

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Industrial

“DEFICIENCIA EN EL MONTAJE DE MÁQUINA: CASO FABRICACIÓN DE TUBOS ESTRUCTURALES, USO DEL SMED Y KAIZEN PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA METALMECÁNICA CONDUMET SAC EN LIMA”

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Industrial

Autor:

Wilmer Astonitas Goicochea.

Asesor:

Ing. Richard Alex Farfán Bernal.

Lima - Perú

2018

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, salud y sabiduría a lo largo de este proceso.

A mis padres, gracias por enseñarme el camino del éxito y ser mi fortaleza para lograrlo.

AGRADECIMIENTO

A mis padres Ismael y Faustina a mis Hermanos, Carmela, Abel, Roxana, Herman, a mis sobrinos, abuelos, tíos, primos que siempre estuvieron pendiente brindándome su apoyo. A mis amigos que me acompañaron durante esta etapa compartiendo sus conocimientos para poder alcanzar mi meta propuesta.

También debo de agradecer a los docentes que me formaron con esmero para ser un mejor profesional y a la empresa Condumet Sac por su comprensión y facilidades otorgadas para estudiar durante todo este tiempo.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
TABLA DE CONTENIDO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
RESUMEN	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Descripción.....	9
1.2. Actualidad.....	10
1.3. Presentación de la Problemática de la Empresa	16
1.4. Definición del Problema.....	17
1.5. Objetivos.....	25
1.6. Hipótesis	28
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	32
2.1. Bases Teóricas	32
2.1.1. Técnica smed.	35
2.1.2. Técnica kaizen.	41
2.2. Recopilación de información y análisis.....	46
2.2.1. Datos de la empresa.	51
2.2.2. Datos de la investigación científica.	53
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	57

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES.	61
REFERENCIAS.....	62
ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 CONSUMO PER CÁPITA DE ACERO (KG).....	11
TABLA 2 EVOLUCIÓN DEL PRODUCTO BRUTO INTERNO.....	12
TABLA 3 PAÍSES EXPORTADORES DE PRODUCTOS TUBULARES EN LA REGIÓN (MILES DE TONELADAS).....	14
TABLA 4 IMPORTACIÓN DE PRODUCTOS TUBULARES (MILES DE TONELADAS).....	15
TABLA 5 TIEMPO DE DEMORA EN EL MONTAJE APROXIMADO.....	22
TABLA 6 REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE PREPARACIÓN SEGÚN ARTÍCULOS.....	28
TABLA 7 VARIACIÓN EN EL TIEMPO DE MONTAJE EN UN TRIMESTRE.....	30
TABLA 8 RESUMEN DE MONTAJES DEL TRIMESTRE.....	31
TABLA 9 FASES DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SMED.....	36
TABLA 10 % DE TIEMPO APROXIMADO USADO EN CADA ETAPA DE UN MONTAJE.....	36
TABLA 11 PASOS A SEGUIR PARA UNA IMPLEMENTACIÓN CORRECTA DEL SMED.....	40
TABLA 12 CLASIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA KAIZEN.....	41
TABLA 13 REGLAS PARA LA IMPLANTACIÓN DEL KAIZEN.....	43
TABLA 14 BENEFICIO DE SU APLICACIÓN CONJUNTA DEL SMED.....	46
TABLA 15 DESCRIPCIÓN DE LOS ARTÍCULOS ANALIZADOS.....	47
TABLA 16 VARIACIÓN DEL TIEMPO DE MONTAJES MES DE JULIO.....	52
TABLA 17 RESULTADOS ESPERADOS DE LA APLICACIÓN DEL SMED Y KAIZEN.....	57
TABLA 18 RESUMEN COMPARATIVO DEL RESULTADO ALCANZADO.....	58
TABLA 19 SÍNTESIS GENERAL DE RESULTADOS PROYECTADOS.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: VARIACIÓN DEL CONSUMO PER CÁPITA DE ACERO EN EL PERÚ (FUENTE: INEI Y ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL ACERO).....	12
FIGURA 2: PRINCIPALES FABRICANTES DE PRODUCTOS DERIVADOS DE ACERO (FUENTE: ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL ACERO).....	13
FIGURA 3: IMPORTACIONES SUDAMERICANAS DE TUBOS CON COSTURA DESDE CHINA (FUENTE: ALACERO).	16
FIGURA 4: PRODUCCIÓN TUBOS METÁLICOS CONDUMET SAC (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	17
FIGURA 5: DIAGRAMA DE FLUJO, MÉTODO ACTUAL (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	19
FIGURA 6: VARIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN UNIDADES DURANTE EL AÑO (FUENTE: ARCHIVOS CONDUMET SAC). .	20
FIGURA 7: VARIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL MES SEPTIEMBRE (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	21
FIGURA 8: SÍNTESIS DE LAS CAUSAS QUE PROVOCAN LA VARIABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	21
FIGURA 9: PORCENTAJE PROMEDIO ASIGNADO A MONTAJE (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	22
FIGURA 10: VISUALIZACIÓN DE LA MAQUINARIA EN PLENO PROCESO DE MONTAJE (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	24
FIGURA 11: TIEMPOS CONSIDERADOS PARA REALIZAR LAS TAREAS EN EL MONTAJE (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	25
FIGURA 12: ETAPAS DE UN PROCESO PRODUCTIVO SEGÚN EL ESTUDIO DE MÉTODOS (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	27
FIGURA 13: PRINCIPALES TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS APLICADAS EN LA FILOSOFÍA KAIZEN (FUENTE: MANUEL F. SUÁRES B. (LA APLICACIÓN DEL KAIZEN EN LAS ORGANIZACIONES MEXICANAS. UN ESTUDIO EMPÍRICO).	35
FIGURA 14: SÍNTESIS DE LA APLICACIÓN DE LOS PASOS SMED (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	39
FIGURA 15: PASOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL KAIZEN(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.)	45
FIGURA 16: SJR DE VALIDACIÓN DE ARTÍCULOS SEGÚN FACTOR Q1_Q4 (FUENTE: HTTPS://WWW.SCIMAGOJR.COM/).51	51
FIGURA 17: PROPORCIÓN EQUIVALENTE A LOS TIEMPOS DE MONTAJE (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	53
FIGURA 18: NOMBRE DE REVISTAS Y PAÍSES DE PUBLICACIÓN (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	54

FIGURA 19: NOMBRE DE REVISTAS Y AÑO DE PUBLICACIÓN (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	55
FIGURA 20: MUESTRA DE VALIDACIÓN REALIZADO A DIFERENTES REVISTAS CIENTÍFICAS SJR (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	56
FIGURA 21: COMPARACIÓN DE LAS TM FABRICADAS ENTRE 2017-2018.....	70
FIGURA 22: COMPARACIÓN DE LAS UNIDADES PRODUCIDAS ENTRE 2017-2018.	71

RESUMEN

El presente estudio describe el uso de dos herramientas Smed y Kaizen para reducir el tiempo de montaje de línea cuando se desea cambiar de un producto a otro, técnicas que nos permitirán identificar y controlar los problemas de variación que este representa para incrementar la productividad actual. Con estas herramientas hemos definido los pasos necesarios para mejorar el proceso y el uso eficiente de la maquinaria., pasos que han sido identificadas y analizadas previamente para su ejecución por cualquier persona lo realice, además estas técnicas nos permitirán conocer los equipos, los procesos, los procedimientos y las personas que participan directamente en la obtención de nuestro producto. Tubos metálicos estructurales A500 y A513 que ofrecemos al mercado.

La estandarización incuba las condiciones para la implementación de SMED y KAIZEN, uno que se basa en la reducción de tiempos de preparación de máquina y el segundo que significa la mejora continua. Estas técnicas nos permitirán controlar la variabilidad y reducir el tiempo que representa los montajes dentro de cada periodo. Estos resultados están respaldados por los diferentes artículos revisados para esta investigación que muestra una disminución del tiempo de 47% en promedio, resultados que se desea alcanzar en la planta de estudio .

PALABRAS CLAVES: SMED, KAIZEN, Tubos Metálicos, Montaje de Línea

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción

Con esta investigación quiero resaltar la importancia de los cambios rápidos, como reducir los tiempos de preparación al cambiar de un producto a otro y diversificar nuestra mercancía para ser competitivos dentro del mercado, con respecto a la gran cantidad y cambio de tendencias necesitadas. Existen empresas que usando adecuadamente diferentes herramientas Lean Manufacturing ofrecen productos innovadores y cada vez más pintorescos para cubrir la demanda de los consumidores, es por eso la gran importancia y afán que han tomado muchos investigadores desde mediados del siglo XX para brindar alternativas de solución.

Encontrarse con un problema que genera sobrecostos en el producto, cuando se fabrica lotes pequeños llama la atención; es por eso el interés de Shingeo Shingo un estudioso privilegiado con la gran capacidad para identificar esta problemática y a través de sus análisis ha logrado plasmar su técnica dentro de la compañía Toyota Production System. Y dejar su legado con el cual nos muestra que existe la posibilidad de incrementar la eficiencia de la maquinaria del proceso productivo en cualquier tipo de fábrica y además dejó sentado las bases para la investigación de otros autores como McIntosh et al. (2001) dicen que la implementación de sistema SMED tiene que ser ejecutado conjuntamente con la metodología TPM para obtener un mejor resultado. Perinic, Ikonić y Maričić (2009) nos dice que las inclusiones de otros métodos han ayudado en mejorar la técnica, su aplicación y ampliación de su uso conjunto con las 5S nos dará más resultados efectivos.

Esta recomendación dada nos deja la posibilidad latente para aplicar estas combinaciones en nuestros procesos y en otros tipos de sistemas productivos. Implementar la técnica SMED en la

planta metalmecánica para realizar sus montajes que realiza durante los periodos en una de sus líneas de producción bajo los 3 pasos que recomienda el creador de la técnica puede ofrecernos buenos resultados, pero con la ejecución conjunta con KAIZEN nos facilita y nos brindara mayores beneficios debido a que se estará buscando una mejora continua en cada tarea realizada. Mejoramiento continuo, que involucra a todos desde la alta gerencia hasta el personal operativo (un proyecto de todos) usando el CC, CCP, PHDA, CTC, JIT, entre otras. Por tal motivo la implementación de estas metodologías relacionada correctamente nos va a permitir incrementar su rendimiento obteniendo mayor tiempo para producir.

1.2. Actualidad

Las industrias en los países del primer mundo están enfocadas principalmente en el uso de todas las técnicas existentes en sus procesos con el fin de reducir sus costos de producción y poder competir con otros países con respecto a los precios de exportación de sus productos.

Como es bien sabido, el Perú es un país netamente exportador de materia prima, somos uno más en la lista de países en vías de desarrollo que no tenemos las condiciones para competir en eficiencia productiva, hablamos de la tecnología, la investigación la maquinaria y las herramientas y más. También se evidencia la necesidad que existe en las industrias, la falta de aplicación las técnicas existentes para mejorar su productividad, herramientas como el Lean Manufacturing, Lean Service, Lean logistics, aplicadas correctamente nos allanaría el camino para ser un país competitivo industrialmente dentro de nuestra región.

Tal como lo muestra la investigación de la Asociación Latinoamericana del Acero, brindándonos indicadores favorables de crecimiento en la región, el Perú ha incrementado consecutivamente su consumo de acero en un 38% más con relación al 2012 y un 11% más que

el año anterior, esto nos pone por encima de todos los países sudamericanos en crecimiento económico que en su mayoría muestran retrocesos considerables como Argentina que ha disminuido su consumo en un 19% con respecto al 2015 y un 15% respecto al año 2012 y Brasil que su caída es más consistente en el mismo rango de tiempo estudiado teniendo un 15% menos con relación al 2015 y un 34% menos que al 2012.

Tabla 1
Consumo Per cápita de acero (kg).

Pais/Contry	2012	2013	2014	2015	2016	Var. 16'15
Argentina	116	119	117	121	99	-19%
Brasil/Brazil	131	137	124	102	87	-15%
Chile	173	154	147	155	147	-5%
Colombia	75	74	83	84	83	-1%
México/Mexico	171	163	186	194	195	0%
Perú/Peru	89	90	94	111	123	10%
Venezuela	100	95	67	60	38	-37%
Otros Latam /	46	56	54	55	50	-9%
América Latina/ Latin Ameica	116	118	116	112	104	-7%

Uso de datos de ALACERO (Fuente: Elaboración propia).

Este incremento del consumo en un 38% nos indica que tenemos un crecimiento progresivo durante estos periodos. Pasar de 89 kg en el 2012 a estar en el 2016 consumiendo 123 kg por persona ha sido un avance considerable. Estos indicadores describen claramente la estabilidad económica que ha tenido nuestro país durante los últimos 8 años en todos los ámbitos, clara

muestra de ello se refleja en los informes que presenta el INEI con respecto al incremento del PBI cada año, teniendo en cuenta que actualmente se registra el índice más bajo dentro del periodo estudiado, pero se se espera la recuperación económica con la apertura de nuevos proyectos.

