.45%	68.36%	58.42%
02-sep-17	92	72	595.00	371.76	78.26%	62.48%	48.90%
04-sep-17	102	85	660.00	438.88	83.33%	66.50%	55.41%
05-sep-17	111	96	720.00	495.68	86.49%	68.84%	59.54%
06-sep-17	102	86	660.00	444.05	84.31%	67.28%	56.73%
07-sep-17	110	95	715.00	490.52	86.36%	68.60%	59.25%
08-sep-17	102	82	660.00	423.39	80.39%	64.15%	51.57%
09-sep-17	92	72	600.00	371.76	78.26%	61.96%	48.49%
11-sep-17	102	84	660.00	433.72	82.35%	65.72%	54.12%
12-sep-17	111	94	720.00	485.35	84.68%	67.41%	57.09%
13-sep-17	102	82	660.00	423.39	80.39%	64.15%	51.57%
14-sep-17	111	96	720.00	495.68	86.49%	68.84%	59.54%
15-sep-17	102	82	660.00	423.39	80.39%	64.15%	51.57%
16-sep-17	92	78	600.00	402.74	84.78%	67.12%	56.91%
18-sep-17	102	80	660.00	413.07	78.43%	62.59%	49.09%
19-sep-17	110	94	715.00	485.35	85.45%	67.88%	58.01%
20-sep-17	101	80	655.00	413.07	79.21%	63.06%	49.95%
21-sep-17	102	82	660.00	423.39	80.39%	64.15%	51.57%
22-sep-17	111	96	720.00	495.68	86.49%	68.84%	59.54%
23-sep-17	92	76	600.00	392.41	82.61%	65.40%	54.03%
25-sep-17	111	95	720.00	490.52	85.59%	68.13%	58.31%
26-sep-17	102	80	660.00	413.07	78.43%	62.59%	49.09%
27-sep-17	111	96	720.00	495.68	86.49%	68.84%	59.54%
28-sep-17	111	98	720.00	506.01	88.29%	70.28%	62.05%
29-sep-17	111	96	720.00	495.68	86.49%	68.84%	59.54%
30-sep-17	90	70	585.00	361.43	77.78%	61.78%	48.05%
<b>TOTAL</b>	2695	2241	17475	11571.03	82.98%	66.08%	<b>54.92%</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla n°51: Productividad Octubre 2017 (PRE-TEST)

 <b>Industria CROM S.R.L.</b>			ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD - INDUSTRIA CROM S.R.L.				
Empresa:	Industria CROM S.R.L.		Método:	PRE-TEST	POST-TEST		
Elaborado por:	Jorge Luis, Marquez Cruz		Proceso:	Tapa para radiador (TR-27)			
INDICADOR	DESCRIPCIÓN	TÉCNICA	INSTRUMENTO		FÓRMULA		
EFICACIA	De acuerdo a las cantidades producidas y estimadas	Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Eficacia = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades planeadas}} \times 100\%$		
EFICIENCIA	De acuerdo a los tiempos útiles y a los tiempos totales	Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Eficiencia = \frac{T \text{ Útil}}{T \text{ Otorgado}} \times 100\%$		
PRODUCTIVIDAD	Productividad inicial o final	Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Productividad = Eficacia \times Eficiencia$		
FECHA	UNIDADES PLANEADAS	UNIDADES PRODUCIDAS	TIEMPO OTORGADO (min)	TIEMPO ÚTIL (min)	EFICACIA	EFICIENCIA	PRODUCTIVIDAD
02-oct-17	110	86	710.00	444.05	78.18%	62.54%	48.90%
03-oct-17	105	80	680.00	413.07	76.19%	60.75%	46.28%
04-oct-17	102	76	660.00	392.41	74.51%	59.46%	44.30%
05-oct-17	102	78	660.00	402.74	76.47%	61.02%	46.66%
06-oct-17	111	86	720.00	444.05	77.48%	61.67%	47.78%
07-oct-17	92	80	600.00	413.07	86.96%	68.84%	59.86%
09-oct-17	102	82	660.00	423.39	80.39%	64.15%	51.57%
10-oct-17	111	100	720.00	516.33	90.09%	71.71%	64.61%
11-oct-17	110	100	715.00	516.33	90.91%	72.21%	65.65%
12-oct-17	102	94	660.00	485.35	92.16%	73.54%	67.77%
13-oct-17	105	96	680.00	495.68	91.43%	72.89%	66.65%
14-oct-17	92	80	600.00	413.07	86.96%	68.84%	59.86%
16-oct-17	102	84	660.00	433.72	82.35%	65.72%	54.12%
17-oct-17	111	102	720.00	526.66	91.89%	73.15%	67.22%
18-oct-17	102	95	660.00	490.52	93.14%	74.32%	69.22%
19-oct-17	111	100	720.00	516.33	90.09%	71.71%	64.61%
20-oct-17	102	95	660.00	490.52	93.14%	74.32%	69.22%
21-oct-17	92	78	600.00	402.74	84.78%	67.12%	56.91%
23-oct-17	102	95	660.00	490.52	93.14%	74.32%	69.22%
24-oct-17	102	95	660.00	490.52	93.14%	74.32%	69.22%
25-oct-17	102	96	660.00	495.68	94.12%	75.10%	70.69%
26-oct-17	111	100	720.00	516.33	90.09%	71.71%	64.61%
27-oct-17	111	100	720.00	516.33	90.09%	71.71%	64.61%
28-oct-17	92	80	600.00	413.07	86.96%	68.84%	59.86%
30-oct-17	111	100	720.00	516.33	90.09%	71.71%	64.61%
31-oct-17	102	96	660.00	495.68	94.12%	75.10%	70.69%
<b>TOTAL</b>	2697	2354	17485	12154.49	87.26%	69.49%	<b>60.95%</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla n°52: Productividad Noviembre 2017 (PRE-TEST)

 <b>Industria CROM S.R.L.</b>			ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD - INDUSTRIA CROM S.R.L.				
Empresa:	Industria CROM S.R.L.		Método:	PRE-TEST	POST-TEST		
Elaborado por:	Jorge Luis, Marquez Cruz		Proceso:	Tapa para radiador (TR-27)			
INDICADOR	DESCRIPCIÓN	TÉCNICA	INSTRUMENTO	FÓRMULA			
EFICACIA	De acuerdo a las cantidades producidas y estimadas	Observación	Cronómetro / Ficha de registro	$Eficacia = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades planeadas}} \times 100\%$			
EFICIENCIA	De acuerdo a los tiempos útiles y a los tiempos totales	Observación	Cronómetro / Ficha de registro	$Eficiencia = \frac{T \text{ Útil}}{T \text{ Otorgado}} \times 100\%$			
PRODUCTIVIDAD	Productividad inicial o final	Observación	Cronómetro / Ficha de registro	$Productividad = Eficacia \times Eficiencia$			
FECHA	UNIDADES PLANEADAS	UNIDADES PRODUCIDAS	TIEMPO OTORGADO (min)	TIEMPO ÚTIL (min)	EFICACIA	EFICIENCIA	PRODUCTIVIDAD
02-nov-17	102	86	660.00	444.05	84.31%	67.28%	56.73%
03-nov-17	105	88	680.00	454.37	83.81%	66.82%	56.00%
04-nov-17	92	80	600.00	413.07	86.96%	68.84%	59.86%
06-nov-17	102	82	660.00	423.39	80.39%	64.15%	51.57%
07-nov-17	102	82	660.00	423.39	80.39%	64.15%	51.57%
08-nov-17	110	90	710.00	464.70	81.82%	65.45%	53.55%
09-nov-17	102	84	660.00	433.72	82.35%	65.72%	54.12%
10-nov-17	108	89	700.00	459.54	82.41%	65.65%	54.10%
11-nov-17	92	80	600.00	413.07	86.96%	68.84%	59.86%
13-nov-17	102	80	660.00	413.07	78.43%	62.59%	49.09%
14-nov-17	102	82	660.00	423.39	80.39%	64.15%	51.57%
15-nov-17	102	82	660.00	423.39	80.39%	64.15%	51.57%
16-nov-17	111	95	720.00	490.52	85.59%	68.13%	58.31%
17-nov-17	102	86	660.00	444.05	84.31%	67.28%	56.73%
18-nov-17	92	85	600.00	438.88	92.39%	73.15%	67.58%
20-nov-17	102	86	660.00	444.05	84.31%	67.28%	56.73%
21-nov-17	105	88	680.00	454.37	83.81%	66.82%	56.00%
22-nov-17	102	86	660.00	444.05	84.31%	67.28%	56.73%
23-nov-17	102	86	660.00	444.05	84.31%	67.28%	56.73%
24-nov-17	108	88	700.00	454.37	81.48%	64.91%	52.89%
25-nov-17	92	85	600.00	438.88	92.39%	73.15%	67.58%
27-nov-17	102	89	660.00	459.54	87.25%	69.63%	60.75%
28-nov-17	108	90	700.00	464.70	83.33%	66.39%	55.32%
29-nov-17	102	84	660.00	433.72	82.35%	65.72%	54.12%
30-nov-17	111	98	720.00	506.01	88.29%	70.28%	62.05%
<b>TOTAL</b>	2560	2151	16590	11106.33	84.11%	67.00%	<b>56.44%</b>

Fuente: Elaboración propia

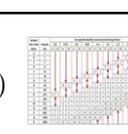
Tabla n°42: Productividad Diciembre 2017 (PRE-TEST)

 <b>Industria CROM S.R.L.</b>			ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD - INDUSTRIA CROM S.R.L.				
<b>Empresa:</b>	Industria CROM S.R.L.			<b>Método:</b>	PRE-TEST	POST-TEST	
<b>Elaborado por:</b>	Jorge Luis, Marquez Cruz			<b>Proceso:</b>	Tapa para radiador (TR-27)		
INDICADOR	DESCRIPCIÓN		TÉCNICA	INSTRUMENTO		FÓRMULA	
EFICACIA	De acuerdo a las cantidades producidas y estimadas		Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Eficacia = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades planeadas}} \times 100\%$	
EFICIENCIA	De acuerdo a los tiempos útiles y a los tiempos totales		Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Eficiencia = \frac{T \text{ Útil}}{T \text{ Otorgado}} \times 100\%$	
PRODUCTIVIDAD	Productividad inicial o final		Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Productividad = Eficacia \times Eficiencia$	
FECHA	UNIDADES PLANEADAS	UNIDADES PRODUCIDAS	TIEMPO OTORGADO (min)	TIEMPO ÚTIL (min)	EFICACIA	EFICIENCIA	PRODUCTIVIDAD
01-dic-17	102	86	660.00	444.05	84.31%	67.28%	56.73%
02-dic-17	92	66	600.00	340.78	71.74%	56.80%	40.75%
04-dic-17	102	72	660.00	371.76	70.59%	56.33%	39.76%
05-dic-17	111	92	720.00	475.03	82.88%	65.98%	54.68%
06-dic-17	102	84	660.00	433.72	82.35%	65.72%	54.12%
07-dic-17	103	86	670.00	444.05	83.50%	66.28%	55.34%
08-dic-17	96	84	620.00	433.72	87.50%	69.95%	61.21%
09-dic-17	92	80	600.00	413.07	86.96%	68.84%	59.86%
11-dic-17	102	94	660.00	485.35	92.16%	73.54%	67.77%
12-dic-17	102	92	660.00	475.03	90.20%	71.97%	64.92%
13-dic-17	105	95	680.00	490.52	90.48%	72.13%	65.26%
14-dic-17	102	90	660.00	464.70	88.24%	70.41%	62.13%
15-dic-17	110	102	715.00	526.66	92.73%	73.66%	68.30%
16-dic-17	92	84	600.00	433.72	91.30%	72.29%	66.00%
18-dic-17	102	86	660.00	444.05	84.31%	67.28%	56.73%
19-dic-17	102	88	660.00	454.37	86.27%	68.84%	59.40%
20-dic-17	111	104	720.00	536.99	93.69%	74.58%	69.88%
21-dic-17	102	88	660.00	454.37	86.27%	68.84%	59.40%
22-dic-17	102	90	660.00	464.70	88.24%	70.41%	62.13%
23-dic-17	92	88	600.00	454.37	95.65%	75.73%	72.44%
26-dic-17	106	90	690.00	464.70	84.91%	67.35%	57.18%
27-dic-17	105	94	680.00	485.35	89.52%	71.38%	63.90%
28-dic-17	105	96	680.00	495.68	91.43%	72.89%	66.65%
29-dic-17	108	100	700.00	516.33	92.59%	73.76%	68.30%
30-dic-17	96	80	620.00	413.07	83.33%	66.62%	55.52%
<b>TOTAL</b>	2544	2211	16495	11416.13	86.85%	69.15%	<b>60.33%</b>

Fuente: Elaboración propia

## 2.7.2. Propuesta de mejora

**Tabla n°53: Alternativas de solución de las principales causas de la baja productividad.**

CAUSAS	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	
Métodos inadecuados de trabajo →	S I S T E M A  K A N B A N	Estudio de métodos 
Productos defectuosos →		Manual de procedimientos 
Inexactitud de inventario →		Control de inventario 
Variación calidad de insumos →		NTP-ISO 2859-1: 2013 (AQL) 
Exceso de sobretiempos →		Medición del trabajo 
Desgaste de matrices →		Manual de mantenimiento 

Fuente: Elaboración propia

En la tabla n°53, se muestran las principales causas que están generando la baja productividad en Industria CROM S.R.L., al igual como se muestra en el diagrama de Ishikawa asimismo muestra la principal solución para cada causa que se ejecutaran en el periodo de implementación.

### Cronograma de actividades del proyecto

En la tabla n°54, se muestra el periodo en el cual se ejecutara el proyecto por cada actividad de la etapa de implementación, seccionado por semanas en un rango de cuatro meses. Por medio del cronograma de actividades se realizara la aplicación de la puesta de mejora.

Que empezara desde el mes de diciembre del 2017 y partir del mes de abril del 2018 es donde se da inicio al desarrollo al trabajo de investigación presente.

**Tabla n°54: Cronograma de actividades a implementar durante el proyecto**

Item	Nombre de tarea	DICIEMBRE				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
0	<b>Redaccion de la situacion actual de la empresa</b>	■	■	■	■																
1	Recoleccion de datos e informacion de la empresa	■	■																		
2	Descripcion de los procesos, identificacion de las actividades, toma de tiempos,elaboracion del DAP (PRE-TEST)			■	■																
3	Estimacion de la productividad, analisis de las causas principales			■	■																
4	<b>Elaboracion de la propuesta de mejora</b>					■	■	■	■												
5	Identificacion de las alternativas de solucion a implementar					■															
6	Elaboracion del cronograma de la propuesta						■														
7	Elaboracion y presentacion del presupuesto							■													
8	<b>Implementacion del sistema kanban</b>							■	■	■	■										
9	Estudio de metodos							■	■												
10	Medicion del trabajo							■	■												
11	Sistema kanban							■	■												
12	<b>Resultados de la variable independiente</b>											■	■								
13	Recoleccion de datos, toma de tiempos, elaboracion del Dap con metodo mejorado (POST-TEST)											■	■								
14	<b>Analisis economico financiero</b>													■							
15	Analisis del ratio costo beneficio													■							
16	<b>Resultados</b>														■						
17	Analisis descriptivo														■						
18	Analisis inferencial														■						
19	Comprobacion de hipotesis														■						
20	<b>Discusion, conclusiones y recomendaciones</b>															■					
21	Redaccion de los resultados obtenidos, conclusiones y recomendaciones															■					

Fuente: Elaboración propia

En la tabla n°54, se muestra las actividades programadas dentro del cronograma de actividades (Gantt), en su etapa de ejecución se requerirá un monto de inversión para poder realizar la puesta en marcha, cuya información está en la tabla de presupuesto, para conocer la inversión requerida para implementar el sistema kanban en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.

### Presupuesto del proyecto

En la tabla n°55, se tiene como monto de inversión necesaria para el proyecto de implementar el sistema kanban en la empresa es de S/.1 215 soles.

**Tabla n°55: Presupuesto de inversión de la implementación del sistema kanban**

<b>Recursos Humanos</b>	
Descripción	Costo
Costo Horas-Hombre	S/. 240.00
<b>Total</b>	<b>S/. 240.00</b>
<b>Recursos Materiales</b>	
Descripción	Costo
Mesas de fierro	S/. 300.00
Cronometro	S/. 70.00
Cubetas 40L	S/. 250.00
Cubetas 20L	S/. 180.00
Bolsas flip 8x10	S/. 40.00
Bolsas flip 5x6	S/. 25.00
Cartillas	S/. 50.00
Pizarra	S/. 30.00
Materiales impresos	S/. 25.00
Lapiceros	S/. 5.00
<b>Total</b>	<b>S/. 975.00</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	
Descripción total	Costo Total
Recursos Humanos	S/. 240.00
Recursos Materiales	S/. 975.00
<b>Total</b>	<b>S/. 1,215.00</b>

**Fuente: Elaboración propia**

### 2.7.3. Implementación de la propuesta

#### 2.7.3.1. Implementación del estudio métodos

Para la implementación del estudio de métodos, se mostrará los procesos que involucran la fabricación de la Tapa para Radiador (TR-27) en el cual se empezara a atacar cada una de las actividades que no agregan valor al proceso, así como mejorar a las que también agregan valor. Para esto se realizara una de las grandes técnicas que son las interrogantes basada en los 8 pasos propuesto por Kanawayt, de esta manera cada vez que mostramos un proceso se realizara la mejora correspondiente

**Tabla n°56: Numero de subprocesos en la producción de tapas para radiador (TR-27)**

N°	PROCESO	ACTIVIDAD	N° DE VECES POR UND TR-27
1	CORTE	Corte	9
2	PRENSADO	Colocación matriz	12
		Prensado	12
3	ZINCADO	Zincado	1
4	ARMADO	Armado	1
5	REMACHADO TAPA	Prensado (remachado)	1
6	REMACHADO VÁLVULA	Prensado (remachado)	1
7	CERRADO	Cerrado	1
8	ETIQUETADO	Rotulado	1
9	ENCAJADO	Embolsado	1
		Encajado	1

**Fuente: Elaboración propia**

Por consiguiente en la tabla n°57, se muestra a los accesorios de la tapa para radiador (TR-27) que tienen participación en los procesos de Corte, Prensado y Zincado. Obteniendo así como resultado al accesorio Tapa (T180-L) es el que más participación tiene en los proceso de Prensado.

**Tabla n°57: Participación de los accesorios en los procesos de Corte, Prensado y Zincado**

 <b>Industria CROM S.R.L.</b>			<b>TIEMPO ESTÁNDAR DEL PROCESO DE PRODUCCION DE TAPA PARA RADIADOR (TR-27)</b>				
<b>Empresa:</b>	Industria CROM S.R.L.			<b>Método:</b>	PRE-TEST	POST-TEST	
<b>Área:</b>	Producción			<b>Fecha:</b>	15/03/2018		
<b>Proceso:</b>	Elaboración de accesorios internos de la TR-27			<b>Elaborado por:</b>	Jorge Luis, Marquez Cruz		
ACCESORIO			PROCESO				TIEMPO ESTÁNDAR
Código	Nombre	Unidad	CORTE	PRENSADO		ZINCADO	
				Instalación de matriz	Prensado tiras		
T 180-L	Tapa zincada	plancha	<b>29.02</b>	<b>111.32</b>	<b>117.49</b>	120	377.83
T230-I	Plato	plancha	33.13	22.54	68.02	0	123.69
J310-N	Jebe Tapa	tira	7.13	20.14	16.49	0	43.76
T430-I	Asiento	plancha	34.76	22.54	75.2	0	132.5
T550-I	Dedal	plancha	38.53	22.54	122.48	0	183.55
T640-I	Campana	plancha	38.64	22.54	76.1	0	137.28
V145-I	Chapa	plancha	35.91	22.54	51.19	0	109.64
V215-N	Jebe Válvula	tira	7.13	20.14	23.27	0	50.54
V350-I	Platillo	plancha	38.53	22.54	63.23	0	124.3

**Fuente: Elaboración propia**

La tabla n° 57, muestra los tiempos estándar por unidad de los diferentes accesorios internos de la TR-27 que la empresa transforma en su planta de transformación. Así mismo, se aprecia que para su producción estos necesariamente tienen participación en los proceso de corte y prensado. A excepción del accesorio (T180-L) que acumula un proceso más que es el de zincado.

Por lo tanto, se desarrollara las siguientes actividades de estudio al accesorio Tapa en los procesos de Corte y Prensado.

**Tabla n°58: Tiempo estandar de los procesos restantes**

 Industria CROM S.R.L.		TIEMPO ESTÁNDAR DEL PROCESO DE PRODUCCION DE TAPA PARA RADIADOR (TR-27)				
<b>Empresa:</b>	Industria CROM S.R.L.	<b>Método:</b>	PRE-TEST	POST-TEST		
<b>Área:</b>	Producción	<b>Fecha:</b>	15/03/2018			
<b>Proceso:</b>	Procesos de ensamblaje y acabado de la TR-27		<b>Elaborado por:</b>	Jorge Luis, Marquez Cruz		
<b>PROCESO (12 und)</b>	ARMADO	REMACHADO TAPA	REMACHADO VÁLVULA	CERRADO	ETIQUETADO	ENCAJADO
Tiempo Estándar (min)	17.11	15.16	9.03	4.68	3.18	12.81

Fuente: Elaboración propia

La tabla n°58, muestra los diferentes tiempos estándares de los procesos restantes en función de 12 unidades producidas. Por otro lado, los procesos restantes que se centran en ensamblar los accesorios y brindar el acabado al producto también serán objetos de mejora

## CORTE

### Etapa 1: Registrar

Se empieza por recibir la orden de producción por el gerente, la cual se da inmediatamente cuando viene acompañado con la plancha de acero LAF que son para las tapas o Acero Inoxidable o Rollo de jebe que son para los accesorios internos de la tapa para radiador. Para el caso de planchas LAF e inoxidable se acomoda la plancha en los soportes de la guillotina con la ayuda de dos caballetes luego se revisa la medida del accesorio a producir en el “cuaderno de medidas de corte” y se habilita con la medida establecida para el corte de la plancha en tiras, luego se recoge las tiras del suelo y se las lleva a la prensa donde seguirá con el proceso.

**Tabla n°59: Actividades que no agregan valor al proceso de corte**

ITEM	ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	Distancia (m)	SIMBOLO
1	Buscar caballetes con mesa de apoyo	2.50	5.00	➡
2	Colocar caballetes y mesa, frente a la guillotina	1.25		●
4	Dirigirse a repisa de cuadernos	0.25	3	➡
8	Buscar aceitera / aceitar los tijerales	2.70	5	➡
11	Dirigirse a la parte trasera de la guillotina	0.25	1.5	➡
12	Revisar medida de la tira (correcto o no correcto)	0.36		■
13	Regresar a la parte frontal de la guillotina	0.25	1.5	➡
16	Recoger todas las tiras	1.25		➡

Fuente: Elaboración propia

## **Etapa 2: Examinar**

Luego de la etapa de Registro, se prosigue a realizar un examen de estos, es decir se procede con la etapa: Examinar, en la cual se analiza de forma crítica el modo de cómo se realiza el trabajo, el lugar, la secuencia y los métodos utilizados. Primero se empezara con aplicar la técnica del interrogatorio sistemático para tener un análisis crítico del método de trabajo actual.

### **Actividad: Buscar caballetes con mesa de apoyo**

Pregunta: ¿Qué se hace?

Se localiza los caballetes de fierro y la mesa de apoyo se lleva al área de corte.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

Los caballetes, sirven de apoyo cuando llegan las planchas de acero porque estas tienen dimensiones de 1.20m de ancho por 2.40m de largo

### **Actividad: Colocar caballetes y mesa, frente a la guillotina**

Pregunta: ¿Qué se hace?

Se ubican los dos caballetes paralelamente a los extremos de la guillotina y encima de ellos va la mesa de apoyo donde se colocan las planchas

Pregunta: ¿Por qué se hace?

Se hace para que las planchas estén al mismo nivel de la mesa guía de la guillotina.

### **Actividad: Dirigirse a repisa de cuadernos**

Pregunta: ¿Qué se hace?

El prensista se dirige a la repisa de cuadernos, donde ubica el cuaderno de medidas establecidas por la empresa así como otros datos.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

Para informarse de la medida correcta de la tira del accesorio que va a producir.

### **Actividad: Buscar aceitera / aceitar los tijerales**

Pregunta: ¿Qué se hace?

Se localiza la aceitera, para lubricar los tijerales de la guillotina y las líneas guías.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

Para que en el momento de cada corte de tira el aceite ayude a no dejar rebabas o filos a las tiras. También para que la maquina misma este en buenas condiciones.

**Actividad: Dirigirse a la parte trasera de la guillotina**

Pregunta: ¿Qué se hace?

El prensista se dirige a la parte posterior de la guillotina, para verificar si la medida que habilito a la guillotina fue la correcta.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

Se realiza al principio, porque el ancho hará que varié la medida de los accesorios a producir.

**Actividad: Revisar medida de la tira (correcto o no correcto)**

Pregunta: ¿Qué se hace?

Coge el calibrador electrónico, y verifica si la medida es de acuerdo a lo establecido.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

Cada matriz tiene una guía de tira y el ancho es diferente para cada accesorio a producir. Si la medida es muy variante se tiene que volver a habilitar la guillotina con la medida asignada.

**Actividad: Regresar a la parte frontal de la guillotina**

Pregunta: ¿Qué se hace?

El prensista regresa a la parte frontal de la máquina para seguir cortando la plancha en tiras.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

Se debe continuar con el proceso de corte.

**Actividad: Recoger todas las tiras**

Pregunta: ¿Cómo se hace?

Se apila todas las tiras cortadas que están debajo de la guillotina.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

Para poder transportarlas a la prensa donde seguirá con el prensado respectivo.

### **Etapa 3: Idear nuevo método**

Luego de aplicar el interrogatorio sistemático en la etapa 2 y resaltar aquellas actividades que no estaban agregando valor al proceso de producción. Se detectó que existen recorridos innecesarios que se pueden reducir o eliminar. En esta etapa se busca idear métodos para reducir, eliminar, combinar o simplificar los métodos de trabajo actual.

#### **Actividad 1: Buscar caballetes con mesa de apoyo**

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

Los caballetes deben ser de uso exclusivo para este proceso en lo cual se necesita 4 unidades, por lo tanto ubicarlo en el extremo de la guillotina. Y reemplazar la mesa de apoyo por listones de madera de 2 m de largo con 10 cm de ancho. Para que se puedan mantener al nivel de la mesa guía de la guillotina.

Pregunta: ¿Qué debería hacer?

Aplicar la propuesta sugerida, para reducir espacio de uso y tiempos de transporte.

#### **Actividad: Colocar caballetes y mesa, frente a la guillotina**

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

Al realizar la ubicación de los caballetes se elimina esta actividad.

Pregunta: ¿Qué debería hacer?

Aplicar la propuesta sugerida

#### **Actividad: Dirigirse a repisa de cuadernos**

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

Para eliminar esta actividad, se instalara un cartel de forma cubica que contendrá todas la información sobre cada accesorios que se solicita procesar que estará sujeta del techo sobre la guillotina. En la cual el prensista solo tendrá que girar el cartel para revisar la información.