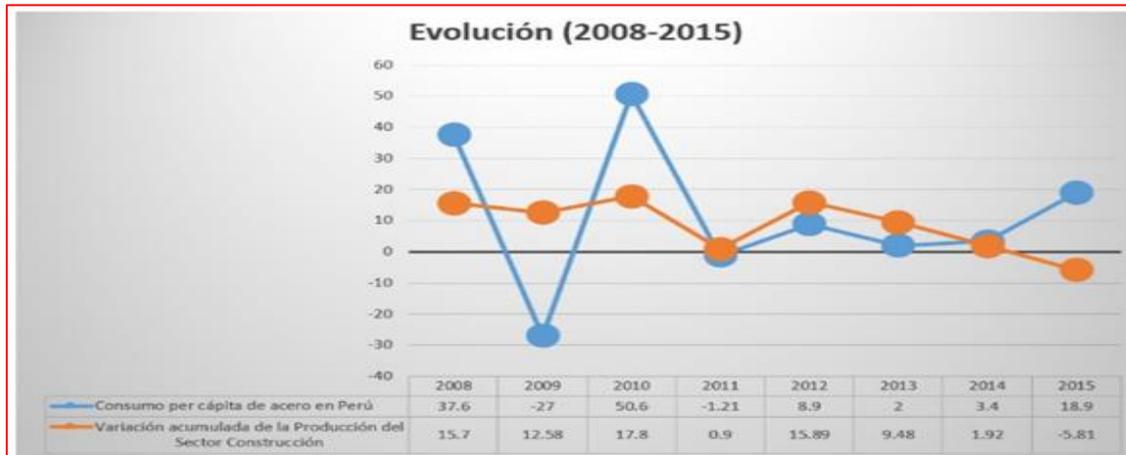


Figura 1: Variación del consumo Per cápita de acero en el Perú (Fuente: INEI Y Organización Mundial del Acero).

El manejo de las políticas económica que ha tenido nuestro país durante la última década nos ha llevado a sobresalir en nuestra región con un crecimiento sostenible a pesar de las diferentes crisis económicas que se han presentado a nivel mundial.

Tabla 2

Evolución del Producto Bruto Interno.

Pais/Contry	2013	2014	2015	2016	2017
Argentina	2,4%	-2,5%	2,6%	-2,3%	2,2%
Brasil/Brazil	3,0%	0,5%	-3,8%	-3,6%	0,2%
Chile	4,0%	2,0%	2,3%	1,6%	1,7%
Colombia	4,9%	4,4%	3,1%	2,0%	2,3%
México/Mexico	1,4%	2,3%	2,6%	2,3%	1,7%

Perú/Peru	5,8%	2,4%	3,3%	3,9%	3,5%
Venezuela	1,3%	-3,9%	-6,2%	-18,0%	-7,4%
Otros/Other	4,6%	4,0%	3,1%	2,4%	2,7%
América Latina/ Latin Ameica	2,9%	1,3%	0,1%	-1,0%	1,0%

Uso de datos asociación latinoamericana del acero (Fuente: Elaboración Propia).

También en este estudio se considera cuáles son los principales países productores de producto derivados del acero, entre ellos se encuentran los tubos con costura, encargados de cubrir la demanda que existe en otros países por falta de industrias que puedan cubrir sus mercados, entre los principales productores tenemos a China, EEUU, Japón.

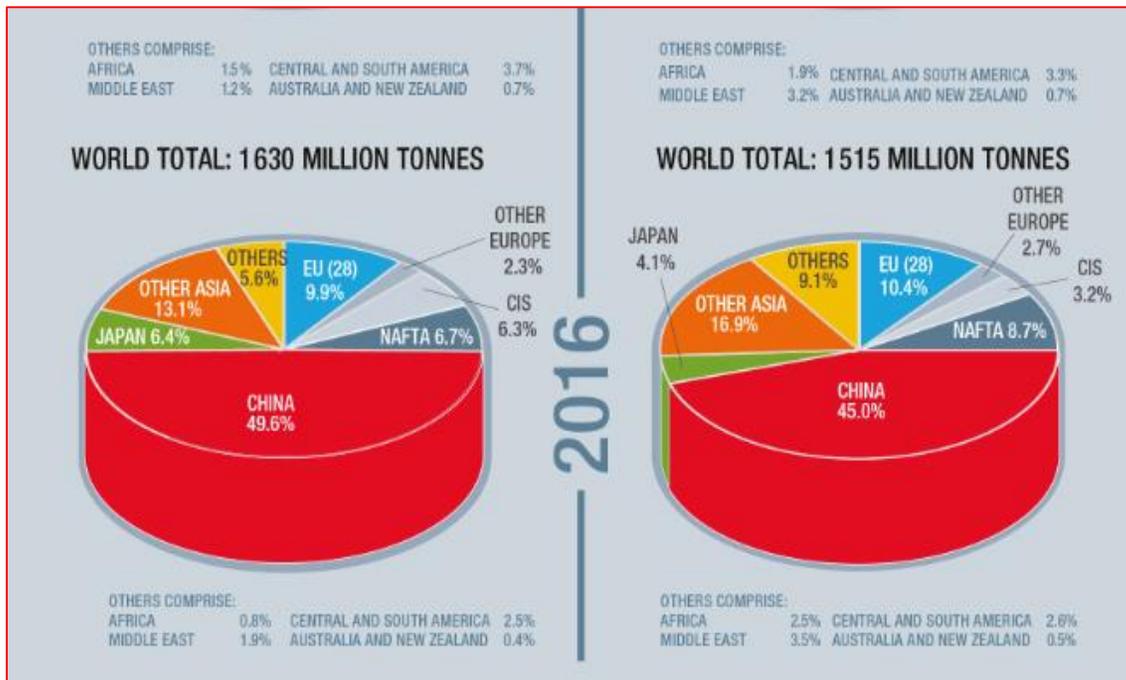


Figura 2: Principales fabricantes de productos derivados de acero (Fuente: Organización Mundial del Acero).

El análisis de estos gráficos nos muestra la realidad de nuestro país frente el mundo, las deficiencias que tenemos en la producción industrial de tubos con costura, es por eso que el Perú

no está considerada en los cuadros estadísticos de exportación, pero si aparecemos entre los mayores importadores. Este merecido lugar se debe al déficit que existe en nuestro mercado de dicho producto, que nuestra industrial no puede cubrir.

Tabla 3

Países exportadores de productos tubulares en la región (Miles de toneladas).

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Argentina	812	465	573	651	596	497	507	166	191	432
Brasil	263	218	200	244	235	335	410	346	275	520
Chile	18	7	13	21	18	11	5	6	4	10
Colombia	102	41	49	65	76	32	21	20	13	25
Venezuela	55		3	1	0	0	0	0	0	0
Otros South America	1	1	2	34	37	47	47	38	56	63
South America	1 251	732	840	1 016	962	922	990	576	539	1 050

Datos de la Organización Mundial del Acero (Fuente: Elaboración Propia).

Pero nuestra realidad cambia abruptamente cuando hablamos de las importaciones realizadas durante la última década, avizorando mercados disponibles muy grandes que falta cubrir, donde existe una demanda muy tentadora. Las importaciones en el 2015 han alcanzado un crecimiento de 61% tomando como año base el 2008. Cantidades muy altas que podemos reducir si potenciamos nuestra industria con nuevas tecnologías y mejoramos nuestras metodologías de trabajo en las fábricas existentes como INCATUBOS, COMASA, SIDERPERU, PRECOR, TUPEMESA, CONDUMET, ACEROS AREQUIPA, entre las más reconocidas que están involucradas directamente en la fabricación de estos productos. Y tienen mucho que hacer para

reducir el % de importación y nivelar la balanza comercial en este producto en el cuadro

siguiente.

Tabla 4

Importación de productos tubulares (Miles de toneladas).

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Argentina	138	132	54	109	100	67	72	60	43	61
Bolivia				47	39	37	41	37	23	29
Brasil	194	183	245	304	314	319	221	168	105	116
Chile	229	103	129	161	234	169	157	160	145	159
Colombia	317	279	314	540	408	371	389	244	172	256
Ecuador	100	109	115	225	190	187	275	113	77	82
Paraguay				13	10	15	17	11	11	15
Perú	198	114	189	270	164	192	205	324	195	167
Uruguay				18	16	22	34	28	29	32
Venezuela	327		173	307	439	530	428	205	170	78
Otros South América				17	18	14	20	23	14	17
South America	1 503	920	1 219	2 011	1 932	1 923	1 859	1 373	984	1 012

Datos de la Organización Mundial del Acero (Fuente Elaboración propia).

A pesar que las importaciones han reducido en los 2 últimos años, tenemos un mercado muy grande, disponible para ubicar nuestros productos si las industrias nacionales incrementaran su capacidad. La industria de tubos metálicos sin costura ha mantenido una tendencia positiva

durante el presente año comparado con el mismo periodo anterior, pero las importaciones siguen siendo altas, el Perú adquiere el 14% de las importaciones de China realizadas por Sudamérica. Por eso durante el primer semestre del 2017 se calcula que hemos importado un promedio de 40 mil toneladas de tubos, según lo describe los indicadores de ALACERO

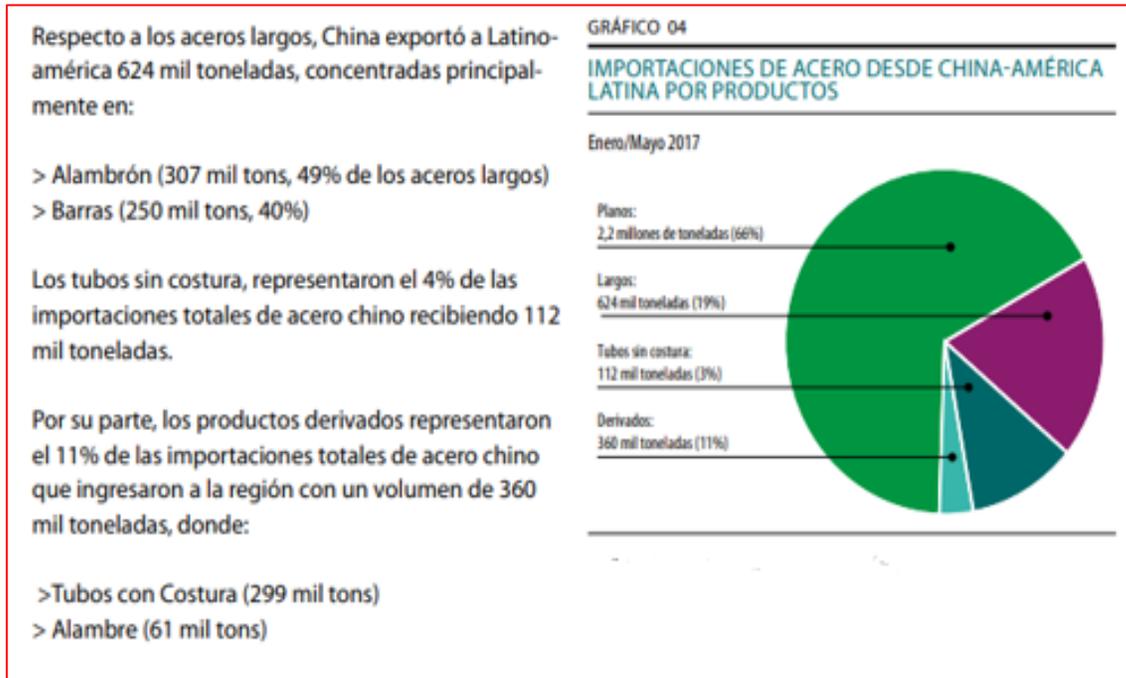


Figura 3: Importaciones Sudamericanas de tubos con costura desde China (Fuente: ALACERO).

1.3. Presentación de la Problemática de la Empresa

La empresa Conductores Metálicos Sac perteneciente al grupo de PYME, en el rubro de metalmecánica netamente dedicado servicio de maquila se enfrenta a serios problemas que afectan directamente su crecimiento. Sin un planeamiento estratégico a corto y largo plazo donde se detalle el plan operativo que se tiene que seguir para alcanzar las metas y sin un plan maestro de producción donde se pueda evitar la improvisación como la falta de MP en el momento adecuado, el desabastecimiento de insumos, la mala distribución de tareas, la falta de procedimientos estandarizados, las paradas de máquina por falta de mantenimiento, el reproceso

de los productos ha sido la causa que ha llevado a la empresa para encontrarse en insolvencia que actualmente no le permite encaminarse al camino del éxito.

Por tal motivo la gran importancia de desarrollar esta investigación en una de sus líneas de producción usando el estudio de métodos para incrementar sus niveles de productividad identificando sus problemas y cuellos de botella que actualmente limitan su eficiencia y por ende la rentabilidad.

El estudio de métodos nos da alcances y allana el camino para la implementación de las técnicas que estarán siendo usadas en esta investigación, facilitando teóricamente la estructura de un proceso productivo hasta llegar al producto final.



Figura 4: Producción tubos metálicos Condumet SAC (*Fuente:* elaboración propia).

Fabricación de 187 productos diferentes conformados en 3 familias como son tubos de uso estructural LAC (laminados en caliente) y GALVANIZADO, los de uso ornamental como lo son los LAF (laminados en frío).

1.4. Definición del Problema

El incremento de la importación de tubos metálicos en los últimos años ha sido notoriamente grande para cubrir la demanda que existe en mercado, a consecuencia del crecimiento constante

que ha tenido el país. Pero cuales son las causas que llevan a las empresas nacionales a no poder cubrir esta necesidad. ¿Por qué las empresas no tienen la capacidad de abastecer este mercado?

El consumo nacional de acero en el 2017 está por encima de los 3 millones de TM, dentro de esta cantidad con un % se encuentra los tubos mecánicos con costura, tubos que se fabrican bajo la norma internacional ASTM A500 para productos laminados en caliente y galvanizados y ASTM A513 para productos laminados en frío. Productos que son producidos a gran escala en países como China y otros del primer mundo a muy bajo costo.

Pero no hemos preguntado si contamos con la industria capaz de satisfacer esta demanda, la tecnología que tienen las empresas permite incrementar la producción, que factores no permite el crecimiento, realmente se evidencia la necesidad que hay en las empresas de tener un equipo humano calificado para planificar técnicamente las diferentes metodologías en beneficio propio según sus necesidades. Entonces aparece la interrogación, será una alternativa las herramientas Lean Manufacturing para mejorar sus procesos, herramientas que están clasificadas en diferentes grupos según el grado de dificultad que presenta su implementación, y sus características que lo identifican al momento de usarlos.

Además en la actualidad la competencia por dominar la mayor cantidad de mercado a través de la oferta y la demanda ha llevado a las empresas a una guerra comercial donde siempre ganara el que este mejor preparado e implementado para hacer frente a los cambios por la aparición de nuevos consumidores y modas, por eso es importante la reducción de los costos de producción y el uso correcto de las técnicas que nos permitirán ofrecer una mayor variedad de productos a bajo costos, que son a consecuencia del aumento de tiempo disponible.

Por tal motivo, la importancia de desarrollar esta investigación en el montaje en una de sus máquinas aplicando la metodología SMED y KAIZEN para mejorar sus niveles de productividad reduciendo los tiempos de cambio para identificar y solucionando los problemas que presenta actualmente que limitan su eficiencia y por ende la productividad.

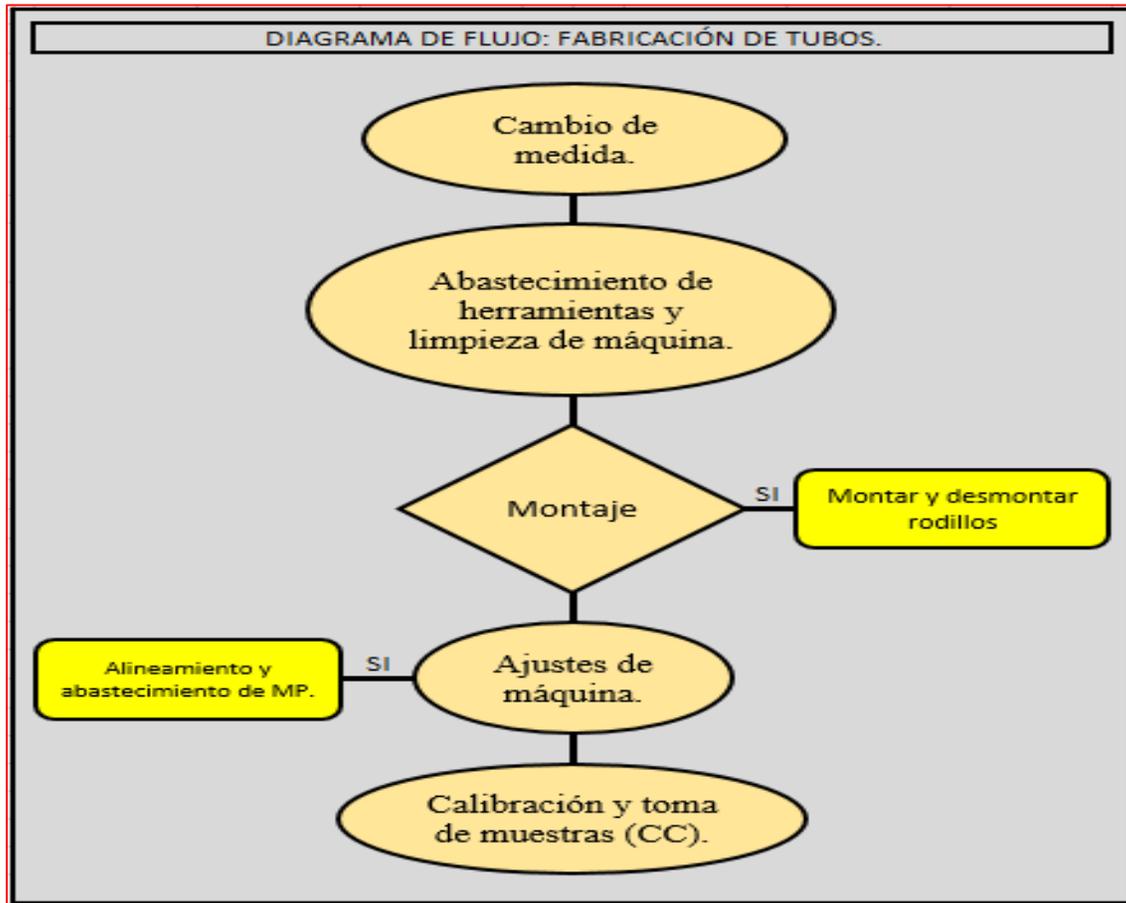


Figura 5: Diagrama de flujo, método actual (Fuente: Elaboración propia).

Pero un problema más importante a indagar es saber que los ha llevado al punto donde no pueden controlar sus procesos, la variabilidad desproporcionada que se tiene durante los lotes de producción está afectando directamente los resultados, este problema se evidencia actualmente con mayor claridad en la dispersión que muestra el resultados de cada turno de producción,

resultado graficados correspondientes al mes de septiembre que ha sido considerado para plasmar el problema, por acercarse más al promedio con el cual se trabaja.

Estos datos estadísticos dejan dudas específicas como. Sus procedimientos son los correctos, su maquinaria está dentro de la vida útil, se tiene el personal adecuado, sus directivos están gestionada correctamente, que ha influenciado directamente para llegar a este punto.

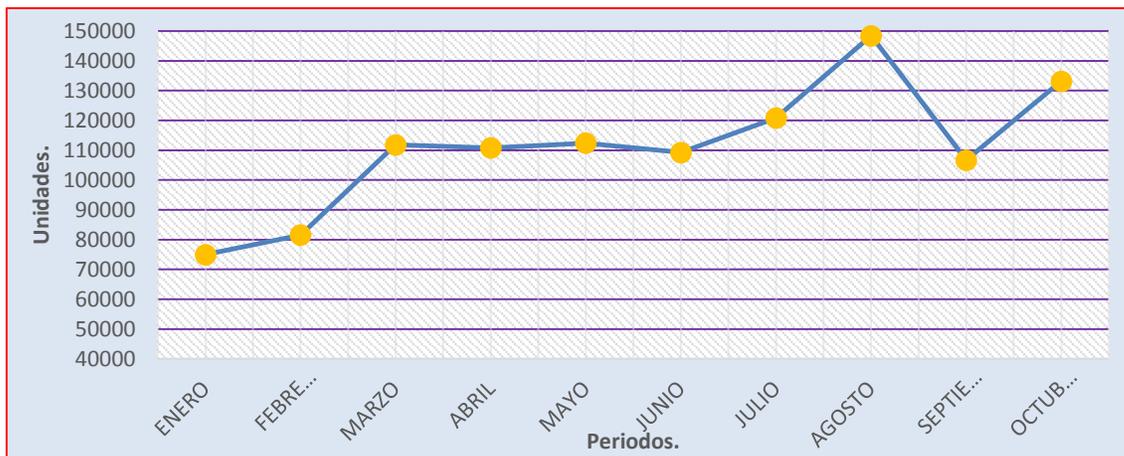


Figura 6: Variación de la producción en unidades durante el año (Fuente: Archivos Condumet Sac).

El análisis de cómo es que existe tan alta variación en las producciones de los meses descritos, se ve reflejado en los resultados obtenidos en cada uno de los turnos que nos arrojan un promedio de 3 000 unidades por turno, producción que se muestran en la siguiente grafica tomada como modelo.

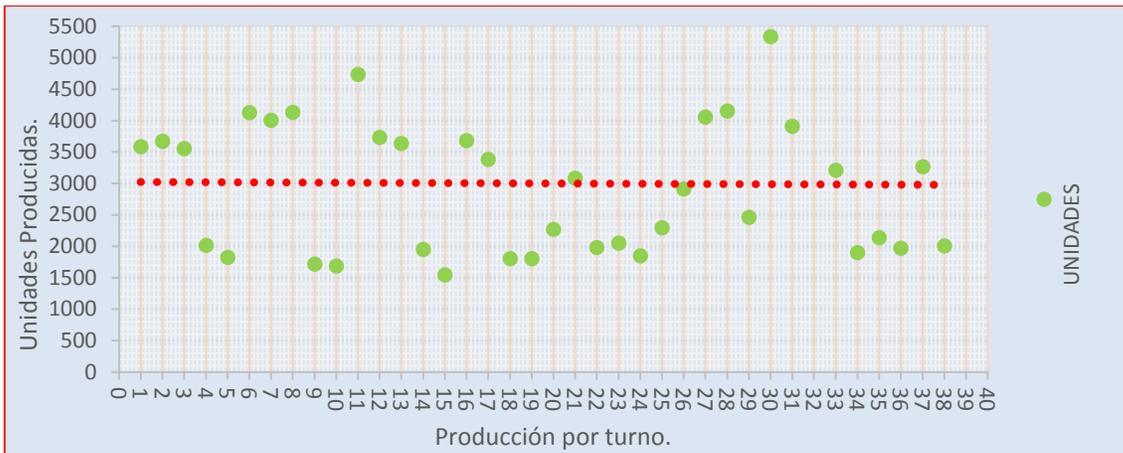


Figura 7: Variación de la producción del mes Septiembre (Fuente: Elaboración propia).

Esta problemática motiva la realización de este proyecto con la intención de poder mejorar estas condiciones y ayudara a la empresa a corregir sus procesos por medio del estudio de caso.

A través de diagrama mostramos el resumen de algunas de las causas que han llevado a esta empresa con esta encontrarse con esta crítica realidad, consecuencias que describiremos resumidamente en el siguiente diagrama.

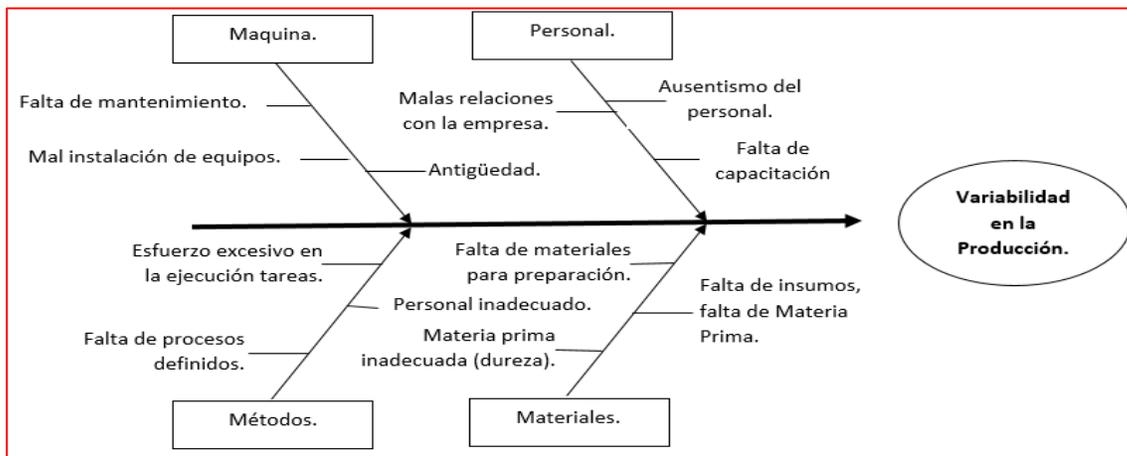


Figura 8: Síntesis de las causas que provocan la variabilidad de la producción (Fuente: Elaboración Propia).