Pregunta: ¿Qué debería hacer?

Aplicar la propuesta sugerida, esto eliminara la distancia recorrida y el tiempo que se empleaba en dirigirse a la repisa de matrices.

#### **Actividad: Buscar aceitera / aceitar los tijerales**

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

Ya que todas las maquinas necesitan la aceitera cuando van empezar o en el trascurso de producción. Lo necesario seria que la empresa cuente con 3 aceiteras, una para el área de maestranza, una para el área de corte y otra para el área de prensas.

Pregunta: ¿Qué debería hacer?

Aplicar la propuesta sugerida, la que permitirá reducir la distancia y el tiempo de búsqueda de este elemento.

**Actividad: Dirigirse a la parte trasera de la guillotina**

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

Para eliminar este proceso, se instalara en los brazos de la guillotina una cinta métrica la que permitirá habilitar con mayor confiabilidad la medida del ancho establecido.

Pregunta: ¿Qué debería hacer?

Aplicar la propuesta sugerida, para poder eliminar esta actividad.

**Actividad: Revisar medida de la tira (correcto o no correcto)**

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

Esta actividad no será necesaria si se aplica la propuesta de la solución de la actividad anterior.

Pregunta: ¿Qué debería hacer?

Aplicar la propuesta sugerida, para eliminar esta actividad.

**Actividad: Regresar a la parte frontal de la guillotina**

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

Si se aplica la solución de la actividad 11, se eliminaría esta actividad.

Pregunta: ¿Qué debería hacer?

Aplicar la propuesta sugerida, al contar con un cartel visible de las medidas de corte para cada accesorio nos ayudara a reducir el tiempo de inspección.

**Actividad: Recoger todas las tiras**

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

Las tiras no debería caer al suelo, debido a que se pueden adherir piedras esto hace que al colocar las tiras en la matriz estas sufran algún desgaste o variación al producto. Lo recomendable sería instalar un soporte que apile las tiras y no permita que estas caigan al suelo.

Pregunta: ¿Qué debería hacer?

Aplicar la propuesta sugerida, esto ayudaría a prevenir los desgastes de las matrices y agiliza el recolectado de estas tiras.

## PRENSADO

### Etapa 1: Registrar

Se recibe las tiras de acero o jebe ya cortadas, luego se busca la matriz del accesorio a realizar y colocarla en la prensa que es asignada para ese tipo de matriz. Una vez colocada la matriz se realiza la 1ra prueba de prensado con una tira la cual inmediatamente se observa si está a la altura de carrera para que pueda realizar el corte de ser así, se procede a ajustar bien los pernos de la calza como los de la prensa misma. Luego se busca una caja para llenar ahí los accesorios a producir, en el caso de las tiras de LAF con la ayuda de un trapo aceitado se procede a darle una ligera pasada antes de empezar el prensado. Dentro de este proceso para las tapas (T180-L) están las transformaciones de: moldeado, marcado y doblado.

**Tabla n°60: Actividades que no agregan valor al proceso de prensado**

ITEM	ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	Distancia (m)	SIMBOLO
19	Buscar "Matriz AA" (Corte - T180L) / Seleccionar	1.00		■
20	Dirigirse a PE-40 o PE-35	0.50	6	➔
24	Calibrar el "husillo" de la Prensa Excentrica	2.00		●
25	Buscar un recipiente para llenar las unidades	1.25	8	➔
27	Recoger unidades caidas	1.15	3	➔

Fuente: Elaboración propia

### Etapa 2: Examinar

Luego de la etapa de Registro, se prosigue a realizar un examen de estos, es decir se procede con la etapa: Examinar, en la cual se analiza de forma crítica el modo de cómo se realiza el trabajo, el lugar, la secuencia y los métodos utilizados. Primero se empezara con aplicar la técnica del interrogatorio sistemático para tener un análisis crítico del método de trabajo actual.

**Actividad: Buscar "Matriz AA" (Corte - T180L) / Seleccionar**

Pregunta: ¿Qué se hace?

Se busca la matriz en la repisa de matrices que está ubicada en el área de maestranza.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

Para poder instalar la matriz en la prensa y comenzar con la transformación de la tiras.

**Actividad: Dirigirse a PE-40 o PE-35**

Pregunta: ¿Qué se hace?

Con la matriz ya escogida, procedemos a llevarla a la PE-40 o PE-35 escoger entre la que este libre.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

Para poder instalar la matriz en la prensa y comenzar con la transformación de la tiras.

**Actividad: Calibrar el "husillo" de la Prensa Excéntrica**

Pregunta: ¿Qué se hace?

Al momento de instalar la matriz, esta parte de la maquina no se ajusta muy fuerte por lo que se tiene que regular las veces necesarias para que el accesorio producido este dentro del margen aceptable.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

Para que todos los accesorios estén dentro del margen aceptable de medidas.

Actividad: Buscar un recipiente para llenar las unidades prensadas

Pregunta: ¿Qué se hace?

Se busca un recipiente vacío en el área de productos terminados.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

En ese recipiente se llenan los accesorios que van a ser procesados.

**Actividad: Recoger unidades caídas**

Pregunta: ¿Qué se hace?

Se recogen las unidades que se pueden haber caído durante el prensado.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

Porque están en el suelo ensuciándose.

### **Etapa 3: Idear nuevo método**

Luego de aplicar el interrogatorio sistemático en la etapa 2 y resaltar aquellas actividades que no estaban agregando valor al proceso de producción. Se detectó que existen recorridos innecesarios que se pueden reducir o eliminar. En esta etapa se busca idear métodos para reducir, eliminar, combinar o simplificar los métodos de trabajo actual.

#### **Actividad: Buscar "Matriz AA" (Corte - T180L) / Seleccionar**

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

La matriz debe estar dentro de la mesa de PE-60 que contiene una lista de matrices de las que tiene dentro.

Pregunta: ¿Qué debería hacer?

Aplicar la propuesta sugerida, para eliminar esta actividad.

#### **Actividad: Dirigirse a PE-60**

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

Si la matriz está en la mesa de la prensa n°1, ya no sería necesario esta actividad.

Pregunta: ¿Qué debería hacer?

Aplicar la propuesta sugerida, para eliminar esta actividad.

#### **Actividad: Calibrar el "husillo" de la Prensa Excéntrica**

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

Se debe contar con las medidas de n° de carrera de la prensa (es decir la longitud del husillo) además la distancia entre la cara superior de la base inferior de la matriz y la cara inferior de la base superior de la matriz, con estos dos datos se reducirá la instalación de la matriz y nos permitirá tener menor variación en la medida del husillo.

Pregunta: ¿Qué debería hacer?

Aplicar la propuesta sugerida, al obtener esos dos datos tenemos que registrarlos y si es posible marcarlos en la matriz misma con el siguiente código (C-30, H-55, D-110) que significa (n° de carrera, longitud del husillo y la distancia de caras en milímetros).

#### **Actividad: Buscar un recipiente para llenar las unidades marcadas**

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

Los recipientes deben tener un lugar fijo cerca o en la misma prensa.

Pregunta: ¿Qué debería hacer?

Aplicar la propuesta sugerida, esto permitirá reducir los tiempos y distancia.

### **Actividad: Recoger unidades caídas**

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

Para evitar unidades caídas se debe colocar una guía o tapar los espacios por donde pueden caerse las unidades.

Pregunta: ¿Qué debería hacer?

Aplicar la propuesta sugerida, lo recomendable es instalar guías de caída hacia la caja para evitar unidades caídas y eliminar esta actividad.

## **ARMADO**

### **Etapa 1: Registrar**

En este proceso se colocan las tapas zincadas con la cara posterior sobre la mesa de trabajo, ya acomodadas se coloca el PLATO con el borde hacia arriba encima de la tapa después el JEBE TAPA va encima del PLATO por último el ASIENTO (cara posterior) se coloca encima del JEBE TAPA. Luego las tapas armadas se apilan de 4 unidades acomodándolos en una bandeja llevándolo hacia la PE-30.

**Tabla n°61: Actividades que no agregan valor al proceso de Armado**

ITEM	ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	Distancia (m)	SIMBOLO
2	Revisar disponibilidad de accesorios (Tapa zincada, plato, jebe tapa, asiento)	1.50		■
3	Buscar una cubeta disponible	1.50	10	➡
7	Buscar bandeja	1.00	8	➡
10	Regresar la diferencia de los accesorios a su lugar	0.45	8	➡

**Fuente: Elaboración propia**

### **Etapa 2: Examinar**

Luego de la etapa de Registro, se prosigue a realizar un examen de estos, es decir se procede con la etapa: Examinar, en la cual se analiza de forma crítica el modo de cómo se realiza el trabajo, el lugar, la secuencia y los métodos utilizados. Primero se empezara con aplicar la

técnica del interrogatorio sistemático para tener un análisis crítico del método de trabajo actual.

**Actividad: Revisar disponibilidad de accesorios (Tapa zincada, plato, jebe tapa, asiento)**

Pregunta: ¿Qué se hace?

En el área de accesorios, antes de comenzar a producir primero se revisa si hay los accesorios necesarios para comenzar a armar.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

Para calcular si hay las unidades suficientes para producir

**Actividad: Buscar una cubeta disponible**

Pregunta: ¿Qué se hace?

Se busca un contenedor vacío.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

Para llenar ahí los accesorios a usar

**Actividad: Buscar Bandeja**

Pregunta: ¿Qué se hace?

Se busca una bandeja

Pregunta: ¿Por qué se hace?

Porque sobre ella es donde se apilar las tapas armadas.

**Actividad: Regresar la diferencia de los accesorios a su lugar**

Pregunta: ¿Qué se hace?

Las unidades sobrantes durante el armado se regresan a su lugar

Pregunta: ¿Por qué se hace?

Ya no se usara más por el día.

**Etapa 3: Idear nuevo método**

Luego de aplicar el interrogatorio sistemático en la etapa 2 y resaltar aquellas actividades que no estaban agregando valor al proceso de producción. Se detectó que existen recorridos

innecesarios que se pueden reducir o eliminar. En esta etapa se busca idear métodos para reducir, eliminar, combinar o simplificar los métodos de trabajo actual.

**Actividad: Revisar disponibilidad de accesorios (Tapa zincada, plato, jebe tapa, asiento)**

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

Con un adecuado control de inventario, ya no es necesario revisar si hay disponibilidad de accesorios.

Pregunta: ¿Qué debería hacerse?

El sistema kanban permite un adecuado control de inventario para estos casos. Por lo tanto se elimina esta operación.

**Actividad: Buscar una cubeta disponible**

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

Ya no será necesaria esta actividad, por lo que los accesorios estarán embolsados rotuladamente con las unidades que hay por bolsa. La función de la cubeta era solo de permitir recopilar las unidades sueltas.

Pregunta: ¿Qué debería hacerse?

Aplicar la propuesta, para eliminar esta actividad.

**Actividad: Buscar Bandeja**

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

Se debe asignar un lugar y mantenerlo cerca de la mesa de trabajo. Ya que este elemento nos permite trasladar las unidades armadas al proceso de remachado tapa.

Pregunta: ¿Qué debería hacerse?

Aplicar la propuesta sugerida, para reducir el tiempo de búsqueda y la distancia recorrida.

**Actividad: Regresar la diferencia de los accesorios a su lugar**

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

Al contar con bolsas rotuladas respecto a la cantidad de accesorios que poseen, se escogerá la que tenga relación con la producción estimada diaria.

Pregunta: ¿Qué debería hacerse?

Aplicar la propuesta sugerida para eliminar esta actividad

## REMACHADO TAPA

### Etapa 1: Registrar

Para este proceso se necesita dos personas, el primero se encargara de buscar el DEDAL – CAMPANA - REMACHE - RESORTE para armarlas colocando primero el REMACHE sobre un pequeño molde seguido por el DEDAL y finalmente la CAMPANA.

Por otro lado, el segundo va separando los RESORTES sobre la mesa de la prensa, luego se coloca la primera parte armada sobre la matriz seguido por el RESORTE ( 0.4, 0.9, o 1.1) y la TAPA ARMADA, se presiona hacia abajo hasta que el REMACHE salga por el agujero de tapa, es ahí donde se pisa el pedal de la PE-40 para que el REMACHE con la fuerza de la maquina permita unir los accesorios ya mencionados obteniendo así una TAPA REMACHADA colocándola en una caja lista para el siguiente proceso.

Tabla n°62: Actividades que no agregan valor al proceso de remachado de tapa

ITEM	ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	Distancia (m)	SIMBOLO
13	Revisar disponibilidad de accesorios(dedal, campana, resorte, remache de aluminio)	1.50		■
14	Buscar una cubeta disponible	1.50	8	➡
20	Recoger unidades caidas	1.00	3	➡

Fuente: Elaboración propia

### Etapa 2: Examinar

Luego de la etapa de Registro, se prosigue a realizar un examen de estos, es decir se procede con la etapa: Examinar, en la cual se analiza de forma crítica el modo de cómo se realiza el trabajo, el lugar, la secuencia y los métodos utilizados. Primero se empezara con aplicar la técnica del interrogatorio sistemático para tener un análisis crítico del método de trabajo actual.

**Actividad: Revisar disponibilidad de accesorios (dedal, campana, resorte, remache de aluminio)**

Pregunta: ¿Qué se hace?

Se revisa la disponibilidad de los accesorios a usar en esta operación,

Pregunta: ¿Por qué se hace?

Para saber si nos permite producir este modelo u otro.

**Actividad: Buscar una cubeta disponible**

Pregunta: ¿Qué se hace?

Se busca una cubeta desocupada en el área de accesorios

Pregunta: ¿Por qué se hace?

Para recopilar ahí todos los accesorios requeridos para este proceso.

**Actividad: Recoger unidades caídas**

Pregunta: ¿Qué se hace?

Se recogen las unidades que no ingresaron en la cubeta

Pregunta: ¿Por qué se hace?

Porque esas unidades caídas pueden estar en buen estado, pero si se siguen manteniendo en el suelo se ensucia.

**Etapa 3: Idear nuevo método**

Luego de aplicar el interrogatorio sistemático en la etapa 2 y resaltar aquellas actividades que no estaban agregando valor al proceso de producción. Se detectó que existen recorridos innecesarios que se pueden reducir o eliminar. En esta etapa se busca idear métodos para reducir, eliminar, combinar o simplificar los métodos de trabajo actual.

**Actividad: Revisar disponibilidad de accesorios (dedal, campana, resorte, remache de aluminio)**

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

La implementación del sistema kanban eliminara esta actividad.

Pregunta: ¿Qué debería hacerse?

Aplicar la propuesta sugerida.

**Actividad: Buscar una cubeta disponible**

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

Las cubetas disponibles tendrán un lugar asignado

Pregunta: ¿Qué debería hacerse?

Aplicar la propuesta sugerida.

### **Actividad: Recoger unidades caídas**

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

Se le guiara al prensista, el lado de soltado en esta actividad para que la presencia de estas unidades en el piso se reduzca.

Pregunta: ¿Qué debería hacerse?

Aplicar la propuesta sugerida, para reducir el tiempo y distancia en este proceso.

## **REMACHADO VALVULA**

### **Etapa 1: Registrar**

Este proceso solo se realiza en la prensa PE-15X, por las características que posee para realizar este tipo de trabajo entonces para empezar este proceso primero se debe contar con REMACHE (bronce) – RESORTE - CHAPA - JEBE VALVULA – PLATILLO.

Primero, se coloca el REMACHE (bronce) sobre la base de la matriz se ajusta con la manivela con dirección hacia la derecha (ajustar), luego el RESORTE se debe juntar con el REMACHE seguido va la CHAPA, JEBE y PLATILLO.

Segundo se presiona con las dos yemas de los pulgares hasta que el REMACHE logre sobresalir de 2mm a 3mm es ahí donde se presiona el pedal de la PE-15X aplastando así el REMACHE, después se gira la manivela hacia la izquierda (desajustar) obteniendo una Válvula que se deposita en una caja de cartón.

**Tabla n°63: Actividades que no agregan valor al proceso de remachado de valvula**

ITEM	ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	Distancia (m)	SIMBOLO
23	Revisar disponibilidad de accesorios(chapa, jebe	1.50		■
24	Buscar una cubeta disponible	1.00	8	➡
29	Dejar la diferencia de accesorios sobre la bandeja	0.00	0	➡
30	Recoger unidades caidas	1.00	3	➡

**Fuente: Elaboración propia**

### **Etapa 2: Examinar**

Luego de la etapa de Registro, se prosigue a realizar un examen de estos, es decir se procede con la etapa: Examinar, en la cual se analiza de forma critica el modo de cómo se realiza el

trabajo, el lugar, la secuencia y los métodos utilizados. Primero se empezara con aplicar la técnica del interrogatorio sistemático para tener un análisis crítico del método de trabajo actual.

**Actividad: Revisar disponibilidad de accesorios (chapa, jebe válvula, platillo, remache de bronce, resorte inox)**

Pregunta: ¿Qué se hace?

Se revisa la disponibilidad de los accesorios a usar en esta operación,

Pregunta: ¿Por qué se hace?

Para saber si nos permite producir este modelo u otro.

**Actividad: Buscar una cubeta disponible**

Pregunta: ¿Qué se hace?

Se busca una cubeta desocupada en el área de accesorios

Pregunta: ¿Por qué se hace?

Para recopilar ahí todos los accesorios requeridos para este proceso.

**Actividad: Dejar la diferencia de accesorios sobre la bandeja**

Pregunta: ¿Qué se hace?

Los accesorios sobrantes se dejan sobre la bandeja.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

Porque ya no se seguirá con este proceso.

**Actividad: Recoger unidades caídas**

Pregunta: ¿Qué se hace?

Se recogen las válvulas caídas durante este proceso

Pregunta: ¿Por qué se hace?

Porque están en el suelo ensuciándose

**Etapa 3: Idear nuevo método**

Luego de aplicar el interrogatorio sistemático en la etapa 2 y resaltar aquellas actividades que no estaban agregando valor al proceso de producción. Se detectó que existen recorridos

innecesarios que se pueden reducir o eliminar. En esta etapa se busca idear métodos para reducir, eliminar, combinar o simplificar los métodos de trabajo actual.

**Actividad: Revisar disponibilidad de accesorios (chapa, jebe válvula, platillo, remache de bronce, resorte inox)**

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

La implementación del sistema kanban nos permitirá eliminar esta actividad.

Pregunta: ¿Qué debería hacerse?

Aplicar la propuesta sugerida

**Actividad: Buscar una cubeta disponible**

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

Esta máquina tendrá una cubeta asignada

Pregunta: ¿Qué debería hacerse?

Aplicar la propuesta sugerida

**Actividad: Dejar la diferencia de accesorios sobre la bandeja**

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

Se debe eliminar esta operación. Por las unidades se pierden o ensucian.

Pregunta: ¿Qué debería hacerse?

Aplicar la propuesta sugerida

**Actividad: Recoger unidades caídas**

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

Se colocara guías, a esta máquina para que las unidades caigan directo a la cubeta asignada. Así mismo un pequeño tablero en la mesa de la prensa donde entraran los accesorios requeridos.

Pregunta: ¿Qué debería hacerse?

Aplicar la propuesta sugerida para aprovechar el recurso tiempo.

**CERRADO**

## Etapa 1: Registrar

Para realizar este proceso las tapas remachadas se colocan sobre la mesa de armado así como las válvulas. Para este proceso se usa una herramienta configurada parecida a un Hand Grip que contiene 4 puntas en la base, es ahí donde se coloca la válvula y encima la tapa remachada.

Se coloca una mano encima de la tapa remachada presionando hacia abajo mientras que la otra mano aprieta la herramienta por un segundo, esa presión de la herramienta hace que las 4 puntas deformen un poco la válvula para que se pueda enganchar a la tapara remachada y así se obtiene la Tapa para radiador.

**Tabla n°64: Actividades que no agregan valor al proceso de cerrado**

ITEM	ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	Distancia (m)	SIMBOLO
32	Buscar herramienta configurada "Cerradora"	1.50	10	➡

Fuente: Elaboracion propia

## Etapa 2: Examinar

Luego de la etapa de Registro, se prosigue a realizar un examen de estos, es decir se procede con la etapa: Examinar, en la cual se analiza de forma critica el modo de cómo se realiza el trabajo, el lugar, la secuencia y los métodos utilizados. Primero se empezara con aplicar la técnica del interrogatorio sistemático para tener un análisis crítico del método de trabajo actual.

### Actividad: Buscar herramienta configurara "Cerradora"

Pregunta: ¿Qué se hace?

Ubicar esta herramienta para el proceso

Pregunta: ¿Por qué se hace?

No tiene un lugar asignado

## Etapa 3: Idear nuevo método

Luego de aplicar el interrogatorio sistemático en la etapa 2 y resaltar aquellas actividades que no estaban agregando valor al proceso de producción. Se detectó que existen recorridos innecesarios que se pueden reducir o eliminar. En esta etapa se busca idear métodos para reducir, eliminar, combinar o simplificar los métodos de trabajo actual.

### **Actividad: Buscar herramienta configurada “Cerradora”**

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

Asignar un lugar fijo a esta herramienta.

Pregunta: ¿Qué debería hacerse?

La ubicación de esta herramienta será en la mesa de armado.

## **ETIQUETADO**

### **Etapa 1: Registrar**

En este proceso se debe contar con el sticker según la medida (0.4, 0.9, 1.1) y la tapa cerrada. Luego de hacer el proceso de cerrado, se coloca el sticker sobre la cara superior de la tapa respetando la posición donde debe ir. Por último se debe mantener las tapas en la mesa de trabajo.

### **Etapa 2: Examinar**

Luego de la etapa de Registro, se prosigue a realizar un examen de estos, es decir se procede con la etapa: Examinar, en la cual se analiza de forma crítica el modo de cómo se realiza el trabajo, el lugar, la secuencia y los métodos utilizados. Primero se empezara con aplicar la técnica del interrogatorio sistemático para tener un análisis crítico del método de trabajo actual.

### **Actividad: Revisar disponibilidad sticker**

Pregunta: ¿Qué se hace?

Se revisa en el área de accesorios si hay los sticker disponibles para la medida de la tapa requerida.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

Para comenzar continuar con el proceso de producción

### **Etapa 3: Idear nuevo método**

Luego de aplicar el interrogatorio sistemático en la etapa 2 y resaltar aquellas actividades que no estaban agregando valor al proceso de producción. Se detectó que existen recorridos

innecesarios que se pueden reducir o eliminar. En esta etapa se busca idear métodos para reducir, eliminar, combinar o simplificar los métodos de trabajo actual.

**Actividad: Revisar disponibilidad sticker**

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

Con el reporte semanal y la programación de la producción, se realizara lo posible para que ningún accesorio tenga unidades mínimas disponibles.

Pregunta: ¿Qué debería hacerse?

Aplicar la propuesta sugerida.

**ENCAJADO**

**Etapa 1: Registrar**

Para realizar este proceso se necesita, caja rotulada de la tapa según medida (0.4, 0.9, 1.1) y bolsas de poliuretano de (2.5” x 3”). En la mesa de trabajo donde están las tapas con sticker, entonces se coloca la tapa dentro de la bolsa y se arma la caja.

Se inserta la tapa dentro de la caja después se apilan dentro de una caja donde exactamente caben 168 unidades para luego colocarlo en el área de productos terminados.

**Tabla n°64: Actividades que no agregan valor al proceso de encajado**

ITEM	ACTIMDAD	TIEMPO (min)	Distancia (m)	SIMBOLO
40	Revisar disponibilidad de (bolsas individuales, Cajas individual	1		
45	Buscar una cubeta disponible	1	9	

Fuente: Elaboración propia

**Etapa 2: Examinar**

Luego de la etapa de Registro, se prosigue a realizar un examen de estos, es decir se procede con la etapa: Examinar, en la cual se analiza de forma critica el modo de cómo se realiza el trabajo, el lugar, la secuencia y los métodos utilizados. Primero se empezara

**Actividad: Revisar disponibilidad de bolsas y cajas individuales**

Pregunta: ¿Qué se hace?

Se revisa en el área de accesorios si hay los sticker disponibles para la medida de la tapa requerida.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

Para comenzar continuar con el proceso de producción

**Actividad: Buscar una cubeta disponible**

Pregunta: ¿Qué se hace?

Se busca una cubeta disponible.

Pregunta: ¿Por qué se hace?

Para llenar ahí los accesorios bolsas y cajas individuales.

**Etapa 3: Idear nuevo método**

Luego de aplicar el interrogatorio sistemático en la etapa 2 y resaltar aquellas actividades que no estaban agregando valor al proceso de producción. Se detectó que existen recorridos innecesarios que se pueden reducir o eliminar. En esta etapa se busca idear métodos para reducir, eliminar, combinar o simplificar los métodos de trabajo actual.

**Actividad: Revisar disponibilidad de bolsas y cajas individuales**

Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

Con el reporte semanal y la programación de la producción, se realizara lo posible para que ningún accesorio tenga unidades mínimas disponibles.

Pregunta: ¿Qué debería hacerse?

Aplicar la propuesta sugerida.

**Actividad: Buscar una cubeta disponible**

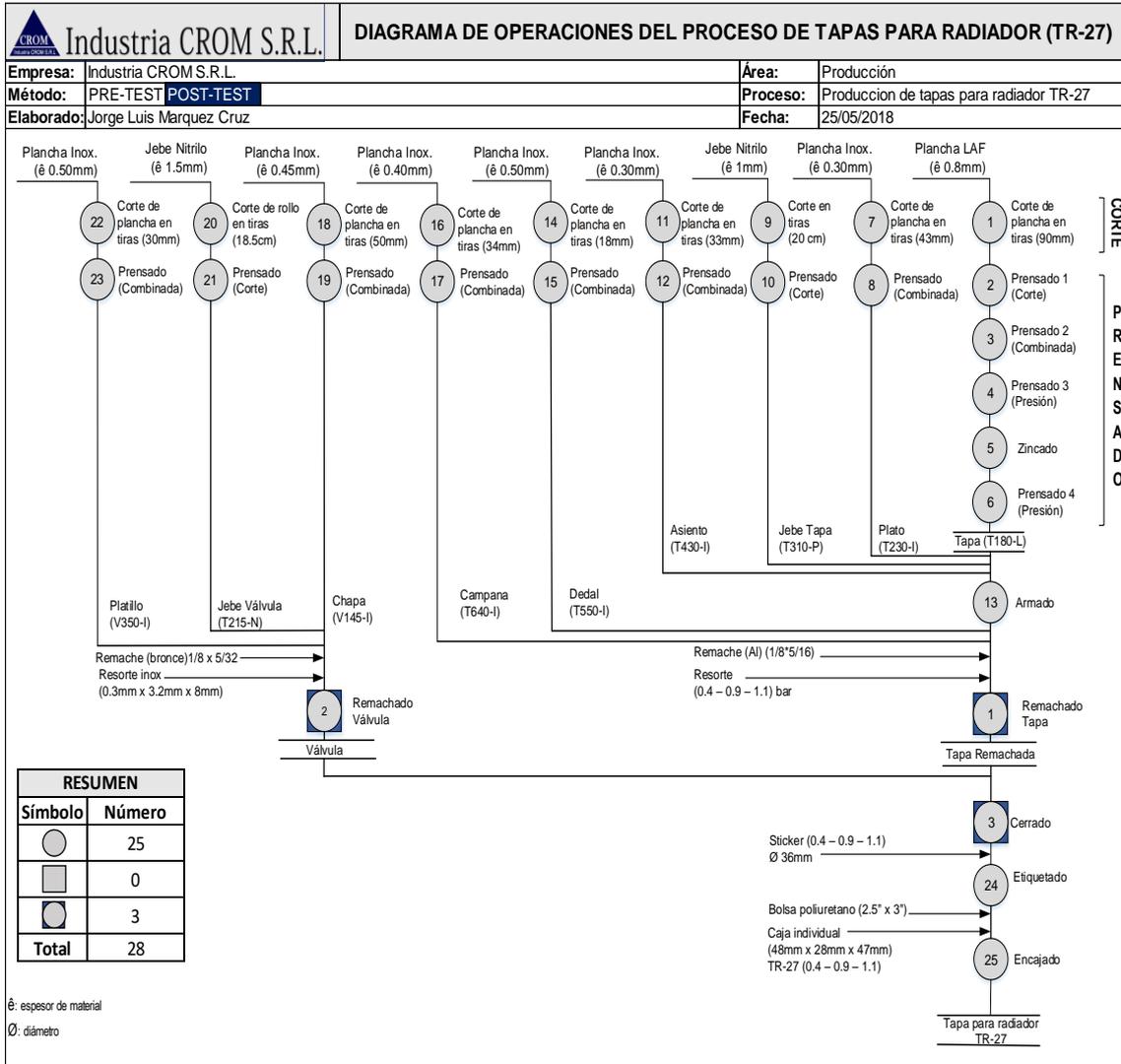
Pregunta: ¿Cómo debería hacerse?