Dentro de las causas descritas, hay muchas que se tienen que solucionar asertivamente por el bien de la empresa, de estas una está siendo considerada en la investigación; La demora en el

montaje de máquina es una tarea que reduce el tiempo disponible de producción y se evidencia en el resultado final. El tiempo de preparación de máquina para cambiar de un producto a otro corresponde a un 11.16% del total del tiempo disponible para el lote asignado lo cual eleva el costo del servicio. Tiempo calculado sobre el promedio general de montaje de los 3 meses considerados para este trabajo, 480 minutos por montaje en promedio.

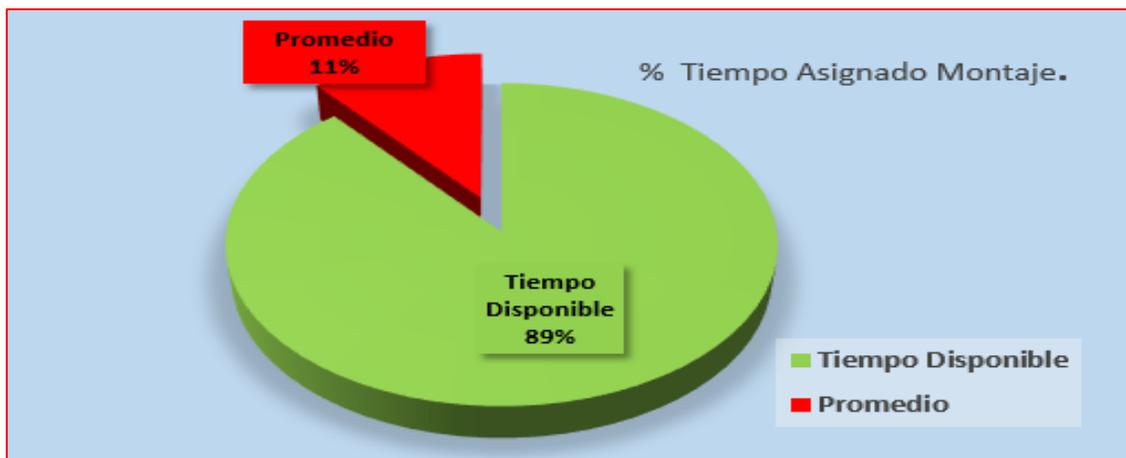


Figura 9: Porcentaje promedio asignado a montaje (Fuente: Elaboración propia).

Este tiempo que se describe más detalladamente en la tabla siguiente, donde se plasma los tiempos del trimestre considerado para este estudio.

Tabla 5
Tiempo de demora en el montaje aproximado.

Método Actual (mes)	
Julio	
Montajes (1 x 480 min).	6
Tiempo Total Montajes (min).	2 880
Tiempo Total disponible mes (min).	34 500
Tiempo Disponible producción (min).	31 620

Unidades Producidas (mes).	120 000
% Tiempo Total Asignado a Montaje:	8,35%
Agosto	
Montajes (1 x 480 min).	8
Tiempo Total Montajes (min).	3 840
Tiempo Total disponible mes (min).	34 500
Tiempo Disponible producción (min).	30 660
Unidades Producidas (mes).	149 000
% Tiempo Total Asignado a Montaje:	11,13%
Septiembre.	
Montajes (1 x 480 min).	7
Tiempo Total Montajes (min).	3 360
Tiempo Total disponible mes (min).	24 000
Tiempo Disponible producción (min).	20 640
Unidades Producidas (mes).	107 000
% Tiempo Total Asignado a Montaje:	14,00%

Uso de datos empresa Condumet Sac (Fuente: Elaboración Propia).

Las técnicas de trabajo utilizadas actualmente en la producción inducen a no cumplir con lo planificado, por eso este estudio demuestra teóricamente que se puede cambiar esta realidad, el cambio rápido además de seguir los pasos establecidos, nos proporciona un % aproximado del tiempo que toma cada actividad en la preparación de equipos para la siguiente producción.

Esta realidad puede cambiar con la implementación de técnicas como el SMED y KAIZEN, técnicas que describen a detalle como ejecutar las tareas de forma eficiente. Es indispensable el

compromiso y la participación de todo el personal de la empresa desde la alta gerencia hasta el personal operativo que son los que desarrollan la técnica y realizan la implementación.

En la siguiente imagen vemos como se está desarrollando el proceso de un montaje, donde queda plasmado cuales son las partes más importantes y las que toma mayor tiempo para realizar el cambio de toda la línea de producción.



Figura 10: Visualización de la maquinaria en pleno proceso de montaje (Fuente: Elaboración propia).

El DOP muestra el tiempo que toma la realización de un montaje con el método actual. Los tiempos descritos en cada una de las actividades están considerados aproximadamente para ajustarse al promedio del tiempo obtenido de los distintos montajes considerados para este estudio que dio como resultado 480 minutos, considerando la variación.

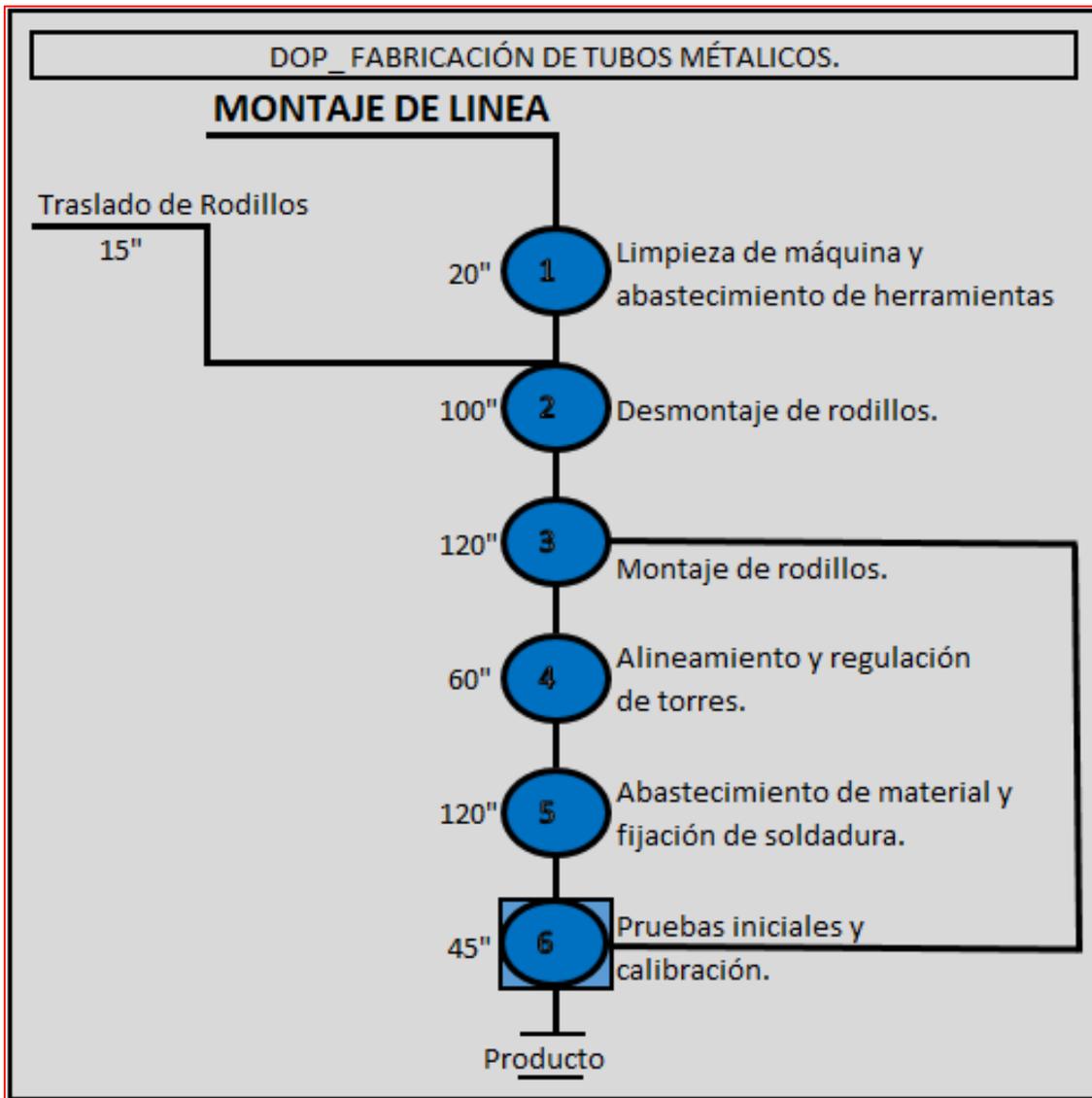


Figura 11: Tiempos considerados para realizar las tareas en el montaje (Fuente: elaboración propia).

1.5. Objetivos

Este proyecto tiene como objetivo el análisis y la aplicación de 2 técnicas muy importantes del grupo de técnicas denominadas técnicas de enfoque práctico porque muchos de estos procedimientos deberían estar implementadas por sentido común, por las facilidades que presenta, su fácil inserción en los procesos y por los beneficios que brinda.

Es importante revisar cómo están siendo gestionadas las empresas en el momento de la investigación, cual es la antigüedad de su maquinaria, son suficientes y correctos los procedimientos usados en este momento para incrementar la productividad, se tiene el personal capacitado técnicamente para generar cambios. En Lima la responsabilidad de abastecer el mercado con este producto corresponde a empresas como SIDERPERU, COMASA, INCATUBOS, PRECOR, TUPEMESA, **CONDUMET**, ACEROS AREQUIPA, por mencionar las más importantes empresas dedicadas a este rubro (fabricación de tubos electro soldados) de las cuales en este estudio se presenta en síntesis la problemática de una de ellas.

Este trabajo tiene como objetivo demostrar lógicamente que es posible reducir los tiempos de montaje de máquina en nuestra industria metalmecánica, la aplicación de las técnicas SMED a través de sus 4 pasos establecidos para su ejecución que será los pilares fundamentales del desarrollo de nuestra investigación, fusionado adecuadamente con la metodología KAIZEN mediante sus pasos establecidos, nos orientan a una mejora continua y enrumbarán a alcanzar el objetivo propuesto que es incrementar la rentabilidad y cubrir las necesidades que tiene nuestro cliente.

Específicamente empeñándonos en mejorar las condiciones productivas en las que se encuentra actualmente la empresa, por eso es importante mejorar cada uno de sus procesos mediante la aplicación de las herramientas existentes, puntualmente usando herramientas ya mencionadas en el desarrollo de este trabajo, SMED a través de la verificación y análisis del procedimiento actual, la separación de las actividades internas y externas, determinación de las actividades internas que se pueden convertir en externas y finalmente la verificación de su cumplimiento y revisión de otras oportunidades para seguir mejorando, KAIZEN que es una

mejora continua, implementado mediante KAIZEN KOBETSU, que tiene como objetivo maximizar el funcionamiento de los equipos planteando mejoras en reuniones de 5 minutos diarios, KAIZEN TEIAN donde su función principal es una tormenta de ideas por parte de todo el personal involucrado para luego ser evaluadas he implementadas para lograr un progreso sostenido y KAIZEN 2 DÍAS 2 HORAS donde una persona se dedicada a mejorar los puestos de trabajo a través del análisis y la aplicación de soluciones inmediatamente.

El desarrollo de esta investigación ha tomado el tiempo necesario para definir el problema en estudios, registrar el procedimiento actual y definir cada uno de los pasos que recomienda el estudio de métodos detallado en la figura 10, trabajar en la tomar de datos, el análisis de la información, y posteriormente plasmarlo en ideas y mejores, cumpliendo estándaresya establecidos.

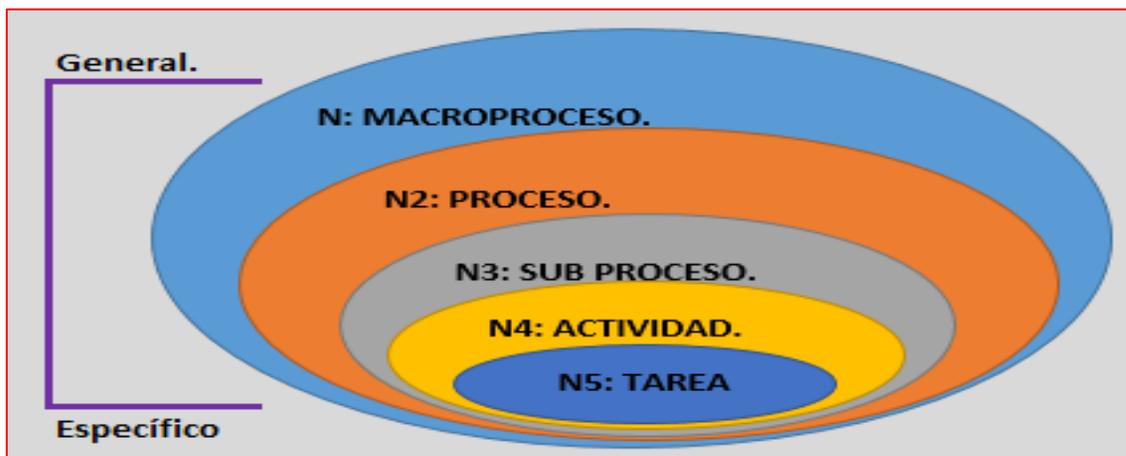


Figura 12: Etapas de un proceso productivo según el estudio de métodos (Fuente: Elaboración propia).

Después de evidenciar los resultados obtenidos mediante la recopilación de información correspondiente a diferentes artículos descritos en la metodología, relacionados a las técnicas en estudio, modelos que ya han sido implementados en otros países estoy convencido que la aplicación de SMED y KAIZEN en este proceso va a mejorar considerablemente la

productividad y solucionar muchos problemas que se presentan actualmente en la industria que estamos investigando, problemas como los que detallo en la figura 8.

1.6. Hipótesis

La indagación realizada para este proyecto nos lleva a la conclusión de que si es posible superar las deficiencias en la preparación de máquina cuando se requiere cambiar de producto, SMED a través de sus 4 pasos combinados con la metodología KAIZEN garantizan la disminución del tiempo de preparación y por ende incremento de la productividad para la línea industrial donde se desarrolla la investigación, tomando en consideración los problemas descritos, se espera una reducción aproximada al 47% del tiempo de preparación; realidad que se tendrá que evidenciar al momento de su ejecución y que está respaldada por los artículos descritos en la siguiente tabla.

Tabla 6
Reducción del tiempo de preparación según artículos.

Title	Result obtained.
Improving changeover time: a tailored SMED approach for welding cells	33%
Combining SMED methodology and ergonomics for reduction of setup in a turning production area.	48%
SMED methodology: The reduction of setup times for Steel Wire-Rope assembly lines in the automotive industry	58%
A case study: SMED & JIT methodologies to develop continuous flow of stamped parts into AC disconnect assembly line in Schneider Electric Tlaxcala Plant.	77%

Designing a Future Value Stream Mapping to Reduce Lead Time using SMED-A	62%
Case Study	
Standardization and optimization of an automotive components production line	16%
A method for the calculation of economic benefits and development of setup time reduction strategies	50%
Método SMED: Análise e aperfeiçoamento	76%
Improving the efficiency of the production process using SMED	44%
Setup Analysis: Combining SMED with Other Tools	38%
The Effect of SMED on Benefits Gained in Maquiladora Industry	48%
The Single Minute Exchange of Die Methodology in a High-Mix Processing Line.	30%
the use of lean manufacturing techniques – SMED analysis to optimization of the production process	12%
Improving the efficiency of the production process using SMED	50%
Improving setup time in a Press Line – Application of the SMED methodology	28%
Set-up time Reduction of a Manufacturing Line using SMED Technique	54%
a case study and analysis of setup reduction for stamping dies – SMED approach	70%
Reducción del Tiempo Promedio	47%

Resumen de los artículos de investigación (Fuente: elaboración propia).

Esta tabla también nos deja claro que las técnicas planteadas en esta investigación han permitido mejorar sus procesos considerablemente, pero depende mucho del modelo de negocio en el cual se aplica. Hay resultados preponderantes muy considerables como un 77% en unos, pero menos esperanzadores en otros como un 12% en actividades más complejas.

Pero hacer frente a nuestro problema y lograr la reducción anhelada dependerá de distintos factores que están relacionados con el tipo de maquinaria y producto que se fabrica, en este caso de estudio tenemos un factor muy favorable que es la maquinaria; equipo que requiere de pocas tareas en el montaje, pero que por falta de una metodología de trabajo hace que estas tareas sean prolongadas en el tiempo, elevando los costos del productos terminados. Con las investigaciones teóricas realizadas y las constataciones físicas de cómo se realiza el trabajo actualmente, queda claro que la aplicación de la técnica SMED conjuntamente con KAIZEN en la fabricación de tubos estructurales con costura, en el proceso de montaje para el cambio de un producto a otro, permitirá una reducción aproximada al 47%. Por lo descrito, la aplicación de estas herramientas nos permitirá reducir el tiempo que toma la producción de un lote (que es variable según la cantidad de unidades), permitiendo así ser más eficientes en la entrega de los pedidos a nuestro cliente.

Tabla 7
Variación en el tiempo de montaje en un trimestre.

Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)
Montaje.	570	Montaje.	540	Montaje.	510
Montaje.	510	Montaje.	420	Montaje.	570
Montaje.	540	Montaje.	360	Montaje.	390
Montaje.	360	Montaje.	570	Montaje.	450
Montaje.	480	Montaje.	480	Montaje.	550
Montaje.	510	Montaje.	570	Montaje.	480
		Montaje.	280	Montaje.	510

		Montaje.	420		
Resumen julio.		Resumen agosto.		Resumen setiembre.	
Promedio	495	Promedio	455	Promedio	494

Información usada de la empresa (Fuente: elaboración propia).

Esta tabla muestra la variabilidad que presenta los montajes durante cada periodo (mes) y el promedio de tiempo usado, plasmado mediante la ejecución de cada uno de ellos. Hay que resaltar el tiempo máximo (570 min) y mínimo (280 min) usados en la configuración de máquina, para darnos cuenta del problema que estamos enfrentando. Entregándonos un tiempo de montaje promedio a 481 minutos, promedio que será usado en la elaboración de distintas tablas que forman parte del proyecto.

Tabla 8
Resumen de montajes del trimestre.

Montaje	Tiempo (min)
Tiempo Máximo (min).	570
Tiempo Mínimo (min).	280
Promedio Montaje (min).	481

Resumen de la tabla anterior (Fuente: elaboración propia).

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Bases Teóricas

Este es un trabajo de investigación cuantitativa que está basado en la recopilación de información de diferentes fuentes como revistas científicas, artículos publicados con relación al tema de estudio, tesis de maestrías y doctorados de diferentes fuentes de información como Redalyc, scielo, Elsevier, Taylor & Francis, Consytec, Doaj, y más. Libros de una riqueza técnica incomparable como la facilitada por (Shingo, S. (1990), una revolución en la producción: El sistema SMED, Madrid, TGP Tecnologías de gerencia y producción). y (Masaaki, I, (1989), KAIZEN: La Clave de la Ventaja Competitiva Japonesa, México, Compañía Editorial Continental).

La finalidad de este estudio es comprender la importancia de estas metodologías y los beneficios que estas ofrecen tan solo con realizar su correcta implementación. Una de las herramientas Lean en el contexto productivo es la metodología de trabajo estándar, que tiene como objetivo normalizar la secuencia y ejecución de las actividades en cada estación de trabajo. Esto asegura que los procedimientos se llevaron a cabo de la misma manera, independientemente del empleado involucrado. (Kaizen Institute. Standardization. Global Leader & Pioneer in Kaizen/Lean/Operation Excellence Domain, 2013), cumpliendo así con la demanda requerida (J.P. Pinto, Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras, third ed., Lidel - Edições Técnicas, Lisboa, 2009.) y las maneras de promover nuevas propuestas para la mejora del medio ambiente. (J.K. Liker, O modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do maior Fabricante do Mundo, Bookman, Porto Alegre, 2005). Además, se puede incluir otras herramientas Lean que incrementen la importancia de las actividades de estandarización, para hacerlo, se requiere que el

trabajador pueda aplicar el método más adecuado para la ejecución de la operación a mano (G. Chryssolouris, N. Papakostas, D. Mavrikios, CIRP J. Manuf. Sci. Technol. 1 (1) (2008) 45-52.) Aunque este concepto no es nuevo, las herramientas Lean han sido objeto de adaptaciones profundas con el fin de cumplir con los contextos de las compañías reales adaptados a diferentes procesos.

La alternativa que se plantea para alcanzar el éxito con esta metodología, depende mucho de la correcta planificación que se realice desde la alta dirección eligiendo la estrategia adecuada, el área donde se realizará el plan piloto y el nivel de mejora que se espera alcanzar, también debe ser considerados las iniciativas para reducir los tipos de cambio específicamente la recomendación para adquirir nuevos equipos. (McIntosh, R.I., Culley, S.J., Mileham, A.R., Owen, G.W., 2001. Improving changeover performance. A strategy for Becoming a Lean, Responsive Manufacturer. Elsevier, Ltd). Es necesario realizar un proyecto para poder alcanzar las metas y objetivos, se tiene que realizar una planificación minuciosa de cómo se realizara cada una de las actividades y como se organizara. (Krajewski, L.J., Ritzman, L.P., Malhotra. M.K., 2010. Operations management, Processes and supply chains, Prentice Hall).

La técnica se describe esencialmente como un enfoque científico para reducir los tiempos de preparación. Al centrarse en la eliminación de los residuos asociados a los cambios de herramienta en la fase de configuración, SMED permite la reducción del tamaño de los lotes y permite conocer a la fluctuación de la demanda. Se elimina además los residuos inherentes a la acumulación de mejora y una reducción del tiempo de preparación, un aspecto fundamental de la metodología SMED se refiere a la identificación de sus características de actividades internas y externas para beneficio de proyecto (M.C. Kocakülâh, J.F. Brown, J.W. Thomson, Cost Manag.,

pp. 16–27, 2008). Esta metodología describe tres etapas fundamentales como son, la separación interna de las actividades externas; la transformación de las actividades internas en externas; y como último paso para reducir y eliminar las actividades internas y externas la fase preliminar consiste en identificar las operaciones y herramientas de configuración y así adquirir una muy buena comprensión de todo el proceso de configuración (E. Costa, S. Bragança, R. Sousa, A. Alves, *World Acad. Sci. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 5, pp. 379–385, 2013)-

Este conjunto de pasos a establecer exige el control continuo del proceso, lo cual es crucial si se quiere lograr buenos resultados el método de funcionamiento subsiguiente del resultado obtenido a través SMED se debe registrar con el fin de promover el trabajo estándar y actuar como base para la formación y perfeccionamiento de los equipos (M. M. Esa, N. A. A. Rahman, M. Jamaludin, *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 211, pp. 215–220, 2015). Hay que resaltar también que la aplicación exitosa de la metodología dependerá mucho del conocimiento que tenga el personal sobre la técnica, al tener en cuenta una descripción precisa para saber quién lo hace y cuando, como lo hace y bajo qué condiciones. Además, se tiene que estar comprometidos y generar entusiasmo con el cambio, desde puntos muy básicos como la identificación y asignación de un lugar específico para las herramientas o la incorporación de otros equipos en el proceso. Encontrándonos en la etapa exploratoria del problema que se quiere solucionar en la línea de fabricación de tubos donde el uso de Kaizen Teian y Kaizen Kobetsu serán las principales metodologías de aplicación con el fin de conformar un vínculo equipo-objetivo que comprometa la dedicación de todos los esfuerzos con el fin de alcanzar el resultado. La implementación del plan piloto a través del personal adecuado y la capacitación que se le

brindara para conocer la técnica, más la concientización y compromiso servirá como base fundamental del éxito.

Los diferentes artículos revisados sobre la implementación del Kaizen en las industrias indican que muy pocas instauraciones han sido sostenible en el tiempo (más de 5 años) a pesar de brindar excelentes resultados y que las técnicas que más se usaron fueron los diagramas de flujo y de bloques por ser más conocidos, con lo que permitirán alcanzar el éxito tal como lo describe la figura 13.

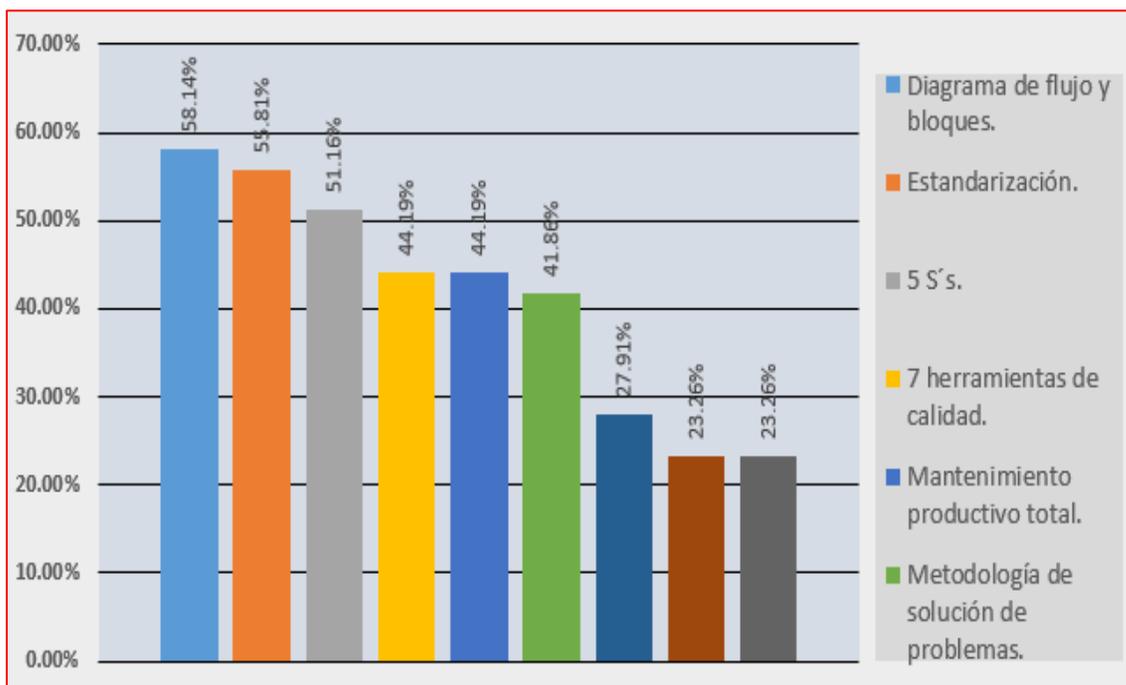


Figura 13: Principales técnicas y herramientas aplicadas en la filosofía Kaizen (Fuente: Manuel F. Suárez B. (La aplicación del Kaizen en las organizaciones mexicanas. Un estudio empírico).