Se asignara un lugar fijo a las cubetas disponibles

Pregunta: ¿Qué debería hacerse?

Aplicar la propuesta sugerida

Figura n°16: Diagrama de operaciones propuesto



Fuente Elaboración propia

En la figura n°16, se observa a las operaciones que se llevan a cabo en el proceso de producción de tapas para radiador TR-27 las cuales está conformada por 28 operaciones. Se realizó un cambio en la producción del accesorio Tapa (180-L), este obligatoriamente necesita pasar por las operaciones de corte, prensado y zincado. Por lo tanto, ya que nuestro tipo de trabajo será bajo pedido de la administración se optó por tener este accesorio ya zincado a la espera del modelo que se va a procesar dándole así paso a la operación prensado 4 que es el marcado. Definido esto nuestro sistema de producción será más eficiente en los próximos pedidos.

## Diagrama de flujo del proceso

Tabla n°65: Análisis de flujo del accesorio Tapa

Industria CROM S.R.L.		ANÁLISIS DE FLUJO DEL PROCESO									
Proceso:	Prensado del accesorio Tapa (T184-L, T189-L, T181-L)			Página	1 de 1		Estado			PRE-TEST	POST-TEST
Elaborado por:	Jorge Luis Marquez Cruz	Fecha:	20/05/2018	Resumen	○	⇒	□	▽	◇	Total	
Estado:	PRE-TEST POST-TEST	Área:	Producción	Cantidad	27	14	1	1	0	43	
Colaborador:	Prensista 1 - Prensista 2	Cantidad:	2	Tiempo (min)	130.29	11.00	-	120.00	-	261.29	
Comienza con:	Dirigirse a mesa de PE-60	Finaliza con:	Actividad 33	Distancia (m)	-	54.75	-	-	-	54.75	
Tapa (T184-L, T189-L, T181-L)											
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	○	⇒	□	▽	◇	TIEMPO (min)	Distancia (m)	Agrega Valor		
SI NO											
<b>Corte de plancha en tiras</b>											
1	Habilitar caballetes con listones	●					1.00			x	
2	Recepción de Plancha / Colocar en listones de apoyo	●					0.85			x	
3	Revisar medida de corte en cubo de medidas	●					0.25			x	
4	Dirigirse a la parte trasera de la guillotina	●					0.50	4.5		x	
5	Calibrar la guillotina con la medida a cortar	●					5.50			x	
6	Aceitar los tijerales de la cizalla guillotina	●					1.50			x	
7	Encender la guillotina	●					0.50			x	
8	Realizar corte de la plancha en tiras	●					2.16			x	
9	Recoger todas las tiras	●					1.00	1.25		x	
10	Transportar paquete de tiras a prensa asignada	●					1.50	5		x	
<b>Prensado 1: Corte de figura</b>											
1	Dirigirse a mesa de PE-60	●					1.00	5		x	
2	Seleccionar "Matriz AA" (Corte / T180-L) de la mesa de PE-60	●					0.50			x	
3	Colocación de Matriz AA	●					11.00			x	
4	Prueba de Prensado - Corte (1 tira)	●					0.45			x	
5	Calibrar el "husillo" de la Prensa Excentrica	●					1.00			x	
6	Aceitado de tiras con la ayuda de un trapo	●					2.45			x	
7	Prensado 1 - Corte de tapa (1 tira) 25 veces	●					11.20			x	
8	Recoger unidades caídas	●					0.80	3		x	
<b>Prensado 2: Moldeado de tapa</b>											
9	Seleccionar "Matriz AB" (Moldeado - T180L) de la mesa de PE-60	●					0.50			x	
10	Colocación de Matriz AB	●					11.00			x	
11	Prueba de Prensado - Moldeado (1 und)	●					0.07			x	
12	Calibrar el "husillo" de la Prensa Excentrica	●					1.00			x	
13	Prensado 2 - Moldeado de tapa (26 tiras < > 435 und)	●					28.33			x	
14	Recoger unidades caídas	●					1.00	2		x	
15	Transportar recipiente a la PE-15	●					0.50	3		x	
<b>Prensado 3: Doblado de tapa</b>											
16	Dirigirse a mesa de PE-60	●					0.5	3		x	
17	Seleccionar "Matriz AD" (Doblado / T180-L) de la mesa de PE-60	●					0.5			x	
18	Dirigirse a PE-15	●					0.5	3		x	
19	Colocación de Matriz AD	●					11			x	
20	Prueba de Prensado - Doblado (1 und)	●					0.03			x	
21	Calibrar el "husillo" de la Prensa Excentrica	●					1			x	
22	Prensado 4 - Doblado de tapa (26 tiras < > 435 und)	●					13.1			x	
23	Recoger unidades caídas	●					0.75	4		x	
24	Transportar costal hacia el auto de transporte	●					0.45	6		x	
<b>Zincado</b>											
25	Servicio de Zincado electrolítico					●	120			x	
<b>Prensado 4: Marcado de tapa según medida de libraje</b>											
26	Dirigirse a mesa de PE-35	●					0.5	6		x	
27	Seleccionar "Matriz AC" (Marcado / T180-L) de la mesa de PE-35	●					0.5			x	
28	Colocación de Matriz AC	●					11			x	
29	Prueba de Prensado - Marcado (1 und)	●					0.03			x	
30	Calibrar el "husillo" de la Prensa Excentrica	●					1			x	
31	Prensado 3 - Marcado de tapa (26 tiras < > 435 und)	●					13.12			x	
32	Recoger unidades caídas	●					1	3		x	
33	Transportar recipiente a su lugar asignado en Estante n°2	●					1	6		x	

Fuente: Elaboración propia

La tabla n°65, muestra el nuevo DAP del accesorio Tapa. Se obtienen un total de 47 actividades de las cuales 32 agregan valor al proceso.

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100 = \frac{32}{47} \times 100 = 68.01\%$$

Tabla n°66: Analisis del flujo de los procesos restantes

Industria CROM S.R.L.		ANÁLISIS DE FLUJO DEL PROCESO										
Proceso:	Producción de tapa para radiador (TR-27)			Página	1 de 1		Estado	PRE-TEST			POST-TEST	
Elaborado por:	Jorge Luis Marquez Cruz	Fecha:	20/05/2018	Resumen	○	⇨	□	▽	⊔	Total		
Estado:	PRE-TEST POST-TEST	Área:	Producción	Cantidad	16	9	0	0	0	25		
Operario:	Prensista 2 - Operario	Cantidad:	2	Tiempo (min)	19.62	4.25	0.00	0.00	0.00	23.87		
Comienza con:	dirigirse area de accesorio	Finaliza con:	Traslado hacia area de pr	Distancia (m)	0.00	46.00	0.00	0.00	0.00	46.00		
Tapa para radiador, TR-27												
Actividad	Descripción			○	⇨	□	▽	⊔	Tiempo (min)	Distancia (m)	Agrega Valor	
ARMADO (12 und)												
1	Dirigirse al area de accesorios								0.50	4.00		x
2	Coger una bolsa de cad accesorio a usar			●	●				0.75		x	
3	Trasladarse a mesa de trabajo								0.50	4.00		x
4	Armado (Tapa zincada + Plato + Jebe Tapa + Asiento)			●	●				6.00		x	
5	Apilar de 4und y colocarlas en bandeja			●	●				0.50		x	
6	Trasladar bandeja a PE-30			●	●				0.25	4.00	x	
REMACHADO TAPA (12und)												
7	Separar resortes y colocarla en la bandeja			●					0.50		x	
8	Armado 2 (remache + dedal + campana) sobre soporte moldeado			●					1.00		x	
9	Remachado de Tapa (Armado 2 + resorte + Tapa armada)			●					1.50		x	
10	Trasladar cubeta de tapas remachadas a mesa de trabajo			●	●				0.25	4.00	x	
REMACHADO VÁLVULA (12 und)												
11	Separar resortes y colocarla en bandeja de apoyo			●					0.50		x	
12	Remachado de Válvula (remache de bronce + resorte + chapa + jebe válvula + platillo)			●	●				1.00		x	
13	Trasladar cubeta de valvula remachada a mesa de trabajo			●	●				0.50	8	x	
CERRADO (12 und)												
14	Vaciar contenido de las cubetas de tapa remachada y valvula remachadas			●					0.25		x	
15	Cerrado manualmente ( Tapa remachada + Valvula remachada)			●					1.00		x	
ETIQUETADO (12 und)												
16	Dirigirse al area de accesorios								0.50	4		x
17	Coger 1 plancha (contiene 20 und)			●	●				0.12		x	
18	Pegado de sticker sobre la cara superior de la tapa cerrada			●					0.75		x	
ENCAJADO (12 und)												
19	Dirigirse al area de accesorios								0.5	4		x
20	Dirigirse con los insumos a mesa de trabajo								0.5	4		x
21	Embolsar las tapas etiquetada / apilar			●	●				2		x	
22	Amar cajas individuales			●					0.75		x	
23	Colocar tapa embolsada dentro de la caja individual			●					2.25		x	
24	Llenar producto encajado dentro de la cubeta			●					0.75		x	
25	Trasladar al area de producto terminado			●	●				0.75	10	x	

Fuente: Elaboración propia

La tabla n°66, nos muestra que el nuevo DAP de los proceso restantes, el cual se obtuvo un índice de 68.01 %

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100 = \frac{32}{47} \times 100 = 68.01\%$$

## Estudio de tiempos

A continuación se realizara el estudio de tiempos para el nuevo proceso de producción de tapas para radiador.

**Tabla n°67: Tiempos del mes de mayo del 2018**

 <b>Industria CROM S.R.L.</b>		<b>TOMA DE</b>									
<b>Empresa:</b> Industria CROM S.R.L.											
<b>Método:</b>		PRE-TEST				POST-TEST					
<b>Elaborado por:</b> Jorge Luis Marquez Cruz											
ITEM	PROCESO										
1	Armado	8,00	8,25	8,00	7,50	8,05	8,00	8,60	8,25	8,10	7,60
2	Remachado Tapa	4,00	4,25	4,00	4,50	4,25	4,60	4,00	4,25	4,00	4,00
3	Remachado Valvula	2,50	2,25	2,40	2,35	2,25	2,40	2,50	2,75	2,35	2,40
4	Cerrado	1,50	1,75	1,50	1,60	1,50	1,80	1,70	1,50	1,80	1,75
5	Etiquetado	1,70	1,75	1,85	1,75	1,75	1,95	2,05	1,75	2,05	1,75
6	Encajado	8,00	7,75	8,00	8,50	8,00	8,60	8,65	8,05	8,35	8,25
<b>TOTAL</b>		<b>25,70</b>	<b>26,00</b>	<b>25,75</b>	<b>26,20</b>	<b>25,80</b>	<b>27,35</b>	<b>27,50</b>	<b>26,55</b>	<b>26,65</b>	<b>25,75</b>
<b>TIEMPOS - PRODUCCIÓN DE TAPAS PARA RADIADOR MODELO TR-27</b>											
											Tiempo
											8,11
											4,26
											2,44
											1,60
											1,85
											8,32
											26,58
											<b>26,90</b>

Fuente: Elaboración propia

A continuación se procede a hallar la cantidad de muestras

**Tabla n°68: Tiempos del mes de mayo del 2018**

 <b>Industria CROM S.R.L.</b>		<b>CÁLCULO DEL NUMERO DE MUESTRAS DEL PROCESO DE PRODUCCION DE TAPAS PARA RADIADOR MODELO TR27</b>					
<b>Empresa:</b> Industria CROM S.R.L.				<b>Área:</b> Producción			
<b>Método:</b>		PRE-TEST		POST-TEST		<b>Proceso:</b> Producción de T apas para radiador (TR-27)	
<b>Elaborado por:</b> Jorge Luis Marquez Cruz				<b>Fecha:</b> 20/05/18			
ITEM	PROCESO	$\sum x$	$\sum x^2$	$n = \left( \frac{40\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$			
1	Armado	190.35	1451.47	2			
2	Remachado Tapa	93.85	354.22	9			
3	Remachado Valvu	54.85	120.95	8			
4	Cerrado	39.90	63.98	8			
5	Etiquetado	39.95	64.25	10			
6	Encajado	195.50	1531.87	3			

Fuente: Elaboración propia

Con el número de muestras se procede a calcular el tiempo promedio observado.

**Tabla n°69: calculo del tiempo promedio observado**

Industria CROM S.R.L. CÁLCULO DEL PROMEDIO DEL TIEMPO OBERVADO TOTAL DE ACUERDO AL TAMAÑO DE LA MUESTRA												
Empresa: Industria CROM S.R.L.								Área: Producción				
Método:	PRE-TEST	POST-TEST							Proceso: Producción de Tapas para radiador (TR-27)			
Elaborado por: Jorge Luis Marquez Cruz								Fecha: 20/05/18				
ITEM	PROCESO	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4	Tiempo 5	Tiempo 6	Tiempo 7	Tiempo 8	Tiempo 9	Tiempo 10	Promedio
1	Armado	7.75	7.60									7.68
2	Remachado Tapa	3.75	3.50	3.30	4.25	3.50	3.50	3.85	4.10	3.50		3.69
3	Remachado Valvu	2.50	2.10	2.15	2.00	2.10	2.25	2.50	2.50			2.26
4	Cerrado	1.50	1.80	1.75	1.50	1.70	1.55	1.50	1.60			1.61
5	Etiquetado	1.50	1.80	1.50	1.80	1.90	1.80	1.60	1.50	1.50	1.50	1.64
6	Encajado	7.55	7.85	7.75								7.72

Fuente: Elaboración propia

Ahora se calculara el tiempo estándar considerando las tolerancias y suplementos necesarios.

**Tabla n°70: Tiempo estandar del proceso POST-TEST**

Industria CROM S.R.L. CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE TAPAS PARA RADIADOR MODELO TR-27												
Empresa: Industria CROM S.R.L.								Área: Producción				
Método:	PRE-TEST	POST-TEST							Proceso: Producción de Tapas para radiador (TR-27)			
Elaborado por: Jorge Luis Marquez Cruz								Fecha: 20/05/18				
ITEM	PROCESO	PROMEDI O T.O.	WEST INHOUSE				FACTOR DE	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTOS		TOTAL SUPLEMENTO	TIEMPO ESTÁNDAR
			H	E	CD	CS			C	V		
1	Armado	7.68	0.00	-0.04	0.00	0.00	0.96	7.37	0.09	0.11	0.20	8.84
2	Remachado Tapa	3.69	-0.05	0.00	-0.03	0.00	0.92	3.40	0.09	0.09	0.18	4.01
3	Remachado Valvula	2.26	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2.26	0.00	0.00	0.00	2.26
4	Cerrado	1.61	0.00	-0.04	-0.03	0.00	0.93	1.50	0.09	0.08	0.17	1.75
5	Etiquetado	1.64	0.00	-0.04	-0.03	-0.02	0.91	1.49	0.09	0.10	0.19	1.78
6	Encajado	7.72	0.00	-0.04	-0.03	-0.02	0.91	7.02	0.09	0.10	0.19	8.36
Tiempo total de producción para 12 und de Tapa para radiador (TR-27)											27.00	

Fuente: Elaboración propia

Con el conocimiento del tiempo estándar se procede a calcular las unidades que se producir por jornada diaria de trabajo.

**Tabla n°71: Calculo de la capacidad instalada POST-TEST**

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD INSTALADA					
Jornada:		Lunes a Viernes		Sábado	
Colaborador	Tiempo estandar (min)	Tiempo laborable (min)	Capacidad instalada (und)	Tiempo laborable (min)	Capacidad instalada (und)
Operario	27.00	480	213.32	300	133.325
Prensista 2	27.00	180	80.00	300	133.325
		660	<b>293.32</b>	600	<b>266.65</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n°72: Cantidad de Tapa para radiador a producir por día**

CANTIDAD DE TAPAS PARA RADIADOR(TR-27) POR DÍA			
Jornada	Capacidad instalada (und)	Factor de valoración (%)	Unidades planificadas
Lunes a Viernes	293.32	0.8	<b>235</b>
Sábado	266.65	0.8	<b>213</b>

Fuente: Elaboración propia

Operación de corte para todos los accesorios internos que se derivan de planchas de acero.

**Tabla n°64: Análisis de flujo mejorado en la operación de corte**

Industria CROM S.R.L.		ANÁLISIS DE FLUJO DEL PROCESO									
Proceso:	Corte			Página	1 de 1		Estado	PRE-TEST			POST-TEST
Elaborado por:	Jorge Luis Marquez Cruz	Fecha:	20/05/2018	Resumen	○	➡	□	▽	◇	Total	
Estado:	PRE-TEST POST-TEST	Área:	Producción	Cantidad	6	3	1	0	0	10	
Colaborador:	Prensista 1 - Prensista 2	Cantidad:	2	Tiempo (min)	11.51	3.00	0.25	0.00	0.00	14.76	
Comienza con:	Habilitar caballetes con listones	Finaliza con:	0	Distancia (m)	10.75				10.75		
TAPA (T180L) - PLATO (T230-I) - ASIENTO (T430-I) - DEDAL (T550-I) - CAMPANA (T640-I) - CHAPA (V150-I) - PLATILLO (V350-I)											
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	○	➡	□	▽	◇	TIEMPO (min)	Distancia (m)	Agrega Valor		
CORTE											
1	Habilitar caballetes con listones	●					1.00			x	
2	Recepción de Plancha / Colocar en listones de apoyo	●					0.85			x	
3	Revisar medida de corte		●				0.25			x	
4	Dirigirse a la parte trasera de la guillotina		●				0.50	4.5		x	
5	Calibrar la guillotina con la medida a cortar	●					5.50			x	
6	Aceitar los tijerales de la cizalla guillotina	●					1.50				x
7	Encender la guillotina	●					0.50			x	
8	Realizar corte de la plancha en tiras	●					2.16			x	
9	Recoger todas las tiras		●				1.00	1.25			x
10	Transportar paquete de tiras a prensa asignada		●				1.50	5		x	

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla n°64, es el proceso de Corte propuesto para los accesorios de metal que forman parte de la tapa para radiador en este caso para una unidad de plancha, después de esta implementación de la mejora de métodos, contiene un total de 6 operaciones, 3 transporte, 1 inspecciones, 0 almacenamiento y 0 esperas formando así un total de 10 actividades. Además se observa con la ayuda del diagrama que 3 actividades no agregan valor al proceso de Corte y 7 actividades que agregan valor.

Entonces, se determinó el porcentaje de actividades que agregan valor al proceso de corte que fue de 70%.

$$AAV = \frac{\sum \text{Actividades AV}}{\sum \text{Total de Actividades}} \times 100\% = \frac{7}{10} = 70\%$$

Por último, se evaluará a los prensistas mientras ejecutan por sí mismos los nuevos métodos de trabajo, ya que de no haber comprendido totalmente, serán capacitados hasta que ejecuten el nuevo método correctamente.

**Tabla n°65: DAP de las operaciones restantes mejorado**

Industria CROM S.R.L.		ANÁLISIS DE FLUJO DEL PROCESO											
Proceso:	Prensado del accesorio Tapa (T184-L, T189-L, T181-L)			Página	1 de 1		Estado		PRE-TEST			POST-TEST	
Elaborado por:	Jorge Luis Marquez Cruz	Fecha:	20/05/2018	Resumen	○	⇨	□	▽	◇	Total			
Estado:	PRE-TEST	POST-TEST	Área:	Producción	Cantidad	21	11	0	1	0	33		
Colaborador:	Prensista 1 - Prensista 2	Cantidad:	2	Tiempo (min)	136.03	8.00	-	120.00	-	264.03			
Comienza con:	Dirigirse a mesa de PE-60	Finaliza con:	Actividad 33	Distancia (m)	-	44.00	-	-	-	44.00			
Tapa (T184-L, T189-L, T181-L)													
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN			○	⇨	□	▽	◇	TIEMPO (min)	Distancia (m)	Agrega Valor		
SI													
NO													
Prensado 1: Corte de figura													
1	Dirigirse a mesa de PE-60								1.00	5	x		
2	Seleccionar "Matriz AA" (Corte / T180-L) de la mesa de PE-60			●					0.50		x		
3	Colocación de Matriz AA			●					15.70		x		
4	Prueba de Prensado - Corte (1 tira)			●					0.45		x		
5	Calibrar el "husillo" de la Prensa Excentrica			●					2.50			x	
6	Aceitado de tiras con la ayuda de un trapo			●					2.45		x		
7	Prensado 1 - Corte de tapa (1 tira) 25 veces			●					11.20		x		
8	Recoger unidades caidas			●					0.80	3		x	
Prensado 2: Moldeado de tapa													
9	Seleccionar "Matriz AB" (Moldeado - T180L) de la mesa de PE-60			●					0.50		x		
10	Colocación de Matriz AB			●					15.50		x		
11	Prueba de Prensado - Moldeado (1 und)			●					0.07		x		
12	Calibrar el "husillo" de la Prensa Excentrica			●					1.00			x	
13	Prensado 2 - Moldeado de tapa (26 tiras < > 435 und)			●					28.33		x		
14	Recoger unidades caidas			●					1.00	2		x	
15	Transportar recipiente a la PE-15			●					0.50	3	x		
Prensado 3: Doblado de tapa													
16	Dirigirse a mesa de PE-60								0.5	3		x	
17	Seleccionar "Matriz AD" (Doblado / T180-L) de la mesa de PE-60			●					0.5		x		
18	Dirigirse a PE-15			●					0.5	3	x		
19	Colocación de Matriz AD			●					12.6		x		
20	Prueba de Prensado - Doblado (1 und)			●					0.03		x		
21	Calibrar el "husillo" de la Prensa Excentrica			●					1			x	
22	Prensado 4 - Doblado de tapa (26 tiras < > 435 und)			●					13.1		x		
23	Recoger unidades caidas			●					0.75	4		x	
24	Transportar costal hacia el auto de transporte			●					0.45	6	x		
Zincado													
25	Servicio de Zincado electrolítico						●		120		x		
Prensado 4: Marcado de tapa según medida de libraje													
26	Dirigirse a mesa de PE-35								0.5	6	x		
27	Seleccionar "Matriz AC" (Marcado / T180-L) de la mesa de PE-35			●					0.5		x		
28	Colocación de Matriz AC			●					15.7		x		
29	Prueba de Prensado - Marcado (1 und)			●					0.03		x		
30	Calibrar el "husillo" de la Prensa Excentrica			●					1.25			x	
31	Prensado 3 - Marcado de tapa (26 tiras < > 435 und)			●					13.12		x		
32	Recoger unidades caidas			●					1	3		x	
33	Transportar recipiente a su lugar asignado en Estante n°2			●					1	6	x		

Fuente: Elaboración propia

### 2.7.3.2. Implementación de muestreo por atributos

Para la disminución del índice variación de calidad de los insumos, se optara por un muestreo de aceptación que se realiza mediante la inspección y la toma de decisiones sobre un lote determinado de productos. Actualmente en el Perú para el uso del sistema de muestreo usamos la NTP- ISO 2859-1:2013 que trabaja con la tabla de AQL (Acceptable Quality Level) o LCA (Limite de calidad aceptable)

Se aplicara el muestreo de aceptación a los insumos que ingresan en condiciones transformadas es decir que se adhieren directamente al proceso de producción de las tapa para radiador o cuando se compra insumos de otros proveedores debido a que el proveedor inicial no cuenta con su producto disponible.

**Tabla n°66: Lista de proveedores opcionales por cada insumo**

 <b>RELACIÓN DE INSUMOS POR PROVEEDORES Y SERVICIO</b>		
Proveedor		
Código	Razón social	Insumo
PN-001	TRADI S.A.	Plancha LAF
PI-101	Jn Aceros S.A.	Plancha inoxidable
PI-102	Discovery inox S.A.C	
PI-103	JAHESA S.A.	
PI-104	Polimetales S.A.	
PI-105	Industria andina de metales S.A.C.	
JE-001	Representación VARIG E.I.R.L.	Jebe Puro/Nitrilo
JE-002	Corporación Jebeemsa S.A.C.	
JE-003	H & N Empaquetaduras e Importaciones S.A.C.	
RE-101	Resortes Yenny S.R.L.	Resorte
RA-001	Importadora y Distribuidora Corona S.R.L.	Remaches
RB-101	Aceros Industriales Acrimsa S.A.C.	
BP-001	Mil plast	Bolsas
IM-101	Imprenta Ayala S.R.L.	Sticker
		Cajas
Servicio		
Código	Razón social	Operación
ZN-001	Compañía universal de pemos S.A.C.	Zincado

**Fuente: Elaboración propia**

La tabla n°66, nos muestra los nombres de los diferentes proveedores que se pueden optar para la realización un pedido del insumo requerido. La mayoría de estas empresas son distribuidoras por lo que en algunas ocasiones no se ha podido realizar el pedido entonces

Industria CROM S.R.L. debido a ese percance opta por otros proveedores o en últimas instancias comprar un insumo con medidas diferentes al estándar poniendo en riesgo no solo la calidad del producto final sino a los procesos, matrices y maquinaria.

Para la realización de un pedido de compra se hace lo siguiente:

Primero, se recibirá información del área producción sobre el insumo a requerir.

Segundo, cotizar la suma del pedido por cada proveedor que pertenece al mismo rubro.