2.1.1. Técnica smed.

Método que consiste básicamente en la reducción de del tiempo de preparación (montaje) de la maquinaria para incrementar la productividad. Esta técnica se presenta como una alternativa

de solución para los problemas que tiene la industria en este ámbito, es por eso que la ejecución correcta de sus pasos establecidos ofrece grandes beneficios.

Tabla 9
Fases de la implementación del sistema SMED.

Orden.	Pasos de aplicación del SMED.
Fase preliminar.	Identificar las operaciones y herramientas de configuración.
Fase 1.	Separación interna de las actividades externas.
Fase 2.	Transformación de las actividades internas en externas.
Fase 3.	Reducir y eliminar las actividades internas y externas.

Resumen de la investigación realizada (Fuente: Elaboración propia).

La técnica del cambio rápido, además de establecer los pasos descritos anteriormente, nos proporciona un % aproximado que demora la ejecución de cada una de las etapas del montaje de máquina cuando se necesita cambiar de producto. Estos % de tiempo son aproximados, y se darán en cualquier industria donde se quiera implementar.

Tabla 10
% de tiempo aproximado usado en cada etapa de un montaje.

Operación.	% Tiempo.
Preparación, ajustes post-proceso y verificación de materiales, herramientas, troqueles, plantillas, calibres y más.	30%
Montar y desmontar herramientas.	5%
Centrar, dimensionar, y fijar otras condiciones.	15%
Producción de piezas de ensayo y ajustes.	50%

Datos usados de: SMED_Una revolución en la producción (Fuente: Shingo 1985).

Por eso la implementación del SMED nos ayudará a reducir cada uno de estos tiempos y permitirán ejecutar algunas actividades antes y después de ser requerida, actividades que el creador del método descrito los llama actividades de preparación externa (OED), con el fin de incrementar el tiempo disponible para ser utilizado en el proceso productivo. SMED describe 3 pasos definidos en la aplicación de la metodología y una fase preliminar donde se analiza y registra la problemática que tiene el ambiente de trabajo, también en esta fase es donde se engendra nuevas y mejores ideas para realizar el trabajo y visualiza las debilidades que existe para controlarlo y las fortalezas para repotenciarlas durante la ejecución del proyecto.

2.1.1.1. Fase preliminar.

Esta etapa se centra en la identificación y estudio de la manera como se está realizando las operaciones actualmente y posteriormente analizarlos cada una de ellas para identificarlas y asignarlas en la etapa posterior correspondiente. Esta fase se tiene que implementar sigilosamente a través del análisis de la producción, con toma de tiempos, a través de entrevistas a trabajadores, o como mejor opción la grabación de un video para analizarlos posteriormente a detalle (Shingeo Shingo).

2.1.1.2. Separación de las actividades interna de las actividades externas.

En este paso la finalidad es asignar cada una de las actividades según corresponda, internas o externas con la finalidad de reducir el tiempo de montaje de la máquina. Estos se definen como:

Tiempo interno: Es el tiempo necesario que toma realizar las actividades mientras la máquina no está funcionando u operando.

Tiempo externo: Es la cantidad de tiempo necesario para realizar actividades relacionadas con la instalación antes y después de llevar a cabo el período de instalación. (M. Brito un, AL Ramos segundo, P. Carneiro do, MA Gonçalves re)

2.1.1.3. *Transformación de las actividades internas en externas.*

El segundo paso consiste básicamente en identificar y convertir las actividades internas en externas para incrementar el tiempo disponible para producir mediante el diseño de los dispositivos, la automatización de las actividades y la coordinación y la sincronización de los operadores son actividades comúnmente implementadas en esta etapa (M. Brito un, AL Ramos segundo, P. Carneiro do, MA Gonçalves re). En la mayoría de los casos es necesario de una inversión económica.

2.1.1.4. *Simplificación de las actividades internas y externas.*

Esta última etapa es donde se reinicia el proceso de implementación de sistema SMED, aquí se busca día a día mantener los procedimientos establecidos y se estudia la manera de mejorar cada una de las actividades ya modificadas anteriormente para incrementar la eficiencia. Perfeccionar todos los aspectos de la preparación de la operación, simplificación de todos los aspectos de la operación de configuración (Mario Eduardo Reis Pauka, John Murta Alves).

Con la aplicación de estos pasos se espera reducir un 40% del tiempo de montaje de máquina al momento de cambiar de medida, idea que se plasma de manera didáctica en el cuadro siguiente:



Figura 14: Síntesis de la aplicación de los pasos SMED (Fuente: Elaboración propia).

Además, hay que agregar otros factores que se describen en diferentes artículos científico recopilados hasta ahora. El método SMED desarrollado por un ingeniero japonés Shingo, se implementó por primera vez en las fábricas de Toyota. La metodología SMED fue establecido para reducir el tiempo necesario para la reorganización de la prensa y el establecimiento de herramientas de máquinas, pero su filosofía puede aplicarse a todos los procesos de producción. Permite reducir algunos de los tiempos de reequipamiento desde varias horas hasta varios minutos, lo cual es muy importante cuando se trata de reducir los costos de producción. A veces disminuir una operación permite la reducción de los costos en toda la cadena de producción. Se sabe que la obtención de un resultado por debajo de 10 minutos no siempre es posible, porque nos enfrentamos a otras condiciones que no fueron considerados en su libro, pero la misma aplicación de la estructura del método reduce el tiempo de reequipamiento en prácticamente cualquier caso. Cualquier reducción del tiempo de reequipamiento en consecuencia, reducirá los costos de los productos (R. Wolniak, B. Skotnicka-Zasadzień, M. Zasadzień, 3rd International Conference on Social, Education and Management Engineering (SEME, Shanghai, 2017). Cabe mencionar que sea cual fuere al área de aplicación siempre se sigue los 4 pasos propuesto por

Shingo, muchas ocasiones ha sido asociado con otras técnicas para mayor efectividad, pero siempre acopladas alrededor del concepto propuesto por su creador.

Para un correcto funcionamiento de esta metodología es necesario seguir una estructura desarrollada, como lo especifica claramente (Nievel. 12ava edición)

Tabla 11

Pasos a seguir para una implementación correcta del SMED.

Pasos	Descripción
Seleccionar el proyecto.	Realizar el estudio en procesos que tienen alto costo de manufactura y poca ganancia.
Obtener y presentar los datos.	Reunir todos los hechos importantes relacionados con el producto o servicio, y se clasifica según su prioridad para el estudio.
Analizar los datos.	Se busca mediante el análisis básico, definir qué operaciones serán las más apropiadas para lograr un mejor producto o servicio.
Desarrollar el método ideal.	Se selecciona el mejor procedimiento para cada operación dentro de todas las actividades del proceso.
Presentar y establecer el método.	Debe explicarse detalladamente cual es el propósito del método que se desea implementar y los beneficios que este entregara, a todos los involucrados que colaboran en la obtención del producto.
Desarrollar un análisis del trabajo.	Se realiza el análisis del método establecido para

asegurar que el personal que participa es el adecuado.

Establecer tiempos estándar. Se realiza la toma de tiempos para establecer un estándar justo.

Dar seguimiento al método. Auditorias de manera periódica para comprobar si se está cumpliendo con los procedimientos establecidos.

Datos usados de Nivel 12ava edición (Fuente: Elaboración propia).

Respetar los procedimientos establecidos nos facilitara la ejecución de la técnica en nuestro proyecto.

2.1.2. Técnica kaizen.

Es un método de gestión de la calidad y la mejora continua, debido a que su principal objetivo es eliminar los desperdicios para incrementar la productividad, en este caso puede ser entendido como una herramienta más de la gestión por calidad total, caracterizado por la participación de los empleados en la solución de los problemas o desperdicios (Muda) que surgen en el trabajo cotidiano; la forma en que se ejecuta dicha eliminación es a través de equipos de mejora creados con los mismos trabajadores o con la aplicación de otras técnicas como las 5'S y la estandarización. (Encontrando al Kaizen: Un análisis teórico de la Mejora Continua, Manuel F. Suárez Barraza). Kaizen ha sido definido en diferentes grupos como:

Tabla 12
Clasificación de la metodología KAIZEN.

KAIZEN	DESCRIPCIÓN
Grupos Kaizen.	Basados en los círculos de calidad, planificarán a un año la solución de problemas, pasos establecidos en esta técnica.

Kaizen 2 días 2 horas.	Una persona dedicada a mejorar los puestos de trabajo a través del análisis y la aplicación de soluciones inmediatamente. Objetivo es maximizar el funcionamiento de los equipos planteando mejoras en reuniones 5 minutos diarios.
Kaizen kobetsu.	Kobetsu Kaizen Flash (Mejoras dentro del plazo de 3 horas). Evento Kaizen (Mejoras dentro del plazo de 8 horas). Kobetsu Kaizen (Mejoras mayores 8 horas). Su función principal es una tormenta de ideas por parte de todo el personal involucrado para luego ser evaluadas he implementadas para lograr un progreso sostenido.
Kaizen Teian.	
Karakuri kaizen.	Eliminar actividades que no agregan valor al manejo de materiales.

Datos considerados de la investigación (Fuente: Elaboración propia).

De esta clasificación se desea implementar 3 modelos que son los más importantes para el ambiente de trabajo donde se desarrolla la investigación.

2.1.2.1. Kaizen Teian.

La conformación de equipos inter-funcionales nos permitirá escuchar a todas las partes involucradas desde el personal operativo hasta nuestros clientes y proveedores con la finalidad de tomar sus ideas y evaluarlas para ser implementadas en nuestro proceso productivo, la recopilación de ideas permitirá mejorar constantemente.

2.1.2.2. Kaizen Kobetsu.

Las charlas grupales de 5 minutos realizadas al inicio de cada turno, permitirán a los trabajadores exponer los problemas encontrados durante el proceso anterior y plantear

alternativas de solución, la consideración de estas ideas y el análisis correspondiente de manera adecuadas por cada una de las áreas técnicas que existen dentro de la empresa, permitirá agilizar las mejoras en beneficio de la empresa.

2.1.2.3. *Kaizen 2 días 2 horas.*

Aquí se muestra la importancia de considerar a un persona competente para realizar esta tarea de mejora continua, individuo encargado de evaluar los puestos de trabajo durante 2 horas al día con el fin de emitir recomendaciones de cambio en el momento, el conocimiento del proceso es un punto relevante que influirá directamente en las recomendaciones asertivas que emita y el segundo factor a tomar en cuenta para lograr el objetivo será la buena relación que tenga con el grupo donde se desarrolla el estudio.

Basados en esta metodología es necesario seguir un conjunto de reglas preestablecidas y estandarizadas que direccionan la correcta implementación de la técnica para alcanzar el beneficio esperado.

Tabla 13
Reglas para la implantación del Kaizen.

Orden	Descripción
1	Cambio de mentalidad sobre cómo hacer las cosas.
2	Reflexionar como se debe hacer las cosas.
3	Acción inmediata de las buenas ideas de mejora.
4	Empezar con los cambios proporcionalmente no siempre se puede alcanzar el 100% en la primera vez.
5	Corregir los errores inmediatamente.

-
- 6 Considerar las ideas que surgen en el problema.
 - 7 Buscar causas reales usando los 5 porque.
 - 8 Usar la técnica de tormenta de ideas.
 - 9 Probar la mejora antes de instauración definitiva.
-

Datos considerados de la investigación (Fuente: Elaboración propia).