Tercero, evaluación sobre la cotización del insumo con el dueño, luego generar la compra

### 1. Muestreo de aceptación por atributos

Para empezar con el desarrollo de este método es fundamental definir el lote de ingreso, luego de conocer el dato anterior se obtendrá un número de muestra usando la tabla tamaño de muestra (ver tabla n°68) de la NTP-ISO 2859: 2013.

**Tabla n°67: Clasificación de los insumos para la producción de tapas para radiador**

 <b>CLASIFICACIÓN DE INSUMOS</b>				
Sector	Nombre	Dimensiones	Lote (mm)	Unidad de Medición
Secundario	Plancha LAF (ASTM A-1008 CS "A")	0.8 mm x 1200 mm x 2400mm	1	plancha
	Plancha Inoxidable (AISI 430, BA)	0.30mm x 1219mm x 2418mm	1	plancha
		0.40mm x 1219mm x 2418mm	1	plancha
		0.45mm x 1219mm x 2418mm	1	plancha
		0.50mm x 1219mm x 2418mm	1	plancha
	Jebe SBR	1mm x 1m x 10 m	1	rollo
Jebe NBR	1.5 mm x 1m x 10 m	1	rollo	
Terciario	Resorte (0.9 bar)	1.60mm x 25mm x 32mm	500	und
	Resorte (válvula)	0.3mm x 3.2mm x 8mm	4000	und
	Remache (Al)	1/8 x 5/16	1000	und
	Remache (Bronce)	1/8 x 15/32	5	Kg
	Bolsa poliuretano	2.5" x 3"	500	und
	Sticker	Ø 36 mm	1	millar
	Caja	48mm x 28mm x 47mm	1	millar

Fuente: Elaboración propia

En la tabla n°67, se observa los diferentes insumos que la empresa usa para la producción de tapas para radiador además dichos insumos están agrupados en dos sectores productivos

además brinda información del lote mínimo que el proveedor acepta un pedido. Aquellos que se encuentran dentro del sector secundario son insumos que aún tienen que ser procesadas por la empresa para que se integren en los diferentes procesos de la producción de tapa para radiador. Y los que conforman el sector terciario son insumos que se insertan directamente a los procesos de remachado, etiquetado y encajado.

Aplicaremos el muestreo de aceptación por atributos a ambos sectores. Realizar los siguientes pasos:

### 1.1. Localizar el tamaño y asignar nivel de inspección

Para el uso de la tabla n°68, se debe localizar el lote de pedido en la primera columna además se observa dos niveles de inspección especial y general de lo siguiente debemos optar por solo uno. En esta ocasión será por la inspección general nivel II por lo que muestra datos de nivel estándar los otros dos que son parte de este nivel en el caso de nivel I se usa para una menor discriminación o el nivel III cuando se requiera una mayor discriminación. Sin embargo los niveles de la inspección especial se usan para un lote o muestra que son pequeñas y en ellos pueden aceptarse riesgos de muestreo elevados.

**Tabla n°68: Letras código del tamaños de muestra**

Tamaño de Lote		Niveles de Inspección Especial				Niveles de Inspección General		
		S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 a	8	A	A	A	A	A	A	B
9 a	15	A	A	A	A	A	B	C
16 a	25	A	A	B	B	B	C	D
26 a	50	A	B	B	C	C	D	E
51 a	90	B	B	C	C	C	E	F
91 a	150	B	B	C	D	D	F	G
151 a	280	B	C	D	E	E	G	H
281 a	500	B	C	D	E	F	H	J
501 a	1200	C	C	E	F	G	J	K
1 201 a	3200	C	D	E	G	H	K	L
3 201 a	10000	C	D	F	G	J	L	M
10 001 a	35000	C	D	F	H	K	M	N
35 001 a	150000	D	E	G	J	L	N	P
150 061 a	500000	D	E	G	J	M	P	Q
500 001 y más		D	E	H	K	N	Q	R

Fuente: NTP-ISO 2859-1

### 1.2. Tipo del plan de muestreo

Actualmente según la NTP-ISO 2859 establece tres alternativas de planes de muestreo diferentes para los productos no conformes y lograr así determinar su aceptabilidad. Los que se detallaran a continuación.

**a) Plan de muestreo Simple**

Se debe inspeccionar todas las unidades de la muestra establecido por el plan de muestreo. Si el número de unidades que presentan defectos es igual o menor que el número de aceptación (Ac) se acepta el lote. Pero si las unidades que poseen defectos es igual o mayor que el número de rechazo (Re) no se acepta el lote. (NTP-ISO 2859,2013, p. 30)

**b) Plan de muestreo Doble**

Se usa este plan de muestreo cuando el número de las unidades que presentan defectos en la primera muestra está entre los primeros números de aceptación (Ac) y rechazo (Re). Se tiene que acumular el número de las unidades con defectos de la primera muestra y la segunda si la suma de estas unidades es igual o menor que el segundo número de aceptación (Ac) el lote debe ser aceptado. Pero si dicha suma es igual o mayor que el segundo número de rechazo (Re) el lote no será aceptado.

**c) Plan de muestreo Múltiple**

Se le conoce a este plan con el nombre de múltiple, por lo que se repite el muestreo doble cinco veces dando por terminado cuando se toma la decisión en el quinto muestreo.

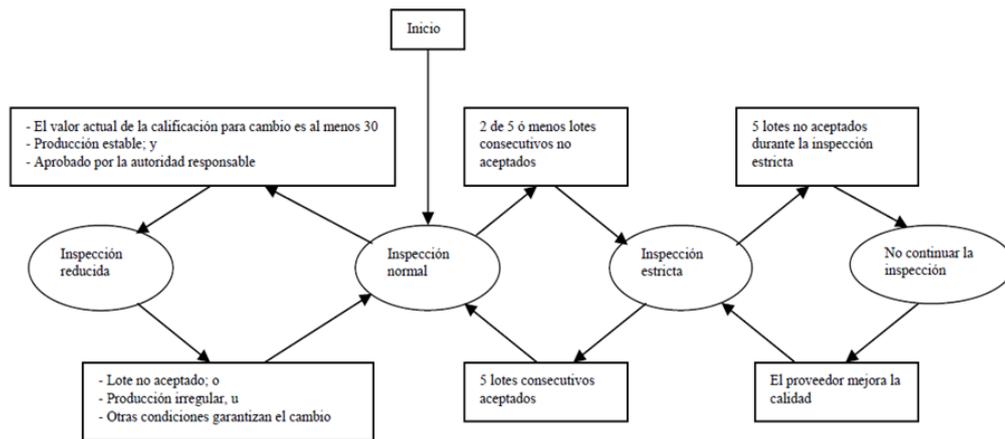
En el desarrollo de este método utilizaremos los planes de muestreo simple y doble para los insumos del tercer sector.

### **1.3. Tipo de inspección**

Para comenzar a usar planes de muestreo primero se debe empezar con el tipo de inspección normal, luego esta se someterá a restricciones de cambio que luego se podrán convertir de tipo reducida o rigurosa.

**-Puntaje de cambio:** Para conocer la unidad del puntaje de cambio, cuando se empieza usar el plan de muestreo por primera vez este dato debe comenzar en cero y mantenerse actualizado con el resultado de las siguientes inspecciones formando así una data.

**Figura n°17: Reglas de cambio para los tipos de inspección**



Fuente: NTP-ISO 2859-1

La figura n°17, nos muestra las reglas de cambio en los diferentes tipos de inspección que hay en la NTP-ISO 2859 además resalta que el inicio de este muestreo establece empezar por la inspección normal.

- De normal a rigurosa

Se debe realizar este cambio de inspección cuando dos de cinco lotes consecutivos en la inspección normal han sido rechazados.

- De rigurosa a normal

Se realiza este cambio de inspección cuando cinco lotes consecutivos en la inspección rigurosa han sido aceptados.

- De normal a reducida

Se debe realizar este cambio de inspección cuando el valor del puntaje de cambio sea menor o igual que 30 además la producción este considerado como estado estable.

- De reducida a normal

Se debe reinstalar este tipo de inspección cuando el lote no sea aceptado, la producción presente variaciones o decaídas también cuando existan condiciones que sugieran volver a la inspección normal.

#### 1.4. Desarrollo del muestreo de aceptación

Como se mencionó al inicio se desarrollara este método para los insumos de ambos sectores. A continuación se le asignara una letra (ver tabla n°68) a cada insumo según el lote

establecido en la tabla n°69 que en este caso es el lote mínimo de compra que nos brinda el proveedor.

**Tabla n°69: Asignación de letra a insumos del sector secundario**

 <b>MUESTREO POR ATRIBUTOS</b>						
Sector	Nombre	Accesorio	Lote (min)	Unidad de Medición	Total de unidades	Letra asignada
Secundario	Plancha LAF (ASTM A-1008 CS "A")	Tapa	1	plancha	416	H
	Plancha Inoxidable (AISI 430, BA)	Plato	1	plancha	1008	J
		Asiento	1	plancha	2701	K
		Dedal	1	plancha	4556	L
		Campana	1	plancha	2627	K
		Chapa	1	plancha	1104	J
		Platillo	1	plancha	5565	L
	Jebe SBR	Jebe Tapa	1	rollo	5000	L
	Jebe NBR	Jeve Válvula	1	rollo	10692	M

**Fuente: Elaboración propia**

La tabla n°69, nos muestra el lote mínimo en unidades totales de los insumos pertenecientes al sector secundario. La asignación de letra respectivamente por cada accesorio se pudo realizar con el uso de la tabla n°68, que más adelante nos permitirá conocer el tamaño de la muestra a inspeccionar.

**Tabla n°70: Asignación de letra a insumos del sector terciario**

 <b>MUESTREO POR ATRIBUTOS</b>				
Sector	Nombre	Lote (min)	Unidad de Medición	Letra asignada
Terciario	Resorte (0.9 bar)	500	und	H
	Resorte (válvula)	4000	und	L
	Remache (Al)	1000	und	J
	Remache (Bronce)	6000	und	L
	Bolsa poliuretano	500	und	H
	Sticker	1000	und	J
	Caja	1000	und	J

**Fuente: Elaboración propia**

La tabla n°70, muestra el lote mínimo en unidades totales de los insumos del sector terciario. La asignación de la letra por cada accesorio se realiza con la ayuda de la tabla n°68.

**Tabla n°71: Plan de muestreo simple para la inspección normal**

Letra asignada al tamaño de muestra	Tamaño de muestra	Nivel aceptable de calidad, NAC, en porcentaje de ítems no conformes o no conformidades por 100 ítems (inspección normal)																										
		0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000	
		Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	
A	2																											
B	3																											
C	5																											
D	8																											
E	13																											
F	20																											
G	32																											
H	50																											
J	80																											
K	125																											
L	200																											
M	315																											
N	500																											
P	800																											
Q	1250																											
R	2000																											

↓ Use el primer plan de muestreo debajo de la flecha. Si el tamaño es igual o excede el tamaño del lote lleve a cabo inspección 100%

↑ Use el primer plan de muestreo arriba de la flecha

Ac :Número de aceptación

Re :Número de rechazo

**Fuente: NTP-ISO 2859-1**

La tabla n°71, nos permitirá conocer el tamaño de la muestra a inspeccionar por cada letra que ya fue asignada según el tamaño de lote del insumo a ingresar. Los números decimales en la parte superior son los niveles de calidad aceptable conocida como NCA o AQL en inglés. Considerando a los números mayores que 1.5 como un nivel de menor control de inspección, los números entre 1.0 y 1.5 como un nivel mayor control de inspección y los números menores que 1.0 como un control crítico de inspección. En la presente investigación se usara los siguientes números de NCA 2.5, 1.0 y 0.40.

El otro dato que se extrae del plan de muestreo simple para la inspección normal (Tabla n°71) son las unidades con defectos que se pueden aceptar de un lote dado del NCA establecido (Ac). Además muestra las unidades con defectos que no se pueden aceptar de un lote dado del NCA establecido (Re). Los datos mencionados anteriormente se ubican mediante la intersección del NCA y la letra asignada para el insumo (ver tabla n°71).

**Tabla n°72: Ac y Re por cada nivel de AQL en los insumos del sector secundario**

 <b>MUESTREO POR ATRIBUTOS</b>													
Sector	Nombre	Accesorio	Lote (min)	Unidad de Medición	Total de unidades	Letra asignada	Tamaño de muestra	AQL					
								0.4		1		2.5	
								Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
Secundario	Plancha LAF (ASTM A-1008 CS "A")	Tapa	1	plancha	435	H	50	0	1	1	2	2	3
	Plancha Inoxidable (AISI 430, BA)	Plato	1	plancha	1008	J	80	1	2	2	3	5	6
		Asiento	1	plancha	2701	K	125	1	2	3	4	7	8
		Dedal	1	plancha	4556	L	200	2	3	5	6	10	11
		Campana	1	plancha	2627	K	125	1	2	3	4	7	8
		Chapa	1	plancha	1104	J	80	1	2	2	3	5	6
		Platillo	1	plancha	5565	L	200	2	3	5	6	10	11
	Jebe SBR	Jebe Tapa	1	rollo	100	F	20	0	1	0	1	1	2
	Jebe NBR	Jeve Válvula	1	rollo	198	G	32	0	1	1	2	2	3

**Fuente: Elaboracion propia**

La tabla n°72, nos muestra las unidades de aceptación (Ac) y las de rechazo (Re) por cada accesorio del sector secundario tener en cuenta que estas unidades se están basando en el lote mínimo de pedido que acepta el proveedor. Se generara un nuevo cuadro cuando estos lotes tengan variación de unidades de pedido.

**Tabla n°73: Ac y Re por cada nivel de AQL en los insumos del sector terciario**

 <b>MUESTREO POR ATRIBUTOS</b>											
Sector	Nombre	Lote (min)	Unidad de Medición	Letra asignada	Tamaño de muestra	AQL					
						0.4		1		2.5	
						Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
Terciario	Resorte (0.9 bar)	500	und	H	50	0	1	1	2	3	4
	Resorte (válvula)	4000	und	L	200	2	3	5	6	10	11
	Remache (Al)	1000	und	J	80	1	2	2	3	5	6
	Remache (Bronce)	6000	und	L	200	2	3	5	6	10	11
	Bolsa poliuretano	500	und	H	50	0	1	1	2	3	4
	Sticker	1000	und	J	80	1	2	2	3	5	6
	Caja	1000	und	J	80	1	2	2	3	5	6

**Fuente: Elaboracion propia**

La tabla n°73, nos muestra las unidades de aceptación (Ac) y las de rechazo (Re) por cada accesorio del sector terciario tener en cuenta que estas unidades se están basando en el lote mínimo de pedido que acepta el proveedor. Se generara un nuevo cuadro cuando estos lotes tengan variación de unidades de pedido.

### 2.7.3.3. Mantenimiento preventivo a matrices

La elaboración de un plan de mantenimiento preventivo, ayudara a reducir los productos defectuosos, accidentes laborales, paradas inesperadas que pueden ser ocasionadas por una incorrecta manipulación de equipo o máquina de trabajo que se está usando u otros tipos de daño hacia el activo. En esta ocasión se desarrollara un plan de mantenimiento para las matrices, por el objetivo de prevenir el desgaste de filo que posee que poseen las matrices.

Se desarrollaran los siguientes pasos:

#### A) Asignando matriz a prensa

Para la elaboración de este método se tomó en cuenta todas las matrices que se usan para la producción de tapa para radiador (TR-27), la cual está formado por un número de doce matrices. Las que se mencionan a continuación.

**Tabla n°74: Relación de accesorios con sus respectivas matrices**

LISTA DE MATRICES			
ACCESORIO		MATRIZ	
Código	Nombre	Código	Tipo
T180-L	TAPA	AA	Corte
		AB	Combinada
		AC	Presión
		AD	Presión
T245-I	PLATO	B	Combinada
T310-P	JEBE TAPA	C	Corte
T450-I	ASIENTO	D	Combinada
T550-I	DEDAL	E	Combinada
T640-I	CAMPANA	F	Combinada
V145-I	CHAPA	G	Combinada
V215-N	JEBE VÁLVULA	H	Corte
V350-I	PLATILLO	I	Combinada

**Fuente: Elaboracion propia**

En la tabla n°74, se observa los accesorios de la tapa para radiador con sus respectivas matrices al igual que sus códigos lo que mejora la información.

A continuación en la tabla n°75, se mostrar un resumen de los tipos de matrices según su función como la de Corte, Presión y Combinada (Corte-Embutido).

**Tabla n°75: Los tipos de matrices que se usan para el proceso**

RESUMEN	
TIPO DE MATRIZ	SUMA
Corte	3
Presión	2
Combinada	7
TOTAL	12

**Fuente: Elaboración propia**

Para tener un mayor conocimiento de los tipos de matrices, en las siguientes líneas se hablarán de ellas.

- a) **Corte:** Este tipo de matriz solo realiza el corte según la forma que se encuentra en la placa matriz, mayormente su uso es para figuras planas.
- b) **Presión:** Este tipo de matriz se usa para agregar o corregir aspectos que la matriz embutido no puede realizar.
- c) **Combinada:** Este tipo de matriz junta dos procesos el de corte y embutido, se considera especial porque reduce tiempo y número de actividades.

## B) Ubicación de matrices

En el desarrollo de esta etapa se realizara una evaluación a las matrices para disminuir el desgaste de estos, las causas son las siguientes: material de grosor no asignado, instalación incorrecta, prensado doble de accesorio, presencia de mermas en la figura y sobre límites de cortes (rebaba).

Primero, debemos tener en cuenta el tipo de material, sus dimensiones y composiciones químicas.

**Tabla n°76: Detalle de los insumos que se procesan en las matrices**

DETALLE DE LOS INSUMOS										
Accesorio		Material	Dimensiones			Composición química en %				
Código	Nombre		Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	C	Mn	P	S	Cr
T180-L	TAPA	Plancha LAF (ASTMA-1008 CS "A")	2400	1200	0.8	0.1	0.6	0.03	0.035	-
T245-I	PLATO	Plancha Inoxidable (AISI-430,BA)	2418	1219	0.30	0.05	1.00	-	-	16.00
T310-P	ASIENTO	Plancha Inoxidable (AISI-430,BA)	2418	1219	0.30	0.05	1.00	-	-	16.00
T450-I	DEDAL	Plancha Inoxidable (AISI-430,BA)	2418	1219	0.50	0.05	1.00	-	-	16.00
T550-I	CAMPANA	Plancha Inoxidable (AISI-430,BA)	2418	1219	0.40	0.05	1.00	-	-	16.00
T640-I	CHAPA	Plancha Inoxidable (AISI-430,BA)	2418	1219	0.45	0.05	1.00	-	-	16.00
V145-I	PLATILLO	Plancha Inoxidable (AISI-430,BA)	2418	1219	0.50	0.05	1.00	-	-	16.00
V215-N	JEBE TAPA	Jebe Puro (SBR)	10000	1000	1.00	-	-	-	-	-
V350-I	JEBE VÁLVULA	Jebe Nitrilo (NBR)	10000	1000	1.50	-	-	-	-	-

**Fuente: Elaboración propia**

En la tabla n°76, se muestra el tipo de material que se usa para producción de los accesorios de la tapa para radiador asimismo sus dimensiones y composiciones químicas respectivas.

Segundo, hallar la fuerza necesaria para el prensado de las matrices teniendo en cuenta el tipo material, espesor y la resistencia al corte de la plancha que se va a procesar en dichas matrices.

La siguiente formula nos permite hallar la fuerza necesaria para realizar corte del material con la figura de la matriz.

$$Q = p \times S \times \sigma_T$$

Donde:

Q: Fuerza de corte (N)

P: perímetro de la figura (mm)

S: Espesor de la lámina (mm)

$\sigma_T$ : Esfuerzo de rotura del material por corte (N/mm<sup>2</sup>)

A continuación se realizara el cálculo de la fórmula para cada accesorio y su asignación a las prensas excéntricas según la capacidad de estas.

**Tabla n°77: Fuerza necesaria de las operaciones del tipo de matriz**

FUERZA NECESARIA PARA EL CORTE										
Accesorio	Matriz		Perimetro(mm)	Espesor del material (mm)	Esfuerzo de rotura por corte (N/mm <sup>2</sup> )	Q (N)	Q' (tn)	Prensa Asignada		
	Código	Tipo						COD	tnf	Nº Pzd
TAPA	AA	Corte	198.00	0.80	245.00	38808.00	47	PE-60	60	1.29
	AB	Combinada	173.12	0.80	245.00	33931.52	41	PE-60	60	1.47
	AC	Presión	44.00	0.80	245.00	8624.00	10	PE-35	35	3.38
	AD	Presión	42.00	0.80	245.00	8232.00	10	PE-15	15	1.52
PLATO	B	Combinada	131.88	0.30	500.00	19782.00	24	PE-40	40	1.69
ASIENTO	D	Combinada	91.06	0.30	500.00	13659.00	16	PE-35	35	2.14
DEDAL	E	Combinada	103.62	0.50	500.00	25905.00	31	PE-40	40	1.29
CAMPANA	F	Combinada	94.20	0.40	500.00	18840.00	23	PE-35	35	1.55
CHAPA	G	Combinada	100.48	0.45	500.00	22608.00	27	PE-40	40	1.47
PLATILLO	I	Combinada	53.38	0.50	500.00	13345.00	16	PE-35	35	2.19
JEBE TAPA	C	Corte	134.00	1.00	65.00	8710.00	10	PE-15	15	1.44
JEBE VÁLVULA	H	Corte	84.78	1.50	65.00	8266.05	10	PE-15	15	1.51

**Fuente: Elaboracion propia**

La tabla n°77, nos muestra las fuerzas correspondientes para cada tipo de matriz y accesorio. Asimismo estas matrices fueron asignadas a las prensas excéntricas que posee la empresa además teniendo en cuenta un factor crítico que es la capacidad o fuerza de las máquinas para que permitan realizar el trabajo sin sobre exigirlos y prevenir daños a futuro.

Tercero, asignar un lugar a las matrices muy cerca de las prensas para lograr un mayor aprovechamiento en tiempo y distancia en las actividades.

**Tabla n°78: Ubicación de las matrices en el área de producción**

UBICACIÓN DE LAS MATRICES			
Accesorio	Matriz	Prensa asignada	Mesa de Prensa
TAPA	AA	PE-60	M1
	AB	PE-60	M1
	AC	PE-35	M3
	AD	PE-15	M1
PLATO	B	PE-40	M2
ASIENTO	D	PE-35	M3
DEDAL	E	PE-40	M2
CAMPANA	F	PE-35	M3
CHAPA	G	PE-40	M2
PLATILLO	I	PE-35	M3
JEBE TAPA	C	PE-15	M1
JEBE VÁLVULA	H	PE-15	M1

**Fuente: Elaboración propia**

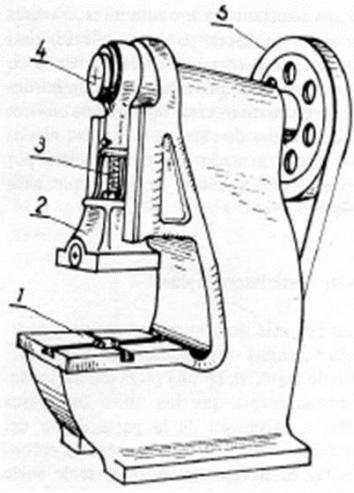
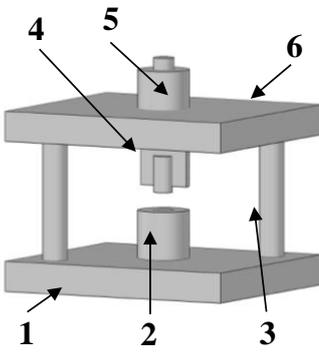
En la tabla n°78, se observa el lugar donde encontraremos dichas matrices en este caso en las mesas además la mesa de prensa (M1) guarda matrices de las prensas PE-60 y PE-15; Esto es porque se encuentran cerca de ambas máquinas.

### **C) Instalación de una matriz**

En esta atapa se realizar paso a paso como instalar una matriz correctamente teniendo en cuenta datos importantes como la carrera del cabezal, el husillo y la altura entre las dos bases de las matrices. En las siguientes tablas se señalaran las partes de las prensas excéntricas al igual como de la matriz para lograr tener un mayor conocimiento sobre ellas.

También serán mencionadas las herramientas que serán usadas para la correcta instalación de la matriz y para los ajustes necesarios que se realizan a las diferentes partes de la prensa excéntricas.

Tabla n°79: Prensa excéntrica y Matriz con sus respectivas partes

PRENSA EXCÉNTRICA		MATRIZ	
Imagen	Partes	Imagen	Partes
	1: Mesa de prensa		1: Base inferior
	2: Cabezal		2: Placa matriz
	3: Husillo		3: Columnas
	4: Cabezal de carrera		4: Punzón
	5: Volante		5: Espiga
			6: Base superior

Fuente: Elaboración propia

La tabla n°79, nos muestra a una prensa excéntrica y a una matriz con sus respectivas partes, de ahora en adelante nombraremos a estas partes con sus nombres respectivos y no generar confusiones más adelante.

Tabla n°80: Herramientas necesarias para instalar una matriz

HERRAMIENTAS PARA INSTALAR UNA MATRIZ EN UNA PRENSA			
Imagen	Nombre	Imagen	Nombre
	Llave francesa		Llave allen (3/16, 1/4, 8 mm, 10 mm)
	Llave inglesa (1.5", 2", 3")		Pernos hexagonales
	Llave gancho (3", 2")		Calibrador electrónico

Fuente: Elaboración propia

La tabla n°80, nos muestra las herramientas necesarias para poder instalar una matriz, las medidas de las herramientas varían según las prensas y matrices. Solo el calibrador es de uso universal lo que nos permitirá medir las distancias entre las bases de las matrices.

### Pasos necesarios para instalar una matriz

- 1er paso: Seleccionar la carrera adecuada del cabezal de la carrera (4), su función es la de fijar los punzones del engranaje no salgan del extractor-guía. Mientras menor sea el número de la carrera menor será la distancia el radio que forme el giro.
- 2do paso: Colocar el cabezal (2) en su punto inicial con la ayuda del volante (5) hacia una dirección anti horaria.
- 3er paso: Colocar la matriz sobre la mesa (1) y con la llave francesa girar el husillo (3) hasta que la espiga ( ) este dentro del cabezal (2) y llegue a contactar con la base superior de la matriz.
- 4to paso: Ajustar los pernos del cabezal (2)
- 5to paso: Mediante el husillo (3) hacer descender el cabezal (2) hasta que el punzón logre ingresar a la placa matriz.
- 6to paso: Amarrar con los pernos la base de la matriz a la mesa (1).
- 7to mo: Comprobar la altura de la cara superior con la cara inferior de las bases de matriz, es decir la distancia entre las caras de la matriz. Regulando y ajustando siempre el husillo (3).