Además de cumplir con estas reglas es necesario estar sujeto a cumplir con los pasos establecidos, pasos que nos deja claro que no existe el fin de la mejora de un proceso como lo describe (T. Asada, J. C. Bailes, K. Suzuki, Implementing ABM with Hoshin Management, Institute of Management Accountants Publ., New Jersey, 2000) que nos dice que el proceso de aplicación del método KAIZEN consiste en la definición del área de mejora, análisis y selección del problema clave, identificación de la causa de la mejora, planificación de las medidas del centro de remediación, implementación del proyecto de mejora, medición, análisis y comparación de los resultados y Estandarización.

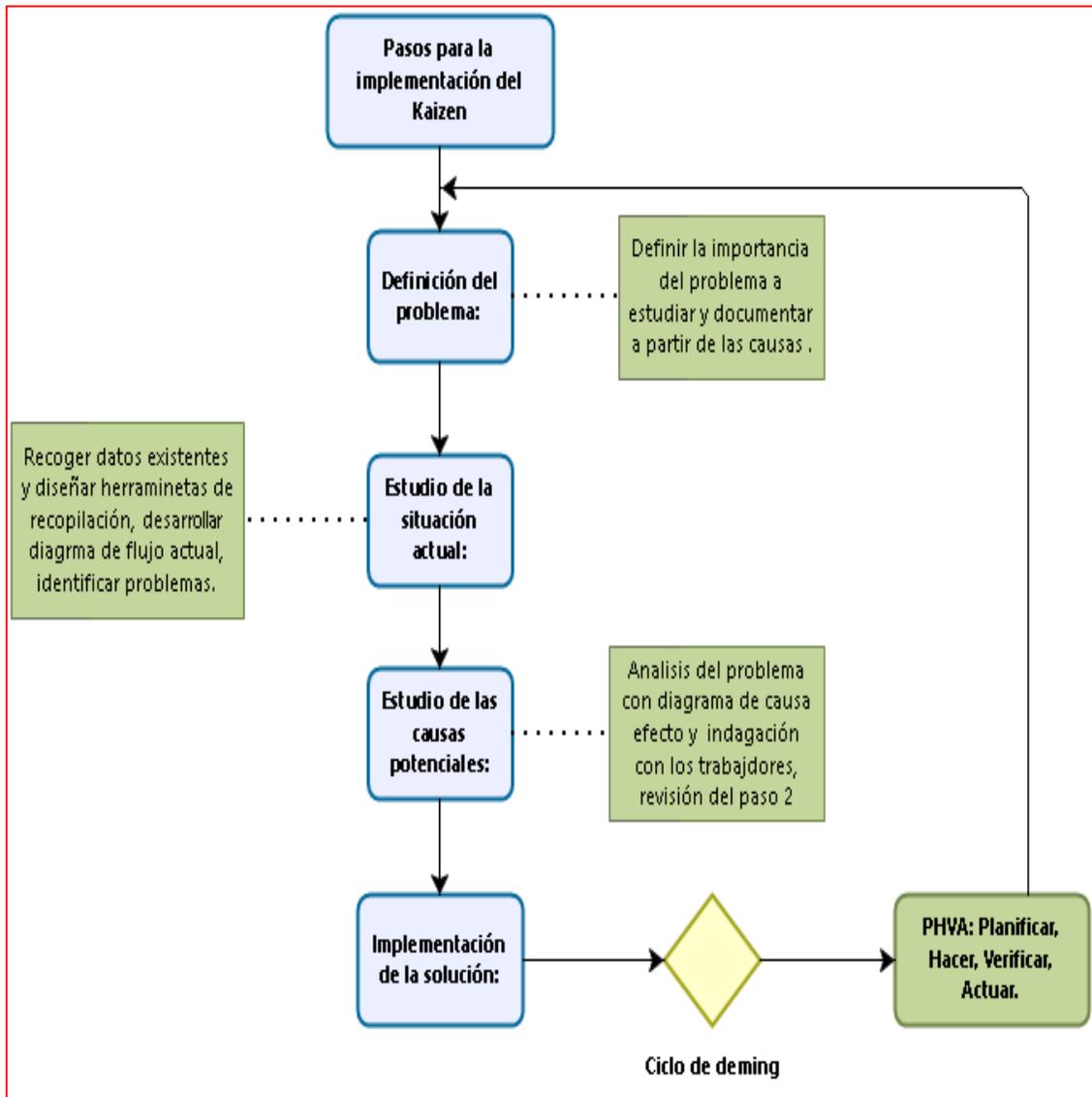


Figura 15: Pasos para la implementación del Kaizen(Fuente: Elaboración propia.)

Hay que resaltar que sea cualquiera el área de aplicación del SMED se debe seguir los pasos propuesto por el padre de esta técnica, y en esta oportunidad reforzada con el aporte de la metodología de KAIZEN tendremos más posibilidades de obtener los resultados deseados. Según el análisis de los artículos revisados para esta investigación se espera alcanzar los beneficios explicados en la tabla siguiente.

Tabla 14

Beneficio de su aplicación conjunta del SMED.

Beneficios Directos	Beneficios Indirectos
Reducción del tiempo de configuración	Mayor seguridad
Reducción del tiempo pasado con ajuste fino	Reducción de inventarios
Menos errores durante cambios de formato	Aumento de la flexibilidad
Mejora de la calidad del producto	Racionalización de los instrumentos

Datos usados de: J. Technol. Manag. Innov. 2011, Volumen 6, Número 1(Fuente: elaboración propia).

2.2. Recopilación de información y análisis

El desarrollo de este proyecto está sustentado con la información recopilada día a día de cada uno de los procesos que comprenden los periodos productivos, en esta oportunidad tomamos como muestra tres periodos que corresponden a los meses de julio, agosto y septiembre por ser una matriz consistente y mejor estabilidad en comparación a los trimestres anteriores que muestran una distorsión en su información por efectos externos al proceso normal, y por ende nos ofrecerán resultados no ajustados a la problemática que se presenta, como objeto de estudio. Este trabajo se realiza aprovechando las condiciones existentes en la empresa, la facilidad que nos brinda de disponer de la información en el área de producción y almacén, dicha información está siendo analizada durante el desarrollo del proyecto y se obtiene los datos precisos de nuestra realidad para compararlo con otros resultados encontradas externamente a través de la indagación a diferentes revistas internacionales donde podemos encontrar artículos con investigaciones que han permitido solucionar problemas de sus empresas donde ejecutaron.

Para realizar una data aceptable se ha revisado 31 artículos relacionados directa o indirectamente con el proceso que se desea implementar, documentos que han enriquecido y ampliado nuestra visión de las mejoras que necesita la empresa.

Tabla 15
Descripción de los artículos analizados.

Title	ISSN	Obtained results	Year	Analysis
Improving changeover time: a tailored SMED approach for welding cells	2212-8271	33%	2015	If you meet the conditions
Combining SMED methodology and ergonomics for reduction of setup in a turning production area.	2351-9789	48%	2017	If you meet the conditions
Impact Analyses of Lean Production Systems	2212-8271		2112	If you meet the conditions
SMED methodology: The reduction of setup times for Steel Wire-Rope assembly lines in the automotive industry	2351-9789	58%	2017	If you meet the conditions
A case study: SMED & JIT methodologies to develop continuous flow of stamped parts into AC disconnect assembly line in Schneider Electric Tlaxcala Plant.	2405-8963	77%	2015	If you meet the conditions

The Design of JMP/SAP Based Six Sigma Management System and its Application in SMED	1877-7058		2017	If you meet the conditions
Designing a Future Value Stream Mapping to Reduce Lead Time using SMED-A Case Study	2351-9789	62%	2015	If you meet the conditions
Standardization – One of the Tools of Continuous Improvement	1877-7058		2016	If you meet the conditions
Standardization and optimization of an automotive components production line	2351-9789	16%	2017	If you meet the conditions
Motives to standardize: Empirical evidence from Germany	0166-4972		2016	If you meet the conditions
Standardization efforts: The relationship between knowledge dimensions, search processes and innovation outcomes	0166-4972		2015	If you meet the conditions
Production System change strategy in lightweight manufacturing	2212-8271		2016	If you meet the conditions
Desarrollo e implementación de una metodología para el intercambio rápido de herramientas en ambientes de manufactura contratada	0104-530X		2009	If you meet the conditions
Metodología de Shigeo Shingo (SMED): análisis crítico y estudio de caso	0104-530X		2007	If you meet the conditions

A method for the calculation of economic benefits and development of setup time reduction strategies	0104-530X	50%	2010	If you meet the conditions
Single Minute Exchange of Die. A Case Study Implementation	0718-2724		2011	If you meet the conditions
A Teoria das Restrições como Balizadora das Ações Visando a Troca Rápida de Ferramentas	0103-6513		2007	If you meet the conditions
Método SMED: Análise e aperfeiçoamento	1132-175X	76%	2016	If you meet the conditions
Improving the efficiency of the production process using SMED	2261-236X	44%	2018	If you meet the conditions
Setup Analysis: Combining SMED with Other Tools	2082-1344	38%	2015	If you meet the conditions
Single Minute Exchange of Die. A Case Study Implementation	0718-2724		2011	If you meet the conditions
Manufacturing performance impact of kaizen-blitz implementation in several automotive components first tier suppliers	1132-175X		2007	If you meet the conditions
The Effect of SMED on Benefits Gained in Maquiladora Industry			2016	Does not meet the requirements.

The Single Minute Exchange of Die Methodology in a High-Mix Processing Line.	2016	Does not meet the requirements.
THE USE OF LEAN MANUFACTURING TECHNIQUES – SMED ANALYSIS TO OPTIMIZATION OF THE PRODUCTION PROCESS	2017	Does not meet the requirements.
Study and designing of new chute plate for single minute exchange of die (SMED) in sheet metal industry on high speed presses	2015	Does not meet the requirements.
Visual management in two Brazilian companies: a case study	2013	Does not meet the requirements.
Improving the efficiency of the production process using SMED	2018	Does not meet the requirements.
Improving setup time in a Press Line – Application of the SMED methodology	2010	Does not meet the requirements.
Set-up time Reduction of a Manufacturing Line using SMED Technique	2014	Does not meet the requirements.

A CASE STUDY AND ANALYSIS OF SETUP		Does not meet
REDUCTION FOR STAMPING DIES – SMED	2013	the
APPROACH		requirements.

Detalle de artículos investigados (Fuente: Elaboración propia).

Todos los artículos descritos en la tabla 15 se ajustan a la problemática en estudio, pero algunos artículos aún no están validados por la revista SJR que realiza un ranking mundial y lo clasifica según su factor de impacto.



Figura 16: SJR de validación de artículos según factor Q1_Q4 (Fuente: <https://www.scimagojr.com/>).

2.2.1. Datos de la empresa.

La toma de información en la empresa se realizó mediante la técnica de observación directa no estructurada adquiriendo así la data que se usara en esta investigación, considerando además que mucha de esta información ya viene siendo acumulada por las áreas correspondientes dentro de la estructura de la empresa. Todas las actividades e incidencias son registradas en el documento llamado Reporte Diario de Producción, formato que describe a detalle cada una de las tareas realizadas durante el turno y los problemas presentados, cuanto tiempo ha sido asignado a solución de cada problema, también describe cuales son los requerimientos

anticipados para prevenir sus escases, y cuales han sido las causas que lo genera cuando existe paradas inesperadas durante la producción de la empresa en estudio. La información recopilada es analizada a través de gráficos y cuadros plasmados durante el proyecto, representaciones que muestran en síntesis los problemas y soluciones encontradas.

Tabla 16
Variación del tiempo de montajes mes de julio.

Medida.	Ocurrencias.	Tiempo (min)	Fecha
TLAFRED 3/4" X 6.0M	Montaje Completo.	570	02/07/2018
TLAFRED 2" X 6.0M	Montaje Completo.	510	07/07/2018
TLAFREC 1 X 2" X 6.0M	Montaje Completo.	540	12/07/2018
TLAFCUA 1-1/2" X 6.0M	Montaje Completo.	360	19/07/2018
TLAFCUA 1" X 6.0M	Montaje Completo.	480	23/07/2018
TLAFREC 1/2 X 1-1/2" X 6.0M	Montaje Completo.	510	27/07/2018

Medidas consideradas en este periodo (Fuente: Elaboración propia).

Tiempos que son representados proporcionalmente, tomando en consideración cada una de las medidas fabricadas en dicho periodo, lo cual se representa en el siguiente gráfico.