**Tabla n°81: Medidas para instalar las matrices en sus prensas asignadas**

MEDIDAS PARA INSTALAR UNA MATRIZ					
Accesorio	Matriz	Prensa asignada	N° de carrera	Medida del husillo (mm)	Distancia entre caras de matriz (mm)
TAPA	AA	PE-60	30	55	110
	AB	PE-60	45	85	125
	AC	PE-35	25	50	120
	AD	PE-15	25	50	95
PLATO	B	PE-40	35	55	100
ASIENTO	D	PE-35	35	55	100
DEDAL	E	PE-40	40	75	105
CAMPANA	F	PE-35	40	75	105
CHAPA	G	PE-40	35	55	100
PLATILLO	I	PE-35	25	50	85
JEBE TAPA	C	PE-15	20	45	75
JEBE VÁLVULA	H	PE-15	20	45	75

Fuente: Elaboración propia

## D) Control de matrices

En esta etapa se implementara una ficha de control de piezas producidas que nos ayudara a mantener un control sobre las matrices durante su producción. Además brindara información para realizar el mantenimiento necesario a dichas matrices para alargar su duración y que garantice funcionamiento óptimo durante el proceso de transformaciones.

**Tabla n°82: Formato de control de las piezas producidas en el mes de marzo**

CONTROL DE PIEZAS PRODUCIDAS								
MARZO								
Item	Fecha	Turno	Accesorio	Matriz	Prensa	Pzas por tira	Tira	Unidades producidas
1	01-mar	Mññ	TAPA	AA	PE-60	16	36	575
2	01-mar	Mññ	PLATO	B	PE-40	18	42	751
3	01-mar	Mññ	ASIENTO	D	PE-35	38	21	783
4	01-mar	Mññ	JEBE TAPA	C	PE-15	100	5	536
5	01-mar	Trd	DEDAL	E	PE-40	34	28	939
6	01-mar	Trd	CAMPANA	F	PE-35	37	20	747
7	01-mar	Trd	CHAPA	G	PE-40	23	30	694
8	01-mar	Trd	PLATILLO	I	PE-35	105	9	976
9	01-mar	Trd	JEBE VÁLVULA	H	PE-15	198	4	858

Fuente: Elaboración propia

La tabla n°82, muestra las cantidades producidas de las piezas o accesorios en el mes de marzo en referencia solo al día 01 del mes en curso. Lo que nos permite tener un control sobre las unidades producidas con la ayuda de la matriz.

**Tabla n°83: Unidades producidas en el mes de marzo**

LISTA DE PIEZAS PRODUCIDAS																																
Accesorio	Matriz	Marzo																														Total
		1	2	3	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	31				
TAPA	AA	575	765	946	860	921	793	885	960	611	883	639	591	555	957	851	812	879	756	607	739	976	977	855	537	852	537	675	20994			
	AB	575	765	946	860	921	793	885	960	611	883	639	591	555	957	851	812	879	756	607	739	976	977	855	537	852	537	675	20994			
	AC	575	765	946	860	921	793	885	960	611	883	639	591	555	957	851	812	879	756	607	739	976	977	855	537	852	537	675	20994			
	AD	575	765	946	860	921	793	885	960	611	883	639	591	555	957	851	812	879	756	607	739	976	977	855	537	852	537	675	20994			
PLATO	B	751	749	968	880	749	501	608	748	585	925	609	942	670	662	506	591	639	870	756	978	855	699	944	730	815	934	732	20396			
ASIENTO	D	783	637	885	784	957	568	812	872	858	877	650	678	549	736	964	563	546	1000	733	548	720	706	708	756	775	756	582	20003			
DEDAL	E	939	503	615	620	838	849	633	886	826	876	614	603	783	647	616	704	792	799	676	723	663	899	953	972	578	798	608	20013			
CAMPANA	F	747	700	856	840	892	683	971	774	870	828	863	553	652	521	933	797	637	545	780	946	510	659	639	849	933	793	656	20427			
CHAPA	G	694	837	642	508	701	501	649	971	723	549	792	717	534	538	915	812	801	656	671	536	694	993	717	538	660	793	830	18972			
PLATILLO	I	976	853	673	730	605	947	904	981	693	542	843	822	732	532	852	570	888	686	962	561	678	584	886	921	987	1000	849	21257			
JEBE TAPA	C	536	979	730	569	930	632	774	679	730	642	949	580	671	691	848	839	989	947	930	784	711	614	646	700	530	542	600	19772			
JEBE VÁLVULA	H	858	948	738	656	904	667	553	571	832	990	995	533	922	900	982	579	888	576	893	967	781	820	604	917	921	881	768	21644			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla n°83, se observa un resumen sobre las unidades totales que se procesaron con sus respectivas matrices en el mes de marzo.

Para realizar un mantenimiento a las matrices se debe asignar un cronograma, en esta ocasión se establecerá mediante las unidades de los accesorios que han sido producidas. Por ejemplo, las matrices de tipo corte cuando obtenga un acumulado entre 4000 y 4500 unidades producidas tendrá que pasar por mantenimiento, las matrices de tipo prensado cuando obtenga un acumulado entre 7500 y 8000 unidades producidas tendrá que pasar por el mantenimiento respectivo. Asimismo las matrices de tipo combinada cuando obtengan un acumulado entre 6000 y 6500 unidades producidas la matriz tendrán que pasar por el mantenimiento respectivo.

**Tabla n°84: Cronograma de las matrices para realizar el mantenimiento respectivo**

		CRONOGRAMA PARA EL MANTENIMIENTO DE MATRICES																																				
Accesorio	Matriz	Unidades producidas																																				
		Tipo	Código	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000	12500	13000	13500	14000	14500	15000				
Tapa	Corte	AA											MP	MP																								
Jebe Tapa		C											MP	MP																								
Jebe Válvula		H											MP	MP																								
Tapa	Prensado	AC																																				
Tapa		AD																																				
Tapa	Combinada	AB																																				
Plato		B																																				
Asiento		D																																				
Dedal	Combinada	E																																				
Campana		F																																				
Chapa		G																																				
Platillo		I																																				

Fuente: Elaboración propia

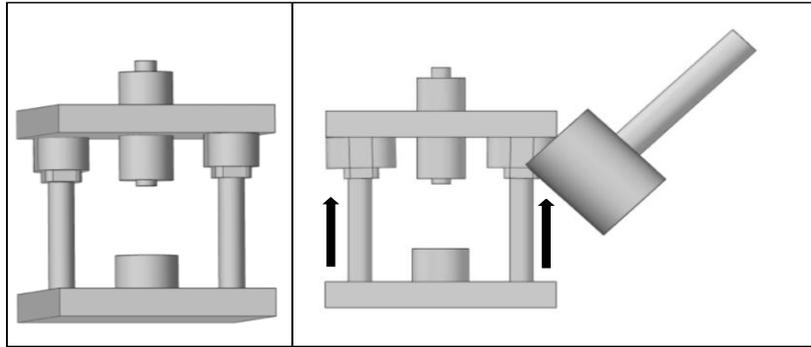
La tabla n°84, muestra el cronograma de mantenimiento para los diferentes tipos de matrices lo cual se realizara cuando estos lleguen al límite de sus unidades producidas (Las letras MP hacen referencia al límite de cortes o prensadas). Para establecer los límites para cada tipo de matriz se conversó con el personal a cargo quien en este caso es el matricero, por consiguiente brindo información sobre los detalles de las matrices.

### E) Mantenimiento de matriz

En esta etapa se desarrollara el mantenimiento respectivo de las matrices con la finalidad de poseerlos en buen estado prolongando así su ciclo de vida. El mantenimiento se desarrollara en el orden de los siguientes pasos:

**1er paso:** Desarmar la matriz una vez que la matriz ya ha sido programada para su mantenimiento, este se tendrá que llevar al área de matriz exactamente en la mesa de matrices. Una vez ahí, se quitan los pernos de amarre de la base superior con la ayuda de la llave allen y con el martillo de goma se golpea esta base hacia arriba, dejando la base inferior apoyada en la mesa para que las columnas retiren el aceite acumulado.

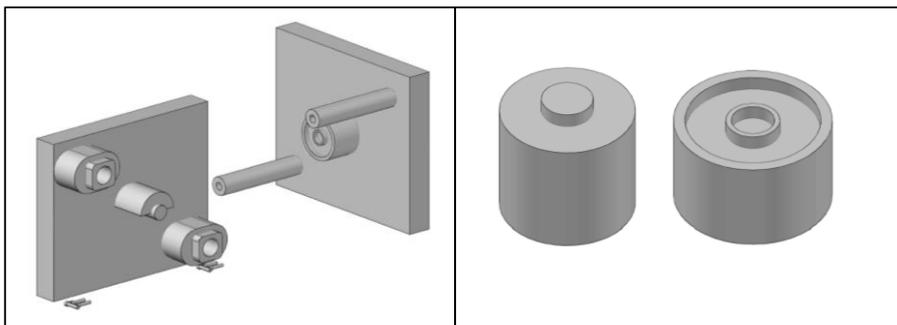
**Imagen n°11: Desarmando una matriz**



**Fuente: Elaboración propia**

**2do paso:** Quitar los pernos de amarre del punzón así como de la placa matriz las cuales se colocaran en el torno uno por uno y con la ayuda de una cuchilla de tronzar se limara los filos externos de ambos. Se realizan este proceso solo para los filos externos cuando la placa matriz presente daños leves es como decir cuando las piezas no presenten medidas diferentes al estándar establecido.

**Imagen n°12: Matriz desarmada – punzón y placa matriz**

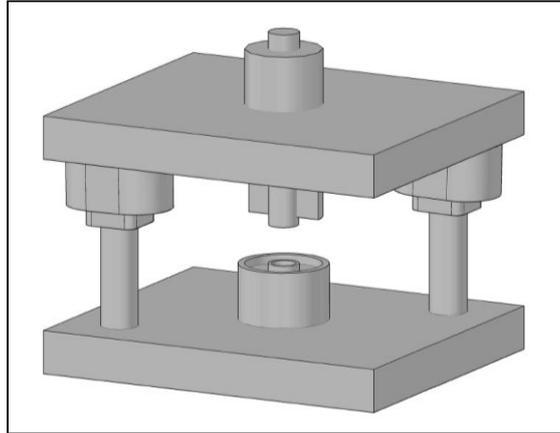


**Fuente: Elaboración propia**

**3er paso:** Con un trapo remojado en thinner pasar por las bases de la matriz incluido en las columnas para retirar desperdicios sólidos o aceite acumulado.

**4to paso:** Volver a armar la matriz ajustando bien los pernos de amarre y colocarla en la mesa de prensa donde corresponde.

**Imagen n°13: Matriz Plato (T245-I)**



**Fuente: Elaboración propia**

**Nota:** Cuando la matriz llegue al límite de cortes (ver tabla n°12), se opta por la decisión de un servicio cuyo nombre es del “afilado” la cual consta de un tratamiento a través de cuchillas y temperatura adecuada. Esto se aplica solo a las partes de punzón y placa matriz.

**Tabla n°85: Límite de cortes de los diferentes tipos de matrices**

<b>Tipo de matriz</b>	<b>Límite de corte</b>
Corte	10000
Prensado	15000
Combinada	12000

**Fuente: Elaboración propia**

#### **2.7.4. Resultados**

A continuación se mostrarán los resultados en cuanto la implementación de la propuesta de sistema kanban para mejorar la productividad en la empresa Industria CROM S.R.L.

#### **A) ESTUDIO DE METODOS**

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100 = \frac{32}{47} \times 100 = 68.01\%$$

Tabla n°86: Analisis de flujo del proceso del accesorio Tapa (T180-L)

Industria CROM S.R.L.		ANÁLISIS DE FLUJO DEL PROCESO										
Proceso:	Prensado del accesorio Tapa (T184-L, T189-L, T181-L)				Página	1 de 1		Estado	PRE-TEST			POST-TEST
Elaborado por:	Jorge Luis Marquez Cruz	Fecha:	20/05/2018	Resumen	○	⇨	□	▽	⊖	Total		
Estado:	PRE-TEST	POST-TEST	Área:	Producción	Cantidad	27	14	1	1	0	43	
Colaborador:	Prensista 1 - Prensista 2	Cantidad:	2	Tiempo (min)	130.29	11.00	-	120.00	-	261.29		
Comienza con:	Dirigirse a mesa de PE-60	Finaliza con:	Actividad 33	Distancia (m)	-	54.75	-	-	-	54.75		
Tapa (T184-L, T189-L, T181-L)												
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	○	⇨	□	▽	⊖	TIEMPO (min)	Distancia (m)	Agrega Valor			
Corte de plancha en tiras												
1	Habilitar cabelleles con listones	●					1.00				x	
2	Recepción de Plancha / Colocar en listones de apoyo	●					0.85			x		
3	Revisar medida de corte en cubo de medidas		●				0.25			x		
4	Dirigirse a la parte trasera de la guillotina		●				0.50	4.5		x		
5	Calibrar la guillotina con la medida a cortar	●					5.50			x		
6	Aceitar los tijerales de la cizalla guillotina	●					1.50				x	
7	Encender la guillotina	●					0.50			x		
8	Realizar corte de la plancha en tiras	●					2.16			x		
9	Recoger todas las tiras		●				1.00	1.25			x	
10	Transportar paquete de tiras a prensa asignada		●				1.50	5		x		
Prensado 1: Corte de figura												
1	Dirigirse a mesa de PE-60	●					1.00	5		x		
2	Seleccionar "Matriz AA" (Corte / T180-L) de la mesa de PE-60	●					0.50			x		
3	Colocación de Matriz AA	●					11.00			x		
4	Prueba de Prensado - Corte (1 tira)	●					0.45			x		
5	Calibrar el "husillo" de la Prensa Excentrica	●					1.00				x	
6	Aceitado de tiras con la ayuda de un trapo	●					2.45			x		
7	Prensado 1 - Corte de tapa (1 tira) 25 veces	●					11.20			x		
8	Recoger unidades caidas		●				0.80	3			x	
Prensado 2: Moldeado de tapa												
9	Seleccionar "Matriz AB" (Moldeado - T180L) de la mesa de PE-60	●					0.50			x		
10	Colocación de Matriz AB	●					11.00			x		
11	Prueba de Prensado - Moldeado (1 und)	●					0.07			x		
12	Calibrar el "husillo" de la Prensa Excentrica	●					1.00				x	
13	Prensado 2 - Moldeado de tapa (26 tiras < > 435 und)	●					28.33			x		
14	Recoger unidades caidas		●				1.00	2			x	
15	Transportar recipiente a la PE-15		●				0.50	3		x		
Prensado 3: Doblado de tapa												
16	Dirigirse a mesa de PE-60	●					0.5	3			x	
17	Seleccionar "Matriz AD" (Doblado / T180-L) de la mesa de PE-60	●					0.5			x		
18	Dirigirse a PE-15		●				0.5	3		x		
19	Colocación de Matriz AD	●					11			x		
20	Prueba de Prensado - Doblado (1 und)	●					0.03			x		
21	Calibrar el "husillo" de la Prensa Excentrica	●					1				x	
22	Prensado 4 - Doblado de tapa (26 tiras < > 435 und)	●					13.1			x		
23	Recoger unidades caidas		●				0.75	4			x	
24	Transportar costal hacia el auto de transporte		●				0.45	6		x		
Zincado												
25	Servicio de Zincado electrolítico					●	120			x		
Prensado 4: Marcado de tapa según medida de libraje												
26	Dirigirse a mesa de PE-35	●					0.5	6		x		
27	Seleccionar "Matriz AC" (Marcado / T180-L) de la mesa de PE-35	●					0.5			x		
28	Colocación de Matriz AC	●					11			x		
29	Prueba de Prensado - Marcado (1 und)	●					0.03			x		
30	Calibrar el "husillo" de la Prensa Excentrica	●					1				x	
31	Prensado 3 - Marcado de tapa (26 tiras < > 435 und)	●					13.12			x		
32	Recoger unidades caidas		●				1	3			x	
33	Transportar recipiente a su lugar asignado en Estante n°2		●				1	6		x		

Fuente: Elaboración propia

Tabla n°87: Analisis del flujo de proceso de las operaciones restantes

Industria CROM S.R.L.		ANÁLISIS DE FLUJO DEL PROCESO												
Proceso:	Producción de tapa para radiador (TR-27)				Página	1 de 1		Estado			PRE-TEST	POST-TEST		
Elaborado por:	Jorge Luis Marquez Cruz	Fecha:	20/05/2018		Resumen	○	⇨	□	▽	D	Total			
Estado:	PRE-TEST	POST-TEST	Área:	Producción		Cantidad	16	9	0	0	0	25		
Operario:	Prensista 2 - Operario		Cantidad:	2		Tiempo (min)	19.62	4.25	0.00	0.00	0.00	23.87		
Comienza con:	dirigirse area de accesorio		Finaliza con:	Traslado hacia area de pr		Distancia (m)	0.00	46.00	0.00	0.00	0.00	46.00		
<b>Tapa para radiador, TR-27</b>														
Actividad	Descripción					○	⇨	□	▽	D	Tiempo (min)	Distancia (m)	Agrega Valor	
<b>ARMADO (12 und)</b>														
1	Dirigirse al area de accesorios										0.50	4.00		x
2	Coger una bolsa de cad accesorio a usar					●	●				0.75		x	
3	Trasladarse a mesa de trabajo										0.50	4.00		x
4	<b>Armado (Tapa zincada + Plato + Jebe Tapa + Asiento)</b>					●	●				6.00		x	
5	Apilar de 4und y colocarlas en bandeja					●	●				0.50		x	
6	Trasladar bandeja a PE-30						●				0.25	4.00	x	
<b>REMACHADO TAPA (12und)</b>														
7	Separar resortes y colocarla en la bandeja					●					0.50		x	
8	Armado 2 (remache + dedal + campana) sobre soporte moldeado					●					1.00		x	
9	Remachado de Tapa (Armado 2 + resorte + Tapa armada)					●	●				1.50		x	
10	Trasladar cubeta de tapas remachadas a mesa de trabajo						●				0.25	4.00	x	
<b>REMACHADO VÁLVULA (12 und)</b>														
11	Separar resortes y colocarla en bandeja de apoyo					●					0.50		x	
12	<b>Remachado de Válvula (remache de bronce + resorte + chapa + jebe válvula + platillo)</b>					●	●				1.00		x	
13	Trasladar cubeta de valvula remachada a mesa de trabajo						●				0.50	8	x	
<b>CERRADO (12 und)</b>														
14	Vaciar contenido de las cubetas de tapa remachada y valvula remachadas					●					0.25		x	
15	Cerrado manualmente ( Tapa remachada + Valvula remachada)					●					1.00		x	
<b>ETIQUETADO (12 und)</b>														
16	Dirigirse al area de accesorios										0.50	4		x
17	Coger 1 plancha (contiene 20 und)					●	●				0.12		x	
18	Pegado de sticker sobre la cara superior de la tapa cerrada					●					0.75		x	
<b>ENCAJADO (12 und)</b>														
19	Dirigirse al area de accesorios										0.5	4		x
20	Dirigirse con los insumos a mesa de trabajo						●				0.5	4		x
21	Embolsar las tapas etiquetada / apilar					●	●				2		x	
22	Amar cajas individuales					●					0.75		x	
23	Colocar tapa embolsada dentro de la caja individual					●					2.25		x	
24	Llenar producto encajado dentro de la cubeta					●	●				0.75		x	
25	Trasladar al area de producto terminado						●				0.75	10	x	

Fuente: Elaboración propia

$$IAV = \frac{TAV}{TA} \times 100 = \frac{32}{47} \times 100 = 68.01\%$$

## B) Resultados Dimensión Exactitud de inventario

**Tabla n°88: Registro de exactitud de inventario POST-TEST**

FICHA DE EXACTITUD DE INVENTARIO EN EL MES DE Mayo												
Accesorio		Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5		Exactitud de inventario
COD	Descripción	02-may-18 - #####	07-may-18 - #####	14-may-18 - #####	21-may-18 - #####	28-may-18 - #####	IS	IF	IS	IF	%	
T180-L	Tapa zincada de 0.9	1250	1240	750	745	1560	1550	904	900	460	455	99.27%
T245-I	Plato	1200	1196	650	646	2200	2190	1650	1640	1200	1195	99.51%
T310-P	Asiento	1150	1140	470	460	2400	2430	1850	1845	1340	1335	99.52%
T450-I	Dedal	1100	1995	640	635	120	110	950	940	420	415	114.00%
T550-I	Campana	1120	1115	744	740	250	225	1450	1420	820	810	97.15%
T640-I	Chapa	1550	1530	1020	1015	1452	1450	2500	2450	1950	1940	99.11%
V145-I	Platillo	5000	4990	4640	4625	4120	4115	3670	3660	3120	3115	99.78%
V215-N	Jebe tapa	1700	1685	1260	1255	750	740	220	210	4120	4115	98.54%
V350-I	Jebe valvula	1800	1790	340	335	4504	4500	4105	4100	3550	3540	99.50%
R09-T	Resorte (0.9 bar)	4000	3995	3550	3550	3010	3010	2550	2550	2103	2100	99.95%
R53-A	Remache (A)	5000	4996	4645	4640	4120	4115	3560	3555	3120	3115	99.88%
P23-B	Bolsa poliuretano	5000	5000	4560	4560	4050	405	3550	3550	3105	3100	81.97%
S09-T	Sticker	2500	2500	2101	2100	1650	1650	1120	1120	790	780	99.74%
C09-T	Caja	2500	2500	2101	2100	1650	1650	1120	1120	790	780	99.74%
											99.12%	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n°89: Índice de exactitud de inventario POS TEST**

ÍNDICE DE EXACTITUD DE INVENTARIO	
Meses	ERI
Abril	98.50%
Mayo	99.12%

## C) Resultados Dimensión Producto defectuoso

**Tabla n°90: Resumen productos defectuosos**

PRODUCTOS DEFECTUOSOS				
<b>Empresa:</b>	Industria CROM S.R.L.		<b>Área:</b> Producción	
<b>Método:</b>	PRE-TEST	POST-TEST	<b>Proceso:</b> TAPA (TR-27)	
<b>Elaborado por:</b>	Jorge Luis Marquez Cruz		<b>Fecha:</b>	
<b>MES</b>	<b>Total TR-27 producidas</b>	<b>TR-27 en buen estado</b>	<b>TR-27 defectuosos</b>	<b>Índice productos defectuosos</b>
AGOSTO	2056	1881	175	8.51%
SETIEMBRE	2024	1866	158	7.81%
OCTUBRE	2056	1890	166	8.07%
NOVIEMBRE	1972	1781	191	9.69%
DICIEMBRE	1908	1732	176	9.22%
ABRIL	12500	12340	160	1.28%
MAYO	12500	12320	180	1.44%

Fuente: Elaboración propia

## D) Resultados de Eficiencia, Eficacia y Productividad (POST-TEST)

Tabla n°91: Productividad POS TEST mayo

 <b>Industria CROM S.R.L.</b>			ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD - INDUSTRIA CROM S.R.L.				
Empresa:	Industria CROM S.R.L.		Método:	PRE-TEST	POST-TEST		
Elaborado por:	Jorge Luis, Marquez Cruz		Proceso:	Tapa para radiador (TR-27)			
INDICADOR	DESCRIPCIÓN	TÉCNICA	INSTRUMENTO	FÓRMULA			
EFICACIA	De acuerdo a las cantidades producidas y estimadas	Observación	Cronómetro / Ficha de registro	$Eficacia = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades planeadas}} \times 100\%$			
EFICIENCIA	De acuerdo a los tiempos útiles y a los tiempos totales	Observación	Cronómetro / Ficha de registro	$Eficiencia = \frac{T \text{ Útil}}{T \text{ Otorgado}} \times 100\%$			
PRODUCTIVIDAD	Productividad inicial o final	Observación	Cronómetro / Ficha de registro	$Productividad = Eficacia \times Eficiencia$			
FECHA	UNIDADES PLANEADAS	UNIDADES PRODUCIDAS	TIEMPO OTORGADO (min)	TIEMPO ÚTIL (min)	EFICACIA	EFICIENCIA	PRODUCTIVIDAD
02-may-18	217	196	660.00	475.46	90.32%	72.04%	65.07%
03-may-18	217	194	660.00	470.61	89.40%	71.30%	63.75%
04-may-18	217	196	660.00	475.46	90.32%	72.04%	65.07%
05-may-18	197	180	600.00	436.65	91.37%	72.78%	66.49%
07-may-18	217	198	660.00	480.32	91.24%	72.78%	66.40%
08-may-18	217	196	660.00	475.46	90.32%	72.04%	65.07%
09-may-18	219	206	665.00	499.72	94.06%	75.15%	70.69%
10-may-18	220	212	670.00	514.28	96.36%	76.76%	73.97%
11-may-18	217	212	660.00	514.28	97.70%	77.92%	76.13%
12-may-18	197	186	600.00	451.21	94.42%	75.20%	71.00%
14-may-18	217	198	660.00	480.32	91.24%	72.78%	66.40%
15-may-18	217	196	660.00	475.46	90.32%	72.04%	65.07%
16-may-18	217	198	660.00	480.32	91.24%	72.78%	66.40%
17-may-18	217	198	660.00	480.32	91.24%	72.78%	66.40%
18-may-18	217	196	660.00	475.46	90.32%	72.04%	65.07%
19-may-18	197	182	600.00	441.50	92.39%	73.58%	67.98%
21-may-18	217	198	660.00	480.32	91.24%	72.78%	66.40%
22-may-18	220	212	670.00	514.28	96.36%	76.76%	73.97%
23-may-18	217	198	660.00	480.32	91.24%	72.78%	66.40%
24-may-18	217	194	660.00	470.61	89.40%	71.30%	63.75%
25-may-18	217	204	660.00	494.87	94.01%	74.98%	70.49%
26-may-18	197	186	600.00	451.21	94.42%	75.20%	71.00%
28-may-18	217	206	660.00	499.72	94.93%	75.72%	71.88%
29-may-18	217	204	660.00	494.87	94.01%	74.98%	70.49%
30-may-18	220	204	670.00	494.87	92.73%	73.86%	68.49%
31-may-18	217	204	660.00	494.87	94.01%	74.98%	70.49%
<b>TOTAL</b>	5573	5154	16955	12502.75	92.49%	73.74%	<b>68.24%</b>

Fuente: Elaboración propia

## Costeo del producto

Ahora que se conoce la cantidad de unidades planificadas por mes con la implementación, se puede calcular el nuevo costo unitario del producto.

**Tabla n°92: Costo de insumos**

ACCESORIO DE LA TR-27			UNIDADES	COSTO UNITARIO
NOMBRE	MATERIAL	PRECIO		
Resorte (0.4 - 0.9 - 1.1) bar	Alambre zincado	S/. 60,00	500	S/. 0,12
Resorte (válvula)	Alambre inoxidable	S/. 120,00	4000	S/. 0,03
Remache (1/8 x 5/16)	Aluminio	S/. 10,00	1000	S/. 0,01
Remache (1/8 x 5/32)	Bronce	S/. 48,00	1000	S/. 0,05
Bolsa individual (2.5" x 3")	Poliuretano	S/. 10,00	500	S/. 0,02
Sticker (0.4 - 0.9 -1.1) bar	Poliuretano adhesivo	S/. 88,50	1000	S/. 0,09
Caja individual rotulada	Cartón	S/. 220,00	1000	S/. 0,22
				<b>S/. 0,54</b>

**Fuente: Elaboración propia**

La Tabla n°92, muestra los costos de los accesorios adquiridos por proveedores que se insertan en las diferentes operaciones.

**Tabla n°93: Costo de accesorio transformado por la empresa PRE-TEST**

ACCESORIO INTERNO DE LA TR-27				PROCESO				TOTAL		TOTAL DE UNIDADES OBTENIDAS	COSTO DE MATERIAL UNITARIO
				CORTE		PRENSADO					
				RESUMEN		RESUMEN					
CÓDIGO	NOMBRE	MATERIAL	PRECIO	Tiempo (min)	S/.	Tiempo (min)	S/.	Tiempo (min)	S/.		
T180-L	Tapa zincada	Plancha LAF, 0.80mm	S/. 60,00	29,02	S/. 6,42	228,81	S/. 28,79	257,83	S/. 107,71	435	S/. 0,386
T230-I	Plato	Plancha inox, 0.30mm	S/. 70,00	33,12	S/. 6,67	90,56	S/. 13,90	123,68	S/. 20,57	1008	S/. 0,090
J310-N	Jebe Tapa	Jebe NBR, 1.00mm	S/. 7,80	7,13	S/. 0,74	36,63	S/. 3,98	43,76	S/. 4,72	100	S/. 0,125
T430-I	Asiento	Plancha inox, 0.30mm	S/. 70,00	34,76	S/. 6,65	97,74	S/. 14,63	132,50	S/. 21,28	2701	S/. 0,034
T550-I	Dedal	Plancha inox, 0.50mm	S/. 98,00	38,53	S/. 6,93	145,02	S/. 22,32	183,55	S/. 29,24	4556	S/. 0,028
T640-I	Campana	Plancha inox, 0.40mm	S/. 84,00	38,64	S/. 7,14	98,64	S/. 14,75	137,28	S/. 21,88	2627	S/. 0,040
V145-I	Chapa	Plancha inox, 0.45mm	S/. 91,00	35,91	S/. 7,29	73,73	S/. 11,23	109,64	S/. 18,53	1104	S/. 0,099
V215-N	Jebe Válvula	Jebe NBR, 1.50mm	S/. 8,33	7,13	S/. 0,74	43,41	S/. 4,76	50,54	S/. 5,50	198	S/. 0,070
V350-I	Platillo	Plancha inox, 0.50mm	S/. 98,00	38,53	S/. 6,52	85,77	S/. 12,80	124,30	S/. 19,32	5565	S/. 0,021
											<b>S/. 0,893</b>

**Fuente: Elaboración propia**

**Tabla n°94: Costo unitario por proceso**

OPERACIONES	RESUMEN		UNIDADES PRODUCIDAS	C.U
	Tiempo (min)	S/.		
Armado	17,11	S/. 1,01	12	S/. 0,08
Remachado Tapa	15,16	S/. 0,91	12	S/. 0,08
Remachado Válvula	9,03	S/. 0,54	12	S/. 0,04
Cerrado	4,68	S/. 0,28	12	S/. 0,02
Etiquetado	3,18	S/. 0,19	12	S/. 0,02
Encajado	12,81	S/. 0,38	12	S/. 0,03
				<b>S/. 0,28</b>

**Fuente: Elaboración propia**

De las tablas anteriores se calcula que el costo variable unitario es de S/1.70 para el periodo de 2017.

**Tabla n°95: costo de los accesorios POS TEST**

ACCESORIO INTERNO DE LA TR-27				PROCESO				TOTAL		TOTAL DE UNIDADES OBTENIDAS	COSTO DE MATERIAL UNITARIO
				CORTE		PRENSADO					
				RESUMEN		RESUMEN					
CÓDIGO	NOMBRE	MATERIAL	PRECIO	Tiempo (min)	S/.	Tiempo (min)	S/.	Tiempo (min)	S/.		
T180-L	Tapa zincada	Plancha LAF, 0.80mm	S/. 60,00	19,54	S/. 4,25	152,66	S/. 19,48	172,20	S/. 96,23	435	S/. 0,359
T230-I	Plato	Plancha inox, 0.30mm	S/. 70,00	25,17	S/. 5,01	85,38	S/. 13,15	110,55	S/. 18,15	1008	S/. 0,087
J310-N	Jebe Tapa	Jebe NBR, 1.00mm	S/. 7,80	7,13	S/. 0,74	31,3	S/. 3,43	38,43	S/. 4,17	100	S/. 0,120
T430-I	Asiento	Plancha inox, 0.30mm	S/. 70,00	26,82	S/. 4,75	92,56	S/. 13,88	119,38	S/. 18,62	2701	S/. 0,033
T550-I	Dedal	Plancha inox, 0.50mm	S/. 98,00	30,59	S/. 5,14	139,84	S/. 21,56	170,43	S/. 26,71	4556	S/. 0,027
T640-I	Campana	Plancha inox, 0.40mm	S/. 84,00	30,7	S/. 5,36	93,46	S/. 13,99	124,16	S/. 19,35	2627	S/. 0,039
V145-I	Chapa	Plancha inox, 0.45mm	S/. 91,00	28,33	S/. 5,60	68,55	S/. 10,48	96,88	S/. 16,08	1104	S/. 0,097
V215-N	Jebe Válvula	Jebe NBR, 1.50mm	S/. 8,33	7,13	S/. 0,74	37,99	S/. 4,19	45,12	S/. 4,94	198	S/. 0,067
V350-I	Platillo	Plancha inox, 0.50mm	S/. 98,00	30,59	S/. 4,74	80,59	S/. 12,05	111,18	S/. 16,79	5565	S/. 0,021
											<b>S/. 0,850</b>

**Fuente: Elaboración propia**

**Tabla n°96: Costo de operaciones por unidad**

OPERACIONES	RESUMEN		UNIDADES PRODUCIDAS	C.U
	Tiempo (min)	S/.		
Armado	8,84	S/. 0,52	12	S/. 0,04
Remachado Tapa	4,01	S/. 0,66	12	S/. 0,06
Remachado Válvula	2,26	S/. 0,14	12	S/. 0,01
Cerrado	1,75	S/. 0,10	12	S/. 0,01
Etiquetado	1,78	S/. 0,11	12	S/. 0,01
Encajado	8,36	S/. 0,68	12	S/. 0,06
				<b>S/. 0,18</b>

**Fuente: Elaboración propia**

De las tablas anteriores se calcula que el costo variable unitario para el periodo de 2018 es de S/. 1.57

### **2.7.5. Análisis Económico Financiero**

En este análisis, se realizará la evaluación económica de las propuestas de mejora planteadas. Primero se identificarán y calcularán los costos y beneficios que se obtienen por la implementación de las mejoras para posteriormente calcular el ratio Costo-Beneficio.

Para la implementación del sistema kanban en la empresa Industria CROM S.R.L., se incurren en algunos como son:

**Tabla n°97: Gastos en recursos para la implementación del sistema kanban**

RECURSOS	CANTIDAD	UM	COSTO UNIT	COSTO TOTAL
Mesas de fierro	3	und	S/. 100.00	S/. 300.00
Cronometro	1	und	S/. 70.00	S/. 70.00
Cubetas 40L	10	und	S/. 25.00	S/. 250.00
Cubetas 20L	10	und	S/. 18.00	S/. 180.00
Bolsas flip 8x10	1	millar	S/. 40.00	S/. 40.00
Bolsas flip 5x6	1	millar	S/. 25.00	S/. 25.00
Cartillas	20	und	S/. 2.50	S/. 50.00
Pizarra	1	und	S/. 30.00	S/. 30.00
Materiales impresos	50	und	S/. 0.50	S/. 25.00
Lapiceros	10	und	S/. 0.50	S/. 5.00
<b>TOTAL</b>	<b>107</b>			<b>S/. 975.00</b>

**Fuente: Elaboración propia**

En la tabla n°97, se aprecia la inversión total realizada en los requerimientos de materiales, para la implementación de la mejora de procesos de S/.975.00.

Es importante tener en cuenta que por materiales impresos se entiende que son aquellos materiales que se usaron para la sensibilización.

A continuación, se realizará el análisis de la mano de obra:

**Tabla n°98: Horas hombre para la implementación del sistema kanban**

MANO DE OBRA	Capacitación	Implementación	Total horas	Costo/hora	Inversión
Prensista 1	5	15	20	S/. 4.50	S/. 90.00
Prensista2	5	15	20	S/. 4.00	S/. 80.00
Operario	5	15	20	S/. 3.50	S/. 70.00
Total inversión					S/. 240.00

**Fuente: Elaboración propia**

La tabla n°98, indica el total de la inversión en capacitación realizada para la implementación del sistema kanban es de S/. 240.00

Finalmente, se suman ambas cantidades y se obtiene la inversión total realizada para la implementación de la mejora de procesos:

**Tabla n°99: Inversión total realizada**

DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL
Recursos	S/. 975.00
Mano de obra	S/. 240.00
TOTAL	S/. 1,215.00

**Fuente: Elaboración propia**

En la tabla n°99, se aprecia que el total de la inversión es de S/1,215.00; este monto será empleado para mejorar la productividad en la empresa Industria CROM S.R.L.

### **2.7.5.1.- Análisis Costo-Beneficio**

Para determinar el ratio Costo-Beneficio de la Implementación del sistema kanban, se tiene en cuenta los siguientes datos:

**Tabla n°100: Analisis costo beneficio**

		2017		2018	
		NOVIEMBRE		MAYO	
UNIDADES		2250		2250	
Ventas	S/.	8,550.00	S/.	8,550.00	
C.V.	S/.	3,835.66	S/.	3,535.71	
Margen Contribución	S/.	4,714.34	S/.	5,014.29	
C.F.	S/.	565.83	S/.	565.83	
Gastos Administrativos	S/.	550.00	S/.	550.00	
CIF	S/.	287.17	S/.	307.17	
Depreciación	S/.	83.33	S/.	83.33	
UAI	S/.	3,228.00	S/.	3,507.95	
IR	S/.	32.28	S/.	35.08	
U. Neta	S/.	3,195.72	S/.	3,472.87	
B / C =		2.23		2.42	

**Fuente: Elaboración propia**

Se procede a realizar el análisis económico según a la venta promedio por mes.

Finalmente se calcula el ratio Costo-Beneficio para determinar la viabilidad del proyecto. Este ratio se halla al dividir el monto de la venta anual entre el costo de fabricación anual más el costo del proyecto; si el resultado es mayor a 1, entonces el proyecto es viable y si el resultado es menor a 1, entonces el proyecto debe ser rechazado.

$$\frac{B}{C} = 2.42$$

El resultado del análisis realizado es 2.42, mayor que 1, por tal motivo el proyecto es viable. Además, esto significa que por cada sol invertido en el proyecto, la ganancia será de 1.42 soles.

### **3. RESULTADOS**

### 3.1. Análisis descriptivo

En la presente investigación se realiza un análisis descriptivo a los resultados obtenidos antes y después de la implementación del kanban en la empresa Industria CROM S.R.L.

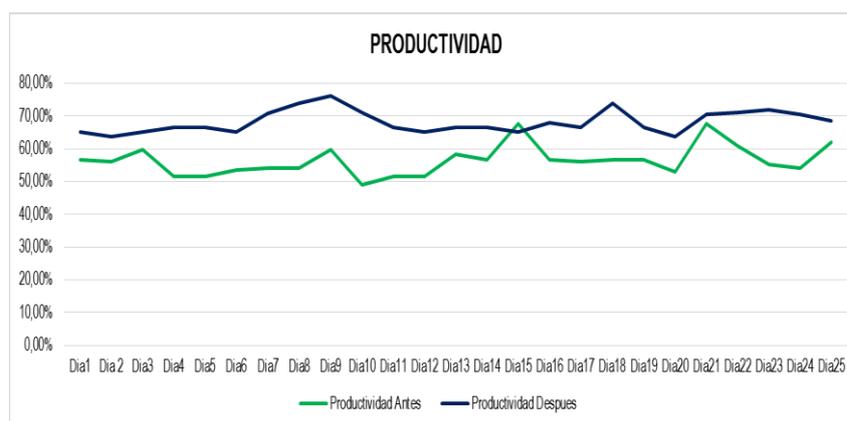
#### Variable dependiente: Productividad

**Tabla n°101: Productividad Antes y Después**

	Productividad Antes	Productividad Después
Dia1	56,73%	65,07%
Dia 2	56,00%	63,75%
Dia3	59,86%	65,07%
Dia4	51,57%	66,49%
Dia5	51,57%	66,40%
Dia6	53,55%	65,07%
Dia7	54,12%	70,69%
Dia8	54,10%	73,97%
Dia9	59,86%	76,13%
Dia10	49,09%	71,00%
Dia11	51,57%	66,40%
Dia12	51,57%	65,07%
Dia13	58,31%	66,40%
Dia14	56,73%	66,40%
Dia15	67,58%	65,07%
Dia16	56,73%	67,98%
Dia17	56,00%	66,40%
Dia18	56,73%	73,97%
Dia19	56,73%	66,40%
Dia20	52,89%	63,75%
Dia21	67,58%	70,49%
Dia22	60,75%	71,00%
Dia23	55,32%	71,88%
Dia24	54,12%	70,49%
Dia25	62,05%	68,49%

**Fuente: Elaboración propia**

**Grafico n°23: Productividad Antes y Después**



**Fuente: Elaboración propia**

### Indicador Eficacia

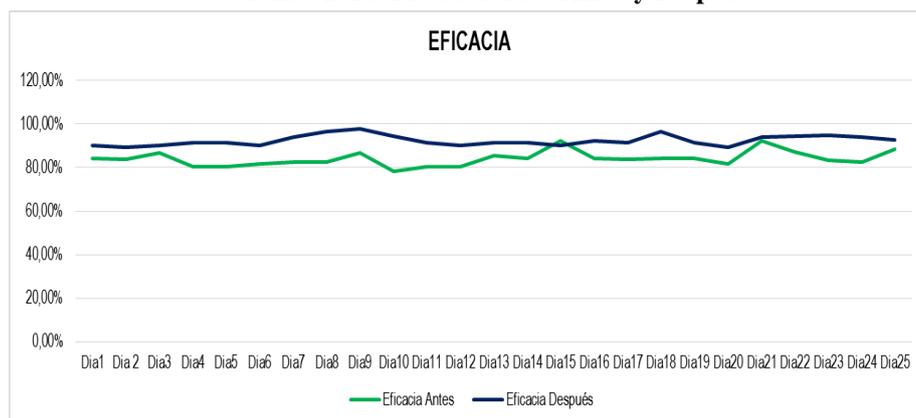
Luego del análisis de la productividad, de igual forma se continúa con el análisis del indicador Eficiencia para ver su comportamiento Antes y Después.

**Tabla n°102: Eficacia Antes y Después**

	Eficacia Antes	Eficacia Después
Dia1	84,31%	90,32%
Dia 2	83,81%	89,40%
Dia3	86,96%	90,32%
Dia4	80,39%	91,37%
Dia5	80,39%	91,24%
Dia6	81,82%	90,32%
Dia7	82,35%	94,06%
Dia8	82,41%	96,36%
Dia9	86,96%	97,70%
Dia10	78,43%	94,42%
Dia11	80,39%	91,24%
Dia12	80,39%	90,32%
Dia13	85,59%	91,24%
Dia14	84,31%	91,24%
Dia15	92,39%	90,32%
Dia16	84,31%	92,39%
Dia17	83,81%	91,24%
Dia18	84,31%	96,36%
Dia19	84,31%	91,24%
Dia20	81,48%	89,40%
Dia21	92,39%	94,01%
Dia22	87,25%	94,42%
Dia23	83,33%	94,93%
Dia24	82,35%	94,01%
Dia25	88,29%	92,73%

**Fuente: Elaboración propia**

**Gráfico n°24: Productividad Antes y Después**



**Fuente: Elaboración propia**

### Indicador Eficiencia

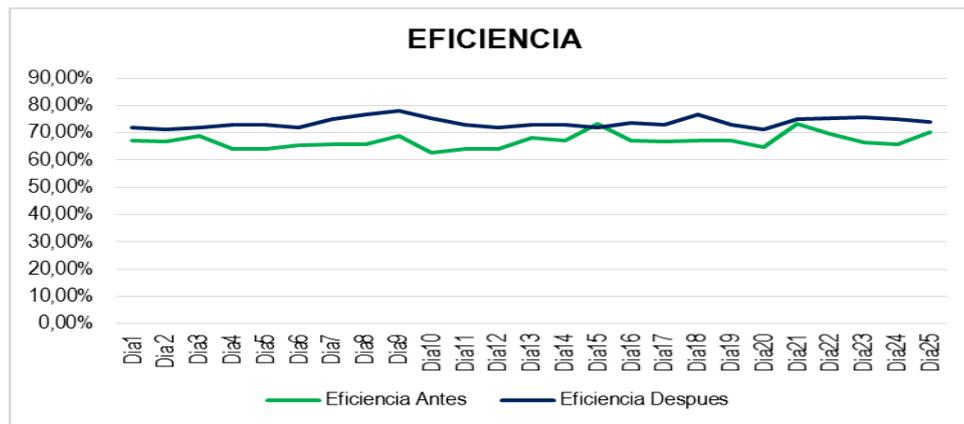
Del mismo modo, se continúa con el análisis del indicador Eficiencia para ver su comportamiento Antes y Después.

**Tabla n°103: Eficiencia Antes y Despues**

	Eficiencia Antes	Eficiencia Despues
Dia1	67,28%	72,04%
Dia2	66,82%	71,30%
Dia3	68,84%	72,04%
Dia4	64,15%	72,78%
Dia5	64,15%	72,78%
Dia6	65,45%	72,04%
Dia7	65,72%	75,15%
Dia8	65,65%	76,76%
Dia9	68,84%	77,92%
Dia10	62,59%	75,20%
Dia11	64,15%	72,78%
Dia12	64,15%	72,04%
Dia13	68,13%	72,78%
Dia14	67,28%	72,78%
Dia15	73,15%	72,04%
Dia16	67,28%	73,58%
Dia17	66,82%	72,78%
Dia18	67,28%	76,76%
Dia19	67,28%	72,78%
Dia20	64,91%	71,30%
Dia21	73,15%	74,98%
Dia22	69,63%	75,20%
Dia23	66,39%	75,72%
Dia24	65,72%	74,98%
Dia25	70,28%	73,86%

**Fuente: Elaboración propia**

**Gráfico n°25: Productividad Antes y Después**



**Fuente: Elaboración propia**

### 3.2. Análisis inferencial

Para realizar el análisis inferencial a la presente investigación, es necesario hacer un contraste de las hipótesis mediante estadígrafos de comparación de medias, para demostrar la mejora de los procesos. Para ello, primero es necesario efectuar un análisis de normalidad a la muestra, teniendo en cuenta lo siguiente:

#### Análisis de la hipótesis general

Ha: La implementación del sistema kanban mejora la productividad en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.

A fin de poder contrastar la hipótesis general, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las serie de la productividad Antes y Después tienen un comportamiento paramétrico. En vista que las series de ambos datos son menores o iguales a 30, a continuación se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si  $pvalor \leq 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico.

Si  $pvalor > 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico

**Tabla n°104: Pruebas de normalidad\_PRODUCTIVIDAD**

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad_Antes	,910	25	,030
Productividad_Después	,871	25	,005

**Fuente: Elaboración propia**

De la tabla n°105, se puede verificar que la significancia de la productividad Antes tiene un valor mayor a 0.05 y la productividad Después tiene un valor igual 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que tienen comportamientos paramétrico y no paramétrico, respectivamente.

**Tabla n°105: Criterio de selección del estadígrafo-PRODUCTIVIDAD**

ANTES	DESPUES	ESTADÍGRAFO
Paramétrico	Paramétrico	T STUDENT
Parametrico	No Paramétrico	WILCOXON
No Paramétrico	No Paramétrico	WILCOXON

Fuente: Elaboración propia

Dado que lo que se quiere es saber si la productividad ha mejorado, se procederá al análisis con el estadígrafo de Wilcoxon.

### Contrastación de la hipótesis general

Ho: La implementación del sistema kanban no mejora la productividad en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.

Ha: La implementación del sistema kanban mejora la productividad en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.

Regla de decisión:

$$H_o: \mu Pa \geq \mu Pd$$

$$H_a: \mu Pa < \mu Pd$$

**Tabla n°106: Resultados del analisis de wilcoxon-PRODUCTIVIDAD**

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Productividad_Antes	25	,5660	,04655	,49	,68
Productividad_Después	25	,6800	,03488	,64	,76

Fuente: Elaboración propia

De la tabla n°106, ha quedado demostrado que la media de la productividad Antes (0.5660) es menor que la media de la productividad Después (0.6800), por consiguiente según la regla de decisión no se cumple  $H_o: \mu Pa \geq \mu Pd$ ; es así que, se rechaza la hipótesis nula de que la

implementación del sistema kanban no mejora la productividad, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la implementación del sistema kanban mejora la productividad en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, se procede al análisis mediante el pvalor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas productividades.

Regla de decisión:

Si  $pvalor \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $pvalor > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

**Tabla n°107: análisis de la significancia de los resultados de wilcoxon-PRODUCTIVIDAD**

Estadísticos de contraste <sup>a</sup>	
	Productividad_Después - Productividad_Antes
Z	-4,322 <sup>b</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos negativos.

**Fuente: Elaboración propia**

De la tabla n°107, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la productividad Antes y Después es de 0.000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la implementación del sistema kanban mejora la productividad en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.

### **Análisis de la primera hipótesis específica**

Ha: La implementación del sistema kanban mejora la eficacia en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.

A fin de poder contrastar la primera hipótesis específica, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las serie de la eficacia Antes y Después tienen un comportamiento paramétrico. En vista que las series de ambos datos son menores o iguales

a 30, a continuación se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico.

Si  $p\text{valor} > 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico.

**Tabla n°108: Pruebas de normalidad-EFICACIA**

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia_Antes	,929	25	,082
Eficacia_Después	,906	25	,024

a. Corrección de la significación de Lilliefors

**Fuente: Elaboración propia**

De la tabla n°109, se puede verificar que la significancia de las eficacias Antes y Después, tienen valores mayores a 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que tienen comportamientos paramétricos.

**Tabla n°109: Criterio de Selección del Estadígrafo-EFICACIA**

ANTES	DESPUES	ESTADÍGRAFO
Paramétrico	Paramétrico	T STUDENT
Parametrico	No Paramétrico	WILCOXON
No Paramétrico	No Paramétrico	WILCOXON

**Fuente: Elaboración propia**

Dado que lo que se quiere es saber si la eficacia ha mejorado, se procederá al análisis con el estadígrafo de T-Student.

Contrastación de la primera hipótesis específica

Ho: La implementación del sistema kanban no mejora la eficacia en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.

Ha: La implementación del sistema kanban mejora la eficacia en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

**Tabla n°110: Resultados del análisis de T-Student-EFICACIA**

Estadísticos de muestras relacionadas				
	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Eficacia_Antes	,8388	25	,03539	,00708
Eficacia_Despues	,9220	25	,02432	,00486

**Fuente: Elaboración propia**

De la tabla n°110, ha quedado demostrado que la media de la eficiencia Antes (0.8388) es menor que la media de la eficacia Después (0.9220), por consiguiente según la regla de decisión no se cumple  $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$ ; es así que, se rechaza la hipótesis nula de que la implementación del sistema kanban no mejora la eficacia, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la implementación del sistema kanban mejora la eficacia en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, se procede al análisis mediante el p valor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de T-Student a ambas eficiencias.

Regla de decisión:

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p_{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

**Tabla n°111: Análisis de la significancia de los resultados de T-Student- EFICACIA**

Prueba de muestras relacionadas								
	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Eficacia_Antes - Eficacia_Despues	-,08320	,04069	,00814	-,10000	-,06640	-10,223	24	,000

**Fuente: Elaboración propia**

Asimismo, la Tabla n°112 muestra la prueba de T-Student de las muestras relacionadas, queda demostrado que el valor de la significancia es de 0.000, siendo este menor que 0.05, por consiguiente se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna que la implementación del sistema kanban mejora la eficacia en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.

### **Análisis de la segunda hipótesis específica**

Ha: La implementación del sistema kanban mejora la eficiencia en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.

A fin de poder contrastar la hipótesis general, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las serie de la eficacia Antes y Después tienen un comportamiento paramétrico. En vista que las series de ambos datos son menores o iguales a 30, a continuación se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico.

Si  $p_{valor} > 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico.

**Tabla n°112: Pruebas de normalidad-EFICIENCIA**

<b>Pruebas de normalidad</b>			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia_Antes	,919	25	,048
Eficiencia_Despues	,904	25	,022

a. Corrección de la significación de Lilliefors

**Fuente: Elaboración propia**

De la tabla n°112, se puede verificar que la significancia de la eficiencia Antes y Después son mayores que 0.05 por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que tienen comportamientos paramétricos.

**Tabla n°113: Criterio de Selección del Estadígrafo-EFICIENCIA**

ANTES	DESPUES	ESTADÍGRAFO
Paramétrico	Paramétrico	T STUDENT
Parametrico	No Paramétrico	WILCOXON
No Paramétrico	No Paramétrico	WILCOXON

Fuente: Elaboración propia

Dado que lo que se quiere es saber si la eficiencia ha mejorado, se procederá al análisis con el estadígrafo de Tstudent.

Contrastación de la hipótesis general

Ho: La implementación del sistema kanban no mejora la eficiencia en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.

Ha: La implementación del sistema kanban mejora la eficiencia en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

**Tabla n°114: Resultados del análisis de Wilcoxon-EFICIENCIA**

Estadísticos de muestras relacionadas				
	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1 Eficiencia_Antes	,6696	25	,02606	,00521
Eficiencia_Después	,7370	25	,01853	,00371

Fuente: Elaboración propia

De la tabla n°115, ha quedado demostrado que la media de la eficacia Antes (0.6696) es menor que la media de la eficacia Después (0.7370), por consiguiente según la regla de decisión no se cumple  $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$ ; es así que, se rechaza la hipótesis nula de que la implementación del sistema kanban no mejora la eficiencia, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la implementación del sistema

kanban mejora la eficiencia en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, se procede al análisis mediante el pvalor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Tstudente de a ambas eficiencias.

Regla de decisión:

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p\text{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

**Tabla n°115: Análisis de la significancia de los resultados de Wilcoxon-EFICIENCIA**

Prueba de muestras relacionadas								
	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Eficiencia_Antes - Eficiencia_Despues	-,06736	,03004	,00601	-,07976	-,05496	-11,212	24	,000

**Fuente: Elaboración propia**

De la tabla n°115, se puede verificar que la significancia de la prueba de T-student, aplicada a la eficiencia Antes y Después es de 0.000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la implementación del sistema kanban mejora la eficiencia en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.

## **4. DISCUSIÓN**

En la investigación que se realizó, quedó demostrado que la implementación del sistema kanban mejora la productividad, en el área de producción de Tapas para Radiador modelo TR-27 de la empresa Industria CROM S.R.L, mediante el cual se ha podido observar mejoras en cuanto a la eficiencia y eficacia.

La productividad en el área de producción de Tapas para radiador modelo TR.27, se ha obtenido una mejora de 12 % en promedio, a consecuencia de la aplicación del Sistema kanban. Esta mejora obtenida es similar a lo obtenido por Checa et al. (2014) que, en su investigación, considera en los trabajos previos de la presente investigación, determino que, gracias a la implementación de un nuevo proceso productivo, pudo incrementar su productividad en un 58.04% de la empresa Confecciones Sol.

La eficacia en el área de producción de Tapas para radiador modelo TR.27, se ha mejorado en un 8.31 % en promedio, a consecuencia de la implementación del sistema kanban. Esta mejora obtenida también se ve reflejado por Arana (2014), que en la investigación que realizo, considerada en los trabajos previos de la presente investigación, determino que, gracias a la mejora de procesos, pudo incrementar la eficacia en un 31 % en una empresa de producción de carteras.

La eficiencia en el área de producción de Tapas para radiador modelo TR.27, se ha mejorado en un 6.70 % en promedio, a consecuencia de la implementación del sistema kanban. Esta mejora obtenida también se ve reflejado por Paredes (2017), que en la investigación que realizo, considerada en los trabajos previos de la presente investigación, determino que, gracias a la implementación de herramientas del lean manufacturing, pudo incrementar la eficacia en un 29.60 % en una empresa de producción de carteles publicitarios.

## **5. CONCLUSIONES**

Para determinar la implementación del sistema kanban para mejorar la productividad del área de producción de Tapas para radiador modelo TR-27 de la empresa Industria CROM S, R, L., se tuvo que consultar a diversas autoras referentes a nuestro tema de investigación. Es por ello que se determinó que nuestras dimensiones sean, Inexactitud de inventario, que tiene un indicador que nos permitirá conocer la diferencia de unidades mediante un control de inventario básico y la dimensión de productos defectuosos ya que se enfocaban de manera más directa en los problemas principales encontrados en la empresa.

La productividad inicial encontrada en el área de producción de Tapas para radiador modelo TR-27, fue de un 56.50% en promedio de los meses de Agosto, Setiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre, el cual luego de la implementación del sistema kanban enfocándonos a la mejora de la eficacia y eficiencia se pudo mejorar a un promedio de 70%, en los meses de Abril y Mayo.

La eficacia inicial encontrada en el área de producción de Tapas para radiador modelo TR-27, fue de un 84% en promedio de los meses de Agosto, Setiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre, el cual luego de la implementación del sistema kanban enfocándonos a la mejora de la eficacia y eficiencia se pudo mejorar a un promedio de 93%, en los meses de Abril y Mayo.

La eficiencia inicial encontrada en el área de producción de Tapas para radiador modelo TR-27, fue de un 67% en promedio de los meses de Agosto, Setiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre, el cual luego de la implementación del sistema kanban enfocándonos a la mejora de la eficacia y eficiencia se pudo mejorar a un promedio de 75%, en los meses de Abril y Mayo.

## **RECOMENDACIONES**

En primer lugar, seguir con la obtención de datos y comparación de resultados obtenidos mediante los indicadores de eficiencia y eficacia, porque todo lo que se mide, se puede mejorar. El indicador de productividad obtenido en el mes de Abril y Mayo aun no demuestra el verdadero impacto de la implementación del sistema kanban, ya que los trabajadores aún están en aprendizaje de los nuevos métodos de trabajo, es por ello que el crecimiento es solo de un 12.50%. Además, se recomienda que se mejoren los procesos se debe aplicar en todos los procesos de producción.

Referente, a la eficacia se recomienda implementar un programa de incentivos al personal para motivarlos a que cumplan con el objetivo planteado con respecto a las unidades planeadas, porque gracias a la mejora de procesos se aumentara más la producción de Tapas para radiador modelo TR-27.

En seguida, con respecto a la eficiencia se recomienda seguir Aplicando la mejora de procesos y tiempo estándar, porque se debe aprovechar al máximo los recursos de tiempo, reduciendo las horas máquina parada gracias al plan de mantenimiento.

## 6. REFERENCIAS

- BENITES López, Erick. Gestión de outsourcing logístico para almacén de productos farmacéuticos. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2004. 87 pp.
- MARTÍN Vásquez, Javier. Indicadores de evaluación de la implementación del lean manufacturing en la industria. Tesis (Magister en Logística). Valladolid: Universidad de Valladolid, 2013. 110 pp.
- REFULIO, Ronald y RODRIGUEZ, Diana. Propuesta de un modelo de control y gestión de existencias en una empresa de telecomunicaciones usando como herramienta de soporte los módulos MM-WM del sistema SAP R/3. Tesis (Ingeniero Industrial).Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2011. 156 pp.
- MORA García, Luis. Indicadores de la gestión logística KPI “Los indicadores claves del desempeño logístico”. [en línea].- [fecha de consulta: 10 de abril de 2018]. Disponible en: [http://www.fesc.edu.co/portal/archivos/e\\_libros/logistica/ind\\_logistica.pdf](http://www.fesc.edu.co/portal/archivos/e_libros/logistica/ind_logistica.pdf)
- ASTOCAZA, Reyna y VIGO, Fiorella. Análisis y mejora de procesos de una línea procesadora de bizcochos empleando manufactura esbelta. Tesis (Ingeniera Industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013. 102 pp.
- CORREDOR, Ivonne. Sin identificación de los 7 desperdicios no hay lean. Tesis (Maestro en Ingeniería). México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, 2015. 76 pp.
- LA MANUFACTURA ESBELTA [en línea]. Cuautitlán Izcalli: Felipe, Díaz del Castillo Rodríguez. (2009). [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2017]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/damaya1701/manufactura-esbelta-17996254>
- CHAVEZ Pino, Christian. Propuesta de implementación de la herramienta de manufactura esbelta kanban en la línea de ensamblaje de baldes para la empresa ensambladora de vehículos MARESA. Tesis (Ingeniero Industrial). Quito: Universidad Central de Ecuador, 2015. 261 pp.
- OBANDO, Sebastián y OTERO, Andrés. Propuesta integral de mejora de la productividad a partir de un análisis sistemático en una empresa manufacturera de calzado

en Cali. Tesis (Ingeniero Industrial). Cali: Pontificia Universidad Javeriana Cali, 2017. 158 pp.

- GARCIA Monterroso, Cesar. Diseño del sistema kanban para la administración de inventarios, en la industria de productos de consumo masivo para el ciudad del hogar (jabón) en Guatemala. Tesis (Maestría en Administración Financiera). Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala, 2014. 88 pp.

- LOPEZ Aguirre, Juan. Incremento de productividad en COPAMEX CORRUGADOS MEXICO S.A. DE C.V. utilizando en la manufactura esbelta. Tesis (Magister en Ingeniería Industrial). México: Instituto Politécnico Nacional, 2017. 106 pp.

- MARQUEZ Orozco, Saúl. Propuesta de mejora de la productividad del trabajo en el taller de mecanizado de la empresa Poligrup S.A. Tesis (Ingeniero Industrial). Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana., 2016. 68 pp.

- ADAUTO Aguilar, Yessenia. Análisis y rediseño del método de trabajo para el incremento de la productividad en el proceso de mantenimiento de pallets de una planta industrial. Tesis (Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2015. 169 pp.

- ARANA Ramírez, Luis. Mejora de productividad en el área de producción de carteras en una empresa de accesorios de vestir y artículos de viaje. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad de San Martin de Porres, 2014. 266 pp.

- CHECA Loayza, Pool. Propuesta de mejora en el proceso productivo de la línea de confección de polo para incrementar la productividad de la empresa SOL. Tesis (Ingeniero Industrial). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2014. 279 pp.

- BALUIS Flores, Carlos. Optimización de procesos en la fabricación de termas eléctricas utilizando herramientas de lean manufacturing. Tesis (Ingeniero Industrial). Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013. 103 pp.

- PAREDES De la Cruz, Axel. Aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de producción de Tótems para publicidad de carros de la empresa Trazos y Estilos S.A., S.J.M, 2017. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017. 359 pp.

- CORDOVA Rojas, Frank. Mejoras en el proceso de fabricación de spools en una empresa metalmeccánica usando la manufactura esbelta. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2012. 118 pp.
- ADAUTO Aguilar, Yessenia. Análisis y rediseño del método de trabajo para el incremento de la productividad en el proceso de mantenimiento de pallets de una planta industrial. Tesis (Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2015. 169 pp.
- ARANA Ramírez, Luis. Mejora de productividad en el área de producción de carteras en una empresa de accesorios de vestir y artículos de viaje. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad de San Martín de Porres. 2014. 266 pp.
- ARANGO Martín, CAMPUZANO Luis y ZAPATA Julián. Mejoramiento de proceso de manufactura utilizando kanban. Revista Ingenierías Universidad Medellín, 14 (27):221-234, 2015.

ISSN: 1692-3324

- ARCE Lazo, Irwin. Propuesta para la implementación de las estrategia de manufactura kanban en el área de calandria en zeta de la empresa continental TIRE ANDINA S.A. Tesis (Ingeniero Industrial). Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. 2014. 119 pp.
- ARNIBAR Gamarra, Marco. Aplicación del lean manufacturing para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2016. 63 pp.
- BALUIS Flores, Carlos. Optimización de procesos en la fabricación de termas eléctricas utilizando herramientas de lean manufacturing. Tesis (Ingeniero Industrial). Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013. 103 pp.
- BERNAL, César. Metodología de la investigación. 3° ed. Colombia: Pearson Education, 2010. 320pp.

ISBN: 9789586991285

- BOLETIN ética y valores. (Marzo, 2008). Comisión de ética y transparencia institucional.

Disponible

en:

<https://www.petroperu.com.pe/transparencia/archivos/BOLETINMARZO2008.pdf>

- CAMPUZANO Zapata, Luis. Diseño de una metodología de optimización para la implementación de la técnica kanban un caso aplicado a la industria de fabricación de transformadores de distribución. Tesis (Magister en Ingeniería Administrativa). Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2010. 88 pp.
- CLASIFICACION de la investigación. en línea. Colombia: Marín, Alba, (7 de marzo de 2008). Fecha de consulta: 30 de setiembre de 2017. Recuperado de: <https://metinvestigacion.wordpress.com/>
- CARRASCO, S. (2012). Metodología de la investigación científica: Pautas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación. Lima: San Marcos.
- CHECA Loayza, Pool. Propuesta de mejora en el proceso productivo de la línea de confección de polo para incrementar la productividad de la empresa SOL. Tesis (Ingeniero Industrial). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2014. 279 pp.
- CONTROL y manejo de inventarios. [en línea]. Anzoátegui. FIAEP.2014. Fecha de consulta: 24 de setiembre de 2017. Disponible en: <http://fiaep.org/inventario/controlymanejodeinventarios.pdf>
- CORREDOR Gutiérrez, Ivonne. Sin identificación de los 7 desperdicios no hay lean. Tesis (Magister en Ingeniería).México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México. 2015. 76 pp.
- CURILLO Curillo, Miriam. Análisis y propuesta de mejoramiento de la productividad de la fábrica artesanal de hornos industriales FACOPA. Tesis (Ingeniero Comercial). Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. 2014. 189pp.
- DELGADO Godina, Jorge. Propuesta de mejora en el proceso de fundición de acero de una microempresa familiar para incrementar su productividad reduciendo los 7 desperdicios utilizando lean manufacturing. Tesis (Magister en Ingeniera). México D.F: Universidad Nacional de Autónoma de México. (2015). 101 pp.
- GOMEZ, Marcelo. Introducción a la metodología de la investigación científica. Argentina: Editorial Brujas. 2006. 189 pp.

ISBN: 987-591-026-0

- GUTIERREZ, Humberto. Calidad total y productiva. 3 ed. Mexico: McGraw-Hill. 2010. 383 pp.

ISBN: 978-607-15-0315-2

INDICADORES de efectividad y eficacia. [en línea]. Colombia. Mejía, Carlos., (10 de octubre de 1998). Fecha de consulta: 25 de setiembre de 2017.

Recuperado de: [http://www.planning.com.co/bd/valor\\_agregado/Octubre1998.pdf](http://www.planning.com.co/bd/valor_agregado/Octubre1998.pdf)

- LOS 7 mudas: ¿Sabes cuáles son los 7 desperdicios de las empresas? [en línea]. Barcelona. Menéndez Gregorio., (13 de febrero de 2014). Fecha de consulta: 24 de setiembre de 2017.

Disponible en: <http://prevenblog.com/las-7-mudas/>

- OROZCO Cardozo, Eduard. Plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa confecciones deportivas todo sport. Tesis (Ingeniero Industrial). Chiclayo: Universidad Señor de Sipán, 2015. 202 pp.
- PARRA Ortega, Oscar. sistemas de producción tipo kanban. Tesis (Magister en Ingeniería Industrial). Colombia.: Politécnico Grancolombiano. 2015. 12 pp.
- PEÑAFLORES Zurita, Alejandro. Manual de apoyo para la capacitación en lean manufacturing. Tesis (Ingeniero Industrial). México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México. 2012. 99 pp.
- PEREZ Monte de Oca, Ismael. Proyecto para incrementa la productividad con el diseño de célula de manufactura en el área de condensadores en una empresa metalmecánica. Tesis (Magister en ingeniería industrial). México D.F.: Instituto politécnico nacional. 2008. 143 pp.
- PINTO de los Ríos, Juan. Implementación del método kanban en las empresas constructoras pequeñas y medianas en la ejecución de un proyecto en Colombia. Tesis (Master en planificación y gestión en ingeniería civil). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. 2015. 205 pp.

- PROKOPENKO, Joseph. La gestión de la productividad. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo, 1989. 333pp.

ISBN: 9223059011

- RAMOS Gonzales, José. Optimización de operaciones en la línea de producción para incrementar la productividad y disminuir el desperdicio. Tesis (Magister en ciencias de la administración). Monterrey: Universidad Autónoma de Nuevo León. 2001. 98 pp.
- ROS Hernández, Sergio. Herramientas para optimizar la producción en una empresa productora de componentes del automóvil. Tesis (Ingeniero en Organización Industrial). Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena. 2008. 183 pp.
- SANDOVAL Gerardo y VIDAL Luis. Implantación del método kanban en una industria textil. Tesis (Ingeniero Industrial). Juárez: Universidad Autónoma de ciudad de Juárez. 2006. 24 pp.
- TEORIA sobre el mejoramiento continuo-Kanban. [en línea]. Barranquilla. Soto, C., (8 de marzo de 2017). [Fecha de consulta: 05 de setiembre de 2017].

Recuperado de: <http://cadenadesuministrososotomolina.blogspot.pe/>

- TESIS de investigación. [en línea]. Venezuela: Franco, Y, (31 de mayo de 2011). Fecha de consulta: 30 de setiembre de 2017.

Recuperado de:

<http://tesisdeinvestig.blogspot.pe/2011/05/tipos-de-investigacion.html>

- TIPOS de inventarios. [en línea]. Oaxaca. Vásquez Guadalupe. (Noviembre, 2011) Fecha de consulta: 23 de Setiembre de 2017.

Disponible en:

<https://es.slideshare.net/lupithavzgz/tipos-de-inventarios-10272562>

## **ANEXOS**

# ANEXO 1

feedback studio Jorge Luis Marquez Cruz | TESIS KANBAN PROD -- /0 ?

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA KANBAN PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE TAPAS PARA RADIADOR MODELO TR-27 EN LA EMPRESA INDUSTRIA CROM S.R.L., LOS OLIVOS, 2017"

20 TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:  
JORGE LUIS MARQUEZ CRUZ

ASESOR:  
MGTR. EGUSQUIZA RODRÍGUEZ, MARGARITA JESÚS

Resumen de coincidencias X

16 %

1	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	2 %	>
2	es.scribd.com Fuente de Internet	1 %	>
3	prezi.com Fuente de Internet	1 %	>
4	www.slideshare.net Fuente de Internet	1 %	>
5	cybertesis.unmsm.edu... Fuente de Internet	1 %	>
6	bdigital.uao.edu.co Fuente de Internet	1 %	>
7	documents.mx Fuente de Internet	1 %	>

Ficha del turnitin

## ANEXO 2

Planteamiento del problema	Hipotesis	Objetivo
¿De qué manera la implementación del sistema Kanban mejora la productividad en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.?	La implementación del sistema kanban mejora la productividad en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.	Determinar como la implementación sistema Kanban mejora la productividad en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.
¿De qué manera la implementación del sistema kanban mejora la eficacia en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.?	La implementación del sistema kanban mejora la eficacia en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.	Establecer como la implementación del sistema kanban mejora la eficacia en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.
¿De qué manera la implementación del sistema kanban mejora la eficiencia en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.?	La implementación del sistema kanban mejora la eficiencia en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.	Establecer como la implementación del sistema kanban mejora la eficiencia en el área de producción de tapas para radiador modelo TR-27 en la empresa Industria CROM S.R.L.

Matriz de consistencia

ANEXO 3

 <b>Industria CROM S.R.L.</b>						
Empresa:	Industria CROM S.R.L.			Método:	PRE-TEST	POST-TEST
Elaborado por:	Jorge Luis, Marquez Cruz			Proceso:	Tapa para radiador (TR-27)	
INDICADOR	DESCRIPCIÓN		TÉCNICA	INSTRUMENTO	FÓRMULA	
EFICACIA	De acuerdo a las cantidades producidas y estimadas		Observación	Cronómetro / Ficha de registro	$Eficacia = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades planeadas}} \times 100\%$	
EFICIENCIA	De acuerdo a los tiempos útiles y a los tiempos totales		Observación	Cronómetro / Ficha de registro	$Eficiencia = \frac{T \text{ Útil}}{T \text{ Otorgado}} \times 100\%$	
PRODUCTIVIDAD	Productividad inicial o final		Observación	Cronómetro / Ficha de registro	$Productividad = Eficacia \times Eficiencia$	
EFICACIA PRE-TEST	EFICACIA POST-TEST	EFICIENCIA PRE-TEST	EFICIENCIA POST-TEST	PRODUCTIVIDAD PRE-TEST	PRODUCTIVIDAD POST-TEST	
84%	90%	67%	72%	56%	65%	
83%	90%	66%	72%	55%	65%	
86%	90%	68%	72%	58%	65%	
80%	90%	64%	72%	51%	65%	
80%	90%	64%	72%	51%	65%	
81%	90%	65%	72%	53%	65%	
82%	90%	65%	72%	53%	65%	
86%	90%	65%	72%	56%	65%	
78%	90%	68%	72%	53%	65%	
80%	90%	62%	72%	50%	65%	
80%	90%	64%	72%	51%	65%	
85%	90%	64%	72%	54%	65%	
84%	90%	68%	72%	57%	65%	
92%	90%	67%	72%	62%	65%	
84%	90%	73%	72%	61%	65%	
83%	90%	67%	72%	56%	65%	
84%	90%	66%	72%	55%	65%	
83%	90%	67%	72%	56%	65%	
84%	90%	67%	72%	56%	65%	
84%	90%	64%	72%	54%	65%	
81%	90%	73%	72%	59%	65%	
92%	90%	69%	72%	63%	65%	
87%	90%	66%	72%	57%	65%	
83%	90%	65%	72%	54%	65%	
82%	90%	65%	72%	53%	65%	
88%	90%	70%	72%	62%	65%	

Comparación Pre-test vs Post-test

ANEXO 4

 <b>Industria CROM S.R.L.</b>			ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD - INDUSTRIA CROM S.R.L.				
Empresa:	Industria CROM S.R.L.		Método:	PRE-TEST		POST-TEST	
Elaborado por:	Jorge Luis, Marquez Cruz		Proceso:	Tapa para radiador (TR-27)			
INDICADOR	DESCRIPCIÓN		TÉCNICA	INSTRUMENTO		FÓRMULA	
EFICACIA	De acuerdo a las cantidades producidas y estimadas		Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Eficacia = \frac{Unidades\ producidas}{Unidades\ planeadas} \times 100\%$	
EFICIENCIA	De acuerdo a los tiempos útiles y a los tiempos totales		Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Eficiencia = \frac{r\ \acute{u}til}{r\ otorgado} \times 100\%$	
PRODUCTIVIDAD	Productividad inicial o final		Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Productividad = Eficacia \times Eficiencia$	
FECHA	UNIDADES PLANEADAS	UNIDADES PRODUCIDAS	TIEMPO OTORGADO (min)	TIEMPO ÚTIL (min)	EFICACIA	EFICIENCIA	PRODUCTIVIDAD
02-may-18	217	196	660.00	475.46	90.32%	72.04%	65.07%
03-may-18	217	194	660.00	470.61	89.40%	71.30%	63.75%
04-may-18	217	196	660.00	475.46	90.32%	72.04%	65.07%
05-may-18	197	180	600.00	436.65	91.37%	72.78%	66.49%
07-may-18	217	198	660.00	480.32	91.24%	72.78%	66.40%
08-may-18	217	196	660.00	475.46	90.32%	72.04%	65.07%
09-may-18	219	206	665.00	499.72	94.06%	75.15%	70.69%
10-may-18	220	212	670.00	514.28	96.36%	76.76%	73.97%
11-may-18	217	212	660.00	514.28	97.70%	77.92%	76.13%
12-may-18	197	186	600.00	451.21	94.42%	75.20%	71.00%
14-may-18	217	198	660.00	480.32	91.24%	72.78%	66.40%
15-may-18	217	196	660.00	475.46	90.32%	72.04%	65.07%
16-may-18	217	198	660.00	480.32	91.24%	72.78%	66.40%
17-may-18	217	198	660.00	480.32	91.24%	72.78%	66.40%
18-may-18	217	196	660.00	475.46	90.32%	72.04%	65.07%
19-may-18	197	182	600.00	441.50	92.39%	73.58%	67.98%
21-may-18	217	198	660.00	480.32	91.24%	72.78%	66.40%
22-may-18	220	212	670.00	514.28	96.36%	76.76%	73.97%
23-may-18	217	198	660.00	480.32	91.24%	72.78%	66.40%
24-may-18	217	194	660.00	470.61	89.40%	71.30%	63.75%
25-may-18	217	204	660.00	494.87	94.01%	74.98%	70.49%
26-may-18	197	186	600.00	451.21	94.42%	75.20%	71.00%
28-may-18	217	206	660.00	499.72	94.93%	75.72%	71.88%
29-may-18	217	204	660.00	494.87	94.01%	74.98%	70.49%
30-may-18	220	204	670.00	494.87	92.73%	73.86%	68.49%
31-may-18	217	204	660.00	494.87	94.01%	74.98%	70.49%
<b>TOTAL</b>	5573	5154	16955	12502.75	92.49%	73.74%	<b>68.24%</b>

Post-test mayo

ANEXO 5

 <b>Industria CROM S.R.L.</b>			ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD - INDUSTRIA CROM S.R.L.				
Empresa:	Industria CROM S.R.L.			Método:	PRE-TEST	POST-TEST	
Elaborado por:	Jorge Luis, Marquez Cruz			Proceso:	Tapa para radiador (TR-27)		
INDICADOR	DESCRIPCIÓN		TÉCNICA	INSTRUMENTO		FÓRMULA	
EFICACIA	De acuerdo a las cantidades producidas y estimadas		Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Eficacia = \frac{Unidades\ producidas}{Unidades\ planeadas} \times 100\%$	
EFICIENCIA	De acuerdo a los tiempos útiles y a los tiempos totales		Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Eficiencia = \frac{T\ útil}{T\ Otorgado} \times 100\%$	
PRODUCTIVIDAD	Productividad inicial o final		Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Productividad = Eficacia \times Eficiencia$	
FECHA	UNIDADES PLANEADAS	UNIDADES PRODUCIDAS	TIEMPO OTORGADO (min)	TIEMPO ÚTIL (min)	EFICACIA	EFICIENCIA	PRODUCTIVIDAD
02-abr-18	217	198	660.00	480.32	91.24%	72.78%	66.40%
03-abr-18	217	201	660.00	487.59	92.63%	73.88%	68.43%
04-abr-18	217	200	660.00	485.17	92.17%	73.51%	67.75%
05-abr-18	217	205	660.00	497.30	94.47%	75.35%	71.18%
06-abr-18	217	205	660.00	497.30	94.47%	75.35%	71.18%
07-abr-18	197	185	600.00	448.78	93.91%	74.80%	70.24%
09-abr-18	217	198	660.00	480.32	91.24%	72.78%	66.40%
10-abr-18	217	200	660.00	485.17	92.17%	73.51%	67.75%
11-abr-18	217	196	660.00	475.46	90.32%	72.04%	65.07%
12-abr-18	217	196	660.00	475.46	90.32%	72.04%	65.07%
13-abr-18	217	198	660.00	480.32	91.24%	72.78%	66.40%
14-abr-18	197	184	600.00	446.35	93.40%	74.39%	69.48%
16-abr-18	217	200	660.00	485.17	92.17%	73.51%	67.75%
17-abr-18	219	205	665.00	497.30	93.61%	74.78%	70.00%
18-abr-18	217	200	660.00	485.17	92.17%	73.51%	67.75%
19-abr-18	217	198	660.00	480.32	91.24%	72.78%	66.40%
20-abr-18	217	198	660.00	480.32	91.24%	72.78%	66.40%
21-abr-18	197	184	600.00	446.35	93.40%	74.39%	69.48%
23-abr-18	217	196	660.00	475.46	90.32%	72.04%	65.07%
24-abr-18	219	201	665.00	487.59	91.78%	73.32%	67.30%
25-abr-18	217	200	660.00	485.17	92.17%	73.51%	67.75%
26-abr-18	217	196	660.00	475.46	90.32%	72.04%	65.07%
27-abr-18	217	198	660.00	480.32	91.24%	72.78%	66.40%
28-abr-18	197	186	600.00	451.21	94.42%	75.20%	71.00%
30-abr-18	219	204	665.00	494.87	93.15%	74.42%	69.32%
<b>TOTAL</b>	5351	4932	16275	11964.21	92.19%	73.53%	<b>67.80%</b>

Post-test abril

ANEXO 6

 <b>Industria CROM S.R.L.</b>			ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD - INDUSTRIA CROM S.R.L.				
<b>Empresa:</b>	Industria CROM S.R.L.			<b>Método:</b>	PRE-TEST	POST-TEST	
<b>Elaborado por:</b>	Jorge Luis, Marquez Cruz			<b>Proceso:</b>	Tapa para radiador (TR-27)		
INDICADOR	DESCRIPCIÓN		TÉCNICA	INSTRUMENTO		FÓRMULA	
EFICACIA	De acuerdo a las cantidades producidas y estimadas		Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Eficacia = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades planeadas}} \times 100\%$	
EFICIENCIA	De acuerdo a los tiempos útiles y a los tiempos totales		Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Eficiencia = \frac{T \text{ Útil}}{T \text{ Otorgado}} \times 100\%$	
PRODUCTIVIDAD	Productividad inicial o final		Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Productividad = Eficacia \times Eficiencia$	
FECHA	UNIDADES PLANEADAS	UNIDADES PRODUCIDAS	TIEMPO OTORGADO (min)	TIEMPO ÚTIL (min)	EFICACIA	EFICIENCIA	PRODUCTIVIDAD
01-dic-17	102	86	660.00	444.05	84.31%	67.28%	56.73%
02-dic-17	92	66	600.00	340.78	71.74%	56.80%	40.75%
04-dic-17	102	72	660.00	371.76	70.59%	56.33%	39.76%
05-dic-17	111	92	720.00	475.03	82.88%	65.98%	54.68%
06-dic-17	102	84	660.00	433.72	82.35%	65.72%	54.12%
07-dic-17	103	86	670.00	444.05	83.50%	66.28%	55.34%
08-dic-17	96	84	620.00	433.72	87.50%	69.95%	61.21%
09-dic-17	92	80	600.00	413.07	86.96%	68.84%	59.86%
11-dic-17	102	94	660.00	485.35	92.16%	73.54%	67.77%
12-dic-17	102	92	660.00	475.03	90.20%	71.97%	64.92%
13-dic-17	105	95	680.00	490.52	90.48%	72.13%	65.26%
14-dic-17	102	90	660.00	464.70	88.24%	70.41%	62.13%
15-dic-17	110	102	715.00	526.66	92.73%	73.66%	68.30%
16-dic-17	92	84	600.00	433.72	91.30%	72.29%	66.00%
18-dic-17	102	86	660.00	444.05	84.31%	67.28%	56.73%
19-dic-17	102	88	660.00	454.37	86.27%	68.84%	59.40%
20-dic-17	111	104	720.00	536.99	93.69%	74.58%	69.88%
21-dic-17	102	88	660.00	454.37	86.27%	68.84%	59.40%
22-dic-17	102	90	660.00	464.70	88.24%	70.41%	62.13%
23-dic-17	92	88	600.00	454.37	95.65%	75.73%	72.44%
26-dic-17	106	90	690.00	464.70	84.91%	67.35%	57.18%
27-dic-17	105	94	680.00	485.35	89.52%	71.38%	63.90%
28-dic-17	105	96	680.00	495.68	91.43%	72.89%	66.65%
29-dic-17	108	100	700.00	516.33	92.59%	73.76%	68.30%
30-dic-17	96	80	620.00	413.07	83.33%	66.62%	55.52%
<b>TOTAL</b>	2544	2211	16495	11416.13	86.85%	69.15%	<b>60.33%</b>

Pre-test diciembre

ANEXO 7

 <b>Industria CROM S.R.L.</b>			ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD - INDUSTRIA CROM S.R.L.				
Empresa:	Industria CROM S.R.L.		Método:	PRE-TEST	POST-TEST		
Elaborado por:	Jorge Luis, Marquez Cruz		Proceso:	Tapa para radiador (TR-27)			
INDICADOR	DESCRIPCIÓN	TÉCNICA	INSTRUMENTO		FÓRMULA		
EFICACIA	De acuerdo a las cantidades producidas y estimadas	Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Eficacia = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades planeadas}} \times 100\%$		
EFICIENCIA	De acuerdo a los tiempos útiles y a los tiempos totales	Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Eficiencia = \frac{T \text{ Útil}}{T \text{ Otorgado}} \times 100\%$		
PRODUCTIVIDAD	Productividad inicial o final	Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Productividad = Eficacia \times Eficiencia$		
FECHA	UNIDADES PLANEADAS	UNIDADES PRODUCIDAS	TIEMPO OTORGADO (min)	TIEMPO ÚTIL (min)	EFICACIA	EFICIENCIA	PRODUCTIVIDAD
02-nov-17	102	86	660.00	444.05	84.31%	67.28%	56.73%
03-nov-17	105	88	680.00	454.37	83.81%	66.82%	56.00%
04-nov-17	92	80	600.00	413.07	86.96%	68.84%	59.86%
06-nov-17	102	82	660.00	423.39	80.39%	64.15%	51.57%
07-nov-17	102	82	660.00	423.39	80.39%	64.15%	51.57%
08-nov-17	110	90	710.00	464.70	81.82%	65.45%	53.55%
09-nov-17	102	84	660.00	433.72	82.35%	65.72%	54.12%
10-nov-17	108	89	700.00	459.54	82.41%	65.65%	54.10%
11-nov-17	92	80	600.00	413.07	86.96%	68.84%	59.86%
13-nov-17	102	80	660.00	413.07	78.43%	62.59%	49.09%
14-nov-17	102	82	660.00	423.39	80.39%	64.15%	51.57%
15-nov-17	102	82	660.00	423.39	80.39%	64.15%	51.57%
16-nov-17	111	95	720.00	490.52	85.59%	68.13%	58.31%
17-nov-17	102	86	660.00	444.05	84.31%	67.28%	56.73%
18-nov-17	92	85	600.00	438.88	92.39%	73.15%	67.58%
20-nov-17	102	86	660.00	444.05	84.31%	67.28%	56.73%
21-nov-17	105	88	680.00	454.37	83.81%	66.82%	56.00%
22-nov-17	102	86	660.00	444.05	84.31%	67.28%	56.73%
23-nov-17	102	86	660.00	444.05	84.31%	67.28%	56.73%
24-nov-17	108	88	700.00	454.37	81.48%	64.91%	52.89%
25-nov-17	92	85	600.00	438.88	92.39%	73.15%	67.58%
27-nov-17	102	89	660.00	459.54	87.25%	69.63%	60.75%
28-nov-17	108	90	700.00	464.70	83.33%	66.39%	55.32%
29-nov-17	102	84	660.00	433.72	82.35%	65.72%	54.12%
30-nov-17	111	98	720.00	506.01	88.29%	70.28%	62.05%
<b>TOTAL</b>	2560	2151	16590	11106.33	84.11%	67.00%	<b>56.44%</b>

Pre-test noviembre

ANEXO 8

 <b>Industria CROM S.R.L.</b>		ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD - INDUSTRIA CROM S.R.L.					
<b>Empresa:</b>	Industria CROM S.R.L.			<b>Método:</b>		PRE-TEST	POST-TEST
<b>Elaborado por:</b>	Jorge Luis, Marquez Cruz			<b>Proceso:</b>		Tapa para radiador (TR-27)	
INDICADOR	DESCRIPCIÓN	TÉCNICA	INSTRUMENTO		FÓRMULA		
EFICACIA	De acuerdo a las cantidades producidas y estimadas	Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Eficacia = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades planeadas}} \times 100\%$		
EFICIENCIA	De acuerdo a los tiempos útiles y a los tiempos totales	Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Eficiencia = \frac{T \text{ Útil}}{T \text{ Otorgado}} \times 100\%$		
PRODUCTIVIDAD	Productividad inicial o final	Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Productividad = Eficacia \times Eficiencia$		
FECHA	UNIDADES PLANEADAS	UNIDADES PRODUCIDAS	TIEMPO OTORGADO (min)	TIEMPO ÚTIL (min)	EFICACIA	EFICIENCIA	PRODUCTIVIDAD
02-oct-17	110	86	710.00	444.05	78.18%	62.54%	48.90%
03-oct-17	105	80	680.00	413.07	76.19%	60.75%	46.28%
04-oct-17	102	76	660.00	392.41	74.51%	59.46%	44.30%
05-oct-17	102	78	660.00	402.74	76.47%	61.02%	46.66%
06-oct-17	111	86	720.00	444.05	77.48%	61.67%	47.78%
07-oct-17	92	80	600.00	413.07	86.96%	68.84%	59.86%
09-oct-17	102	82	660.00	423.39	80.39%	64.15%	51.57%
10-oct-17	111	100	720.00	516.33	90.09%	71.71%	64.61%
11-oct-17	110	100	715.00	516.33	90.91%	72.21%	65.65%
12-oct-17	102	94	660.00	485.35	92.16%	73.54%	67.77%
13-oct-17	105	96	680.00	495.68	91.43%	72.89%	66.65%
14-oct-17	92	80	600.00	413.07	86.96%	68.84%	59.86%
16-oct-17	102	84	660.00	433.72	82.35%	65.72%	54.12%
17-oct-17	111	102	720.00	526.66	91.89%	73.15%	67.22%
18-oct-17	102	95	660.00	490.52	93.14%	74.32%	69.22%
19-oct-17	111	100	720.00	516.33	90.09%	71.71%	64.61%
20-oct-17	102	95	660.00	490.52	93.14%	74.32%	69.22%
21-oct-17	92	78	600.00	402.74	84.78%	67.12%	56.91%
23-oct-17	102	95	660.00	490.52	93.14%	74.32%	69.22%
24-oct-17	102	95	660.00	490.52	93.14%	74.32%	69.22%
25-oct-17	102	96	660.00	495.68	94.12%	75.10%	70.69%
26-oct-17	111	100	720.00	516.33	90.09%	71.71%	64.61%
27-oct-17	111	100	720.00	516.33	90.09%	71.71%	64.61%
28-oct-17	92	80	600.00	413.07	86.96%	68.84%	59.86%
30-oct-17	111	100	720.00	516.33	90.09%	71.71%	64.61%
31-oct-17	102	96	660.00	495.68	94.12%	75.10%	70.69%
<b>TOTAL</b>	2697	2354	17485	12154.49	87.26%	69.49%	<b>60.95%</b>

Pre-test octubre

ANEXO 9

 <b>Industria CROM S.R.L.</b>			ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD - INDUSTRIA CROM S.R.L.				
Empresa:	Industria CROM S.R.L.			Método:	PRE-TEST	POST-TEST	
Elaborado por:	Jorge Luis, Marquez Cruz			Proceso:	Tapa para radiador (TR-27)		
INDICADOR	DESCRIPCIÓN		TÉCNICA	INSTRUMENTO		FÓRMULA	
EFICACIA	De acuerdo a las cantidades producidas y estimadas		Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Eficacia = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades planeadas}} \times 100\%$	
EFICIENCIA	De acuerdo a los tiempos útiles y a los tiempos totales		Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Eficiencia = \frac{T \text{ Útil}}{T \text{ Otorgado}} \times 100\%$	
PRODUCTIVIDAD	Productividad inicial o final		Observación	Cronómetro / Ficha de registro		$Productividad = Eficacia \times Eficiencia$	
FECHA	UNIDADES PLANEADAS	UNIDADES PRODUCIDAS	TIEMPO OTORGADO (min)	TIEMPO ÚTIL (min)	EFICACIA	EFICIENCIA	PRODUCTIVIDAD
01-sep-17	110	94	710.00	485.35	85.45%	68.36%	58.42%
02-sep-17	92	72	595.00	371.76	78.26%	62.48%	48.90%
04-sep-17	102	85	660.00	438.88	83.33%	66.50%	55.41%
05-sep-17	111	96	720.00	495.68	86.49%	68.84%	59.54%
06-sep-17	102	86	660.00	444.05	84.31%	67.28%	56.73%
07-sep-17	110	95	715.00	490.52	86.36%	68.60%	59.25%
08-sep-17	102	82	660.00	423.39	80.39%	64.15%	51.57%
09-sep-17	92	72	600.00	371.76	78.26%	61.96%	48.49%
11-sep-17	102	84	660.00	433.72	82.35%	65.72%	54.12%
12-sep-17	111	94	720.00	485.35	84.68%	67.41%	57.09%
13-sep-17	102	82	660.00	423.39	80.39%	64.15%	51.57%
14-sep-17	111	96	720.00	495.68	86.49%	68.84%	59.54%
15-sep-17	102	82	660.00	423.39	80.39%	64.15%	51.57%
16-sep-17	92	78	600.00	402.74	84.78%	67.12%	56.91%
18-sep-17	102	80	660.00	413.07	78.43%	62.59%	49.09%
19-sep-17	110	94	715.00	485.35	85.45%	67.88%	58.01%
20-sep-17	101	80	655.00	413.07	79.21%	63.06%	49.95%
21-sep-17	102	82	660.00	423.39	80.39%	64.15%	51.57%
22-sep-17	111	96	720.00	495.68	86.49%	68.84%	59.54%
23-sep-17	92	76	600.00	392.41	82.61%	65.40%	54.03%
25-sep-17	111	95	720.00	490.52	85.59%	68.13%	58.31%
26-sep-17	102	80	660.00	413.07	78.43%	62.59%	49.09%
27-sep-17	111	96	720.00	495.68	86.49%	68.84%	59.54%
28-sep-17	111	98	720.00	506.01	88.29%	70.28%	62.05%
29-sep-17	111	96	720.00	495.68	86.49%	68.84%	59.54%
30-sep-17	90	70	585.00	361.43	77.78%	61.78%	48.05%
<b>TOTAL</b>	2695	2241	17475	11571.03	82.98%	66.08%	<b>54.92%</b>

Pre-test setiembre

## ANEXO 10

ANÁLISIS DE FLUJO DEL PROCESO									
Proceso				Página	Estado				
Elaborado por		Fecha		Resumen					Total
Estado		Área		Cantidad					
Operario		Cantidad		Tiempo (min)					
Comienza con		Finaliza con		Distancia (m)					

Formato de análisis de flujo de trabajo

## ANEXO 11

Actividades	Simbología	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)	Cantidad total de actividades	% total de actividades	Tiempo total de actividades	% total de actividades
<b>Agregan valor</b>	○							
	◻							
<b>No agregan valor</b>	➡							
	◻							
	D							
	▽							
TOTAL								

Resumen de análisis de trabajo

ANEXO 12

<b>HABILIDAD</b>			<b>ESFUERZO</b>		
0.15	A1	Habilísimo	0.13	A1	Habilísimo
0.13	A2	Habilísimo	0.12	A2	Habilísimo
0.11	B1	Excelente	0.1	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente	0.08	B2	Excelente
0.06	C1	Bueno	0.05	C1	Bueno
0.03	C2	Bueno	0.02	C2	Bueno
0	D	Medio	0	D	Medio
-0.05	E1	Regular	-0.04	E1	Regular
-0.1	E2	Regular	-0.08	E2	Regular
-0.16	F1	Malo	-0.12	F1	Malo
-0.22	F2	Malo	-0.17	F2	Malo
<b>CONDICIONES</b>			<b>CONSISTENCIA</b>		
0.06	A	Ideales	0.04	A	Perfecta
0.04	B	Excelentes	0.03	B	Excelente
0.02	C	Buenas	0.01	C	Buena
0	D	Medias	0	D	Media
-0.03	E	Regulares	-0.02	E	Regular
-0.07	F	Malos	-0.04	F	Malos

Sistema Westinghouse

ANEXO 13

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

Sistema de suplementos por descanso

## ANEXO 14

Letra código de tamaño de muestra	Tamaño de muestra	Nivel aceptable de calidad, NAC, en porcentaje de ítems no conformes o no conformidades por 100 ítems (inspección normal)																											
		0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1 000		
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31		
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45		
C	6	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑		
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑		
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑		
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑		
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑		
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑		
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑		
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑		
L	200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑		
M	315	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑		
N	500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑		
P	800	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑		
Q	1 250	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑		
R	2 000	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑		

-  = use el primer plan de muestreo debajo de la flecha. Si el tamaño de la muestra es igual o excede el tamaño del lote lleve a cabo inspección 100 %.  
 = use el primer plan de muestreo arriba de la flecha  
**Ac** = Número de aceptación  
**Re** = Número de rechazo

Plan de muestreo simple para inspección normal

## ANEXO 15

Categoría de lote		Número de unidades en el lote	Tamaño de muestra	Nivel aceptable de calidad, NAC, en porcentaje de ítems no conformes o no conformidades por 100 ítems (inspección normal)																									
				0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000
				Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
A				↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
B	Primera	2	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
B	Segunda	2	4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
C	Primera	3	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
C	Segunda	3	6	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
D	Primera	5	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
D	Segunda	5	10	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
E	Primera	8	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
E	Segunda	8	16	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
F	Primera	13	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
F	Segunda	13	26	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
G	Primera	20	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
G	Segunda	20	40	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
H	Primera	32	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
H	Segunda	32	64	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
J	Primera	50	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
J	Segunda	50	100	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
K	Primera	80	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
K	Segunda	80	160	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
L	Primera	125	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
L	Segunda	125	250	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
M	Primera	200	200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
M	Segunda	200	400	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
N	Primera	315	315	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
N	Segunda	315	630	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
P	Primera	500	500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
P	Segunda	500	1000	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
Q	Primera	800	800	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
Q	Segunda	800	1600	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
R	Primera	2500	2500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
R	Segunda	2500	5000	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	

↓  
↑  
Ac  
Re  
\*

- = use el primer plan de muestreo debajo de la flecha. Si el tamaño de la muestra es igual o excede el tamaño del lote lleve a cabo inspección 100 %.
- = use el primer plan de muestreo arriba de la flecha
- = Número de aceptación
- = Número de rechazo
- = use el plan de muestreo simple correspondiente (o alternativamente use el plan de muestreo doble de abajo, si está disponible)

### Plan de muestreo doble para inspección normal

**ANEXO 16**

ITEM		PROCESO																				Tiempo Prom.					
1	Armado	14,00	15,25	14,80	15,10	14,15	14,60	15,25	14,85	15,10	15,12	15,75	14,90	14,85	15,75	14,50	14,85	15,12	###	14,75	14,50	14,50	14,85	15,12	15,24	15,50	14,95
2	Remachado Tapa	12,50	12,75	13,10	12,50	13,75	14,25	13,50	12,75	14,10	12,00	15,70	14,60	14,25	15,10	13,20	12,75	12,50	###	12,75	12,50	14,15	14,25	14,90	14,55	12,60	13,54
3	Remachado Valvula	8,12	8,25	9,50	8,50	9,75	9,25	8,75	9,50	8,60	9,10	8,90	10,25	9,50	8,15	8,95	9,10	8,25	###	9,30	9,50	10,50	10,90	9,50	9,50	10,15	9,28
4	Cerrado	3,75	3,75	4,15	4,00	3,80	3,90	4,15	3,75	4,50	4,25	4,50	4,10	4,30	4,90	4,50	3,90	4,10	4,25	3,75	4,50	3,75	4,15	4,00	4,25	3,75	4,11
5	Etiquetado	2,60	2,75	2,75	3,25	3,25	3,15	3,25	2,80	2,90	2,60	3,15	3,12	3,25	2,75	2,90	3,15	3,12	2,95	3,10	3,15	2,90	2,80	2,75	3,05	3,12	2,98
6	Encajado	10,50	11,10	11,25	10,75	11,50	11,75	10,90	12,50	11,50	12,10	11,50	11,75	11,60	12,50	11,60	12,50	12,70	###	11,50	10,90	11,25	12,80	13,10	13,10	12,50	11,84
<b>TOTAL</b>		<b>51,47</b>	<b>53,85</b>	<b>55,55</b>	<b>54,10</b>	<b>56,20</b>	<b>56,90</b>	<b>55,80</b>	<b>56,15</b>	<b>56,70</b>	<b>55,17</b>	<b>59,50</b>	<b>58,72</b>	<b>57,75</b>	<b>59,15</b>	<b>55,65</b>	<b>56,25</b>	<b>55,79</b>	<b>###</b>	<b>55,15</b>	<b>55,05</b>	<b>57,05</b>	<b>59,75</b>	<b>59,37</b>	<b>59,69</b>	<b>57,62</b>	<b>56,69</b>

ITEM		PROCESO																				Tiempo					
1	Armado	8,00	8,25	8,00	7,50	8,05	8,00	8,60	8,25	8,10	7,60	8,00	8,25	8,00	8,30	8,50	8,25	8,00	7,75	8,00	8,50	8,60	8,00	7,75	8,60	8,00	8,11
2	Remachado Tapa	4,00	4,25	4,00	4,50	4,25	4,60	4,00	4,25	4,00	4,00	4,75	4,00	4,00	4,35	4,60	4,00	4,50	4,00	4,35	4,50	4,75	4,60	4,30	4,00	4,00	4,26
3	Remachado Valvula	2,50	2,25	2,40	2,35	2,25	2,40	2,50	2,75	2,35	2,40	2,25	2,35	2,50	2,75	2,75	2,35	2,25	2,50	2,75	2,35	2,40	2,35	2,50	2,40	2,50	2,44
4	Cerrado	1,50	1,75	1,50	1,60	1,50	1,80	1,70	1,50	1,80	1,75	1,50	1,70	1,55	1,50	1,60	1,50	1,50	1,70	1,60	1,50	1,50	1,60	1,75	1,50	1,50	1,60
5	Etiquetado	1,70	1,75	1,85	1,75	1,75	1,95	2,05	1,75	2,05	1,75	2,05	2,15	2,05	1,85	1,75	1,75	1,75	1,85	1,75	1,75	1,95	1,75	1,75	1,85	1,85	1,85
6	Encajado	8,00	7,75	8,00	8,50	8,00	8,60	8,65	8,05	8,35	8,25	8,50	8,75	8,65	7,65	9,00	8,75	8,00	8,35	8,00	8,35	8,50	8,60	8,75	8,00	8,00	8,32
<b>TOTAL</b>		<b>25,70</b>	<b>26,00</b>	<b>25,75</b>	<b>26,20</b>	<b>25,80</b>	<b>27,35</b>	<b>27,50</b>	<b>26,55</b>	<b>26,65</b>	<b>25,75</b>	<b>27,05</b>	<b>27,20</b>	<b>26,75</b>	<b>26,40</b>	<b>28,20</b>	<b>26,60</b>	<b>26,00</b>	<b>26,15</b>	<b>26,45</b>	<b>26,95</b>	<b>27,70</b>	<b>26,90</b>	<b>26,80</b>	<b>26,35</b>	<b>25,85</b>	<b>26,58</b>

Comparación de pre y post test, de la toma de tiempos para la producción de una TR-27



## ANEXO 18

 Industria CROM S.R.L.		RESUMEN DE ASISTENCIA DE COLABORADORES																													
OCTUBRE																															
Día:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M
Prensista 1	0	480	480	480	500	480	300	0	480	480	480	510	480	300	0	480	480	510	480	480	300	0	480	510	510	480	480	300	0	510	480
Prensista 2	0	500	480	480	480	510	300	0	480	510	505	480	480	300	0	480	510	480	510	480	300	0	480	480	480	510	510	300	0	505	480
Operario	0	510	500	480	480	510	300	0	480	510	510	480	500	300	0	480	510	480	510	480	300	0	480	480	480	510	510	300	0	510	480
Total	0	1490	1460	1440	1460	1500	900	0	1440	1500	1495	1470	1460	900	0	1440	1500	1470	1500	1440	900	0	1440	1470	1470	1500	1500	900	0	1525	1440

 Industria CROM S.R.L.		RESUMEN DE ASISTENCIA DE COLABORADORES																													
NOVIEMBRE																															
Día:	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	
	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	
Prensista 1	0	505	480	300	0	495	480	480	500	480	300	0	480	500	480	480	500	300	0	480	480	500	480	480	480	300	0	480	480	480	
Prensista 2	0	480	480	300	0	480	480	500	480	500	300	0	480	480	480	500	480	300	0	480	480	480	480	500	300	0	480	500	480	510	
Operario	0	480	500	300	0	480	480	510	480	500	300	0	480	480	480	510	480	300	0	480	490	480	480	500	300	0	480	500	480	510	
Total	0	1465	1460	900	0	1455	1440	1490	1460	1480	900	0	1440	1460	1440	1490	1460	900	0	1440	1450	1460	1440	1480	900	0	1440	1480	1440	1500	

 Industria CROM S.R.L.		RESUMEN DE ASISTENCIA DE COLABORADORES																													
DICIEMBRE																															
Día:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
Prensista 1	480	290	0	480	510	480	480	300	300	0	480	500	480	480	515	300	0	480	480	480	505	510	300	30	0	480	500	480	520	300	0
Prensista 2	480	300	0	480	510	480	490	300	300	0	480	480	480	480	510	300	0	480	480	510	480	480	300	30	0	480	500	480	520	300	0
Operario	480	300	0	480	510	480	480	320	300	0	480	480	500	480	505	300	0	480	480	510	480	480	300	30	0	510	480	500	480	320	0
Total	1440	890	0	1440	1530	1440	1450	920	900	0	1440	1460	1460	1440	1530	900	0	1440	1440	1500	1465	1470	900	90	0	1470	1480	1460	1520	920	0

Registro de asistencia de colaboradores pre-test



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE .....**

Nº	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	Variable independiente: Sistema Kanban							
	DIMENSIÓN 1: Inexactitud de inventario							
	$ERI = \left[ \frac{IS - IF}{IS} \right] \times 100\%$	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2: Tiempo de espera							
	$P.D. = \frac{TPD}{TPP} \times 100\%$	✓		✓		✓		
		Si	No	Si	No	Si	No	
	Variable dependiente Productividad							
	DIMENSIÓN 1: Eficacia							
	$EFICACIA = \frac{Q \text{ producida}}{Q \text{ planeada}} \times 100\%$	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2: Eficiencia							
	$EFICIENCIA = \frac{T \text{ Útil}}{T \text{ Otorgado}} \times 100\%$	✓		✓		✓		

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: Guido Trujillo Uvalde    DNI: 25570379

Especialidad del validador: Metodólogo y Estadístico

<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

15 de 06 del 2018

*Guillermo Valdivia*  
**Firma del Experto Informante.**  
 Mgr. Guillermo Valdivia  
 Especialista en Diseño y Estadística  
 de Investigación y Estadística

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE .....**

Nº	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	Variable independiente: Sistema Kanban							
	DIMENSIÓN 1: Inexactitud de inventario							
	$ERI = \left[ \frac{IS - IF}{IS} \right] \times 100\%$	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2: Tiempo de espera							
	$PD = \frac{TPD}{TPP} \times 100\%$	✓		✓		✓		
		Si	No	Si	No	Si	No	
	Variable dependiente: Productividad							
	DIMENSIÓN 1: Eficacia							
	$EFICACIA = \frac{Q \text{ producida}}{Q \text{ planeada}} \times 100\%$	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2: Eficiencia							
	$EFICIENCIA = \frac{T \text{ Útil}}{T \text{ Otorgado}} \times 100\%$	✓		✓		✓		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):** \_\_\_\_\_

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

**Apellidos y nombres del juez validador.** Dr/ Mg: FREDDY A. RAMOS HARADA    DNI: 07823251
**Especialidad del validador:** ING. INDUSTRIAL
15.06 de ..... del 2018


**Firma del Experto Informante.**
<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

Pantallazo del Software Turnitin.

feedback studio Jorge Luis Marquez Cruz | TESIS KANBAN PROD -- /0 ?



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA KANBAN PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE TAPAS PARA RADIADOR MODELO TR-27 EN LA EMPRESA INDUSTRIA CROM S.R.L., LOS OLIVOS, 2017”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR:**  
JORGE LUIS MARQUEZ CRUZ

**ASESOR:**  
MGTR. EGUSQUIZA RODRÍGUEZ, MARGARITA JESÚS

**Resumen de coincidencias** ✕

16 %

1	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	2 % >
2	es.scribd.com Fuente de Internet	1 % >
3	prezi.com Fuente de Internet	1 % >
4	www.slideshare.net Fuente de Internet	1 % >
5	cybertesis.unmsm.edu... Fuente de Internet	1 % >
6	bdigital.uao.edu.co Fuente de Internet	1 % >
7	documents.mx Fuente de Internet	1 % >