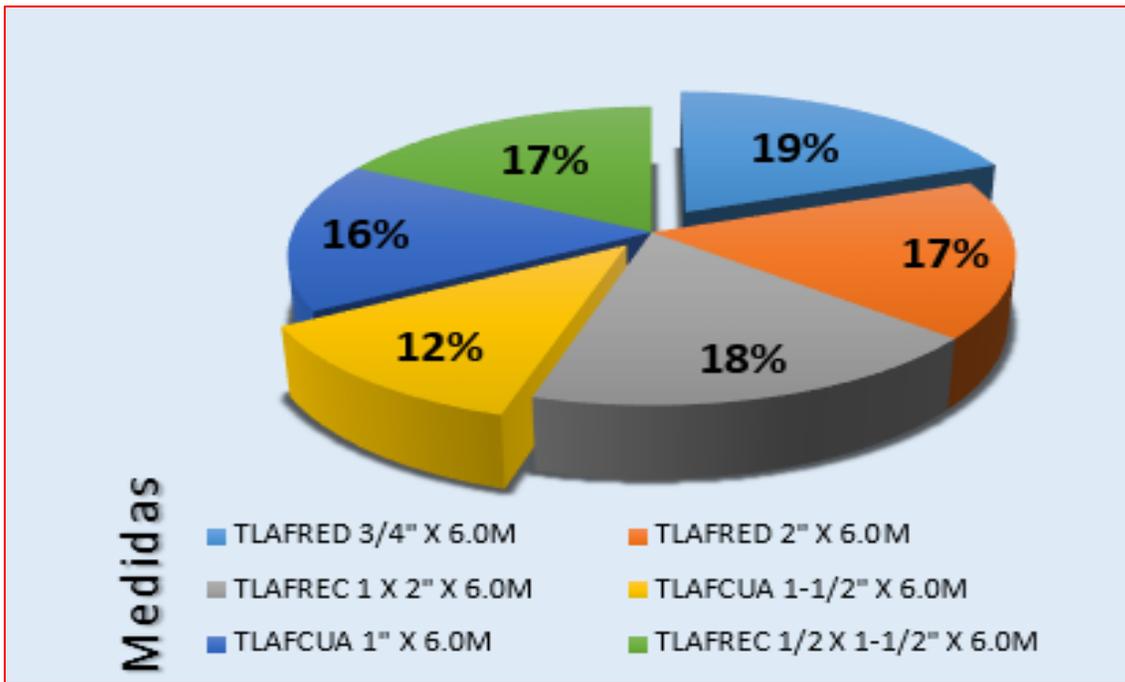


Figura 17: Proporción equivalente a los tiempos de montaje (Fuente: Elaboración propia).

2.2.2. Datos de la investigación científica.

Para el caso de la literatura que da soporte teórico a la investigación se indago a través de diferentes medios, como la biblioteca UPN, Google, Google Académico, las instituciones gubernamentales como el INEI, MINCETUR, PRODUCE, SUNAT, asociaciones Privadas nacionales como Aceros Arequipa, Sider Perú, entes internacionales como ALACERO, y la Organización mundial del acero, periódicos de gran trayectoria como es Gestión, y El Peruano.

De la revisión sistemática de estas fuentes se recopiló los PAPERS, y se hace un reconocimiento a los países que hicieron las publicaciones, siendo Brasil el país mayor número de artículos y la revista Elsevier con 11 publicaciones, conforme se describe en la figura.

Etiquetas de fila	Advances in Applied Science	Conferences and Proceedings	Dialnet	EDP Sciences (DOAJ)	EDP Sciences	Elsevier B.V	IFAC	index copernicus	INPRESSCO	Journal of Competitiveness	Journal system	Redalyc.Org	Revistadyo	SciELO Analytics	Sciendo (DOAJ)	Sustainability	Total general
Alemania.						2									1		3
Brasil.													1	4			5
Chile.			1											1			2
China.						2											2
Eslovaquia.											1						1
España.			1														1
Francia.					1												1
Holanda.						2											2
India.	1								1								2
Malaysia.						1		1									2
México.						1										1	2
Polonia.				1													1
Portugal.						2	1										3
Republica checa.										1							1
Rusia.						1											1
Suecia.			1														1
Venezuela.												1					1
Total general	1	1	2	1	1	11	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	31

Figura 18: Nombre de revistas y países de publicación (Fuente: Elaboración propia).

También se muestra el detalle de las publicaciones emitidas por año, mediante las diferentes revistas usadas para su publicación, siendo la revista Elsevier BV la que más aportando con publicaciones, así como también los años en los que se realizó la mayor cantidad, correspondiente al 2015 y 2016 con 6 ejemplares cada uno, artículos que están siendo de gran importancia en esta investigación.

Cuenta de Editorial	Year											Total general
Editorial	2007	2009	2010	2011	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2112	Total general
Advancesinappliedscience							1					1
Conferences and Proceedings								1				1
Dialnet.		1		1								2
EDP Sciences (DOAJ)										1		1
EDP Sciences (matec web of conferences)										1		1
Elsevier B.V							4	2	4		1	11
IFAC			1									1
index copernicus.					1							1
INPRESSCO						1						1
Journal of Competitiveness								1				1
Journal system									1			1
Redalyc.Org					1							1
Revistadyo.								1				1
SciELO Analytics		2	1	1	1							5
Sciendo (DOAJ)							1					1
Sustainability								1				1
Total general	3	1	2	2	2	1	6	6	5	2	1	31

Figura 19: Nombre de revistas y año de publicación (Fuente: Elaboración propia).

Artículos que han sido validados por la SJR (Scimago Journal & Country Rank) indicador que mide la influencia científica de las revistas académicas y los clasifica según su factor de impacto dentro de diferentes categorías arrojando resultados medibles como los descritos en la siguiente figura. Es oportuno mencionar que cada uno de los artículos utilizados para esta investigación está respaldado y detallados en una tabla adjuntada en los anexos donde se describe el nombre de la investigación y el sitio Web de donde obtuvo.

Dejamos una muestra de la validación realizada a cada uno de los artículos.



Figura 20: Muestra de validación realizado a diferentes revistas científicas SJR (Fuente: Elaboración propia).

CAPÍTULO III. RESULTADOS

La implementación de las técnicas estudiadas durante todo el proceso va a permitir reducir el tiempo de cambio de un producto a otro pasando de 480 minutos en promedio a 288 minutos, una reducción esperada de 40% en el tiempo de configuración, se espera alcanzar este resultado con la implementación de las 2 primeras etapas del método establecido por Shingeo Shingo. Para la implementación de las etapas restantes se tendrá que elaborar un proyecto de inversión donde se detalle monetariamente la cantidad requerida y el tiempo de retorno, por tratarse de líneas de producción particulares en el mercado nacional.

Para este caso se trabajó con el promedio en todos los montajes involucrados, 480 minutos como se detalla anteriormente y los resultados han sido comparados con el producto de la investigación teórica respaldado por los artículos descritos en la tabla 15, donde se ha obtenido una reducción general de 47% aproximadamente, pero queriendo obtener resultados más reales se ha tomado un 40% para hacer la comparación.

Tabla 17
Resultados esperados de la aplicación del SMED y KAIZEN.

Método Actual (mes)	(min)	Método Actual (mes)	(min)
Julio		Julio	
Montajes (1 x 480 min).	480	Montajes (1 x 480 min).	480
Tiempo Total Montajes (6 veces).	2 880	Tiempo Total Montajes 60%	1 728
Tiempo Total disponible mes.	34 500	Tiempo Total disponible mes	34 500
Tiempo Disponible producción.	31 620	Tiempo Disponible producción	32 772
Unidades Producidas (mes).	120 000	Unidades Producidas (mes).	124 372

% tiempo asignado a Montaje:		8,35%	% tiempo asignado a Montaje:		5,01%
Agosto			Agosto		
Montajes (1 x 480 min).	480		Montajes (1 x 480 min).	480	
Tiempo Total Montajes (8 veces).	3 840		Tiempo Total Montajes 60%	2 304	
Tiempo Total disponible mes.	34 500		Tiempo Total disponible mes	34 500	
Tiempo Disponible producción.	30 660		Tiempo Disponible producción	32 196	
Unidades Producidas (mes).	149 000		Unidades Producidas (mes).	156 465	
% tiempo asignado a Montaje:		11,13%	% tiempo asignado a Montaje:		6,68%
Septiembre.			Septiembre.		
Montajes (1 x 480 min).	480		Montajes (1 x 480 min).	480	
Tiempo Total Montajes (7 veces).	3 360		Tiempo Total Montajes 60%	2 016	
Tiempo Total disponible mes.	24 000		Tiempo Total disponible mes	24 000	
Tiempo Disponible producción.	20 640		Tiempo Disponible producción	21 984	
Unidades Producidas (mes).	107 000		Unidades Producidas (mes).	113 967	
% tiempo asignado a Montaje:		14,00%	% tiempo asignado a Montaje:		8,40%

Comparación de resultados (Fuente: elaboración propia).

Se obtiene un ahorro en montajes de 1 334 minutos promedio, lo cual es el equivalente al 4,46 % de tiempo disponible, tiempo que será usado en la producción de diferentes medidas contabilizando un promedio de 6268 unidades, incremento productivo por periodo de 30 días.

Tabla 18
Resumen comparativo del resultado alcanzado.

Método Actual (mes)		Método SMED y KAIZEN (mes)	
Promedio de tiempo montajes.	3 360	Promedio de tiempo montajes.	2 016

% tiempo asignado al montaje.	11,16%	% tiempo asignado al montaje.	6,70%
Promedio de unidades.	125 333	Promedio de unidades.	131 601

Resumen tabla anterior (Fuente: Elaboración propia).

Se calcula un incremento de la producción anual proyectado de 4.80% siendo un aproximado de 75,216 unidades al año, productos que van a incrementar la rentabilidad de la empresa de manera considerable.

Tabla 19
Síntesis general de resultados proyectados.

Descripción:	Beneficio mes.	Proyección anual.
Tiempo ahorrado promedio por montaje	1 344	16 128
% de tiempo total ahorrado	4,46%	4,46%
Unidades producidas en el tiempo ahorrado.	6 268	75 216
Incremento de la productividad promedio	4,80%	4,80%

Datos proyectados (Fuente: Elaboración propia).

Otros resultados indirectos que se espera alcanzar con la puesta en marcha de esta investigación se detallan:

Reducción del tiempo de paradas de máquina. - Muchas de estas paradas se dan porque no se trabaja con un procedimiento definido y se realiza las actividades a criterio de cada operador lo que conduce a la modificación permanente, con la aplicación de la metodología se estandarizaran los procesos para evitar los desperdicios (Muda).

El fortalecimiento del grupo de trabajo. - Esto se espera, debido a que el personal que participa en el plan piloto tendrá la posibilidad de compartir sus ideas para mejorar sus puestos de trabajo, ideas que serán analizadas previamente por las áreas correspondientes para ser

implementadas como parte de la mejora que se quiere alcanzar, aquí se deja el mensaje que todos son valorados dentro del equipo y reconocidos por la empresa.

Mejora de la atención al cliente. - La ejecución correcta de las técnicas en los procesos influirá indirectamente en la reducción de los tiempos de atención a nuestro cliente, alcanzando a entregar sus productos con mayor rapidez, debido a que las producciones están condicionadas a pedidos establecidos anticipadamente (JIT).

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES.

Este estudio realizado en la empresa dedicada a la elaboración de tubos metálicos electro soldados fabricados bajo la norma A500 y A513, tiene como objetivo la implementación de la metodología Smed y Kaizen en su proceso de cambio de montaje de línea. Con la finalidad de alcanzar la mejora continua tan necesitada, la implementación nos permitirá ahorrar un 40% del tiempo que toma dicha configuración incrementando así la productividad de la empresa en 4.8% durante el año.

Los beneficios directos alcanzados, como la reducción de los tiempos de montaje, la estandarización de sus procesos, el aprovechamiento de las ideas del personal obtenidas en las diferentes reuniones realizadas para mejorar los puestos de trabajo, más el compromiso de la empresa serán los pilares que sostengan el éxito, más los beneficios indirectos que se lograra con la reducción de tiempos de parada, el fortalecimiento del equipo y la mejora en la atención de nuestro cliente. Aumentaran el % de beneficio alcanzado en favor de la empresa.

La investigación de los artículos que se ha realizadas para este estudio nos indican que si es posible alcanzar los objetivos planteados, reorganizando cada una de las tareas y solucionando los cuellos de botella existentes, eliminando los desperdicios que se presentan dentro del plan piloto seleccionado, con lo cual se mejorara las condiciones de trabajo actuales de esta planta industrial.

REFERENCIAS

- Guzmán, P., y Salonitis, K. (2013). Improving changeover time: a tailored SMED approach for welding cells. *SciVerse ScienceDirect*, 598 – 603.
- Brito, M., Ramos, A., L., Carneiro, P., y Goncalves, M., A. (2017). Combining SMED methodology and ergonomics for reduction of setup in a turning production area. *ScienceDirect*, 1112 – 1119.
- Dombrowski, U., Ebentreich, D., y Krenkel, P. (2016). Impact analyses of lean production systems. *ScienceDirect*, 607 – 612.
- Rosa, C., Silva, F., J., G., Pinto, L., y Campilho, R. (2017). SMED methodology: The reduction of setup times for Steel Wire-Rope assembly lines in the automotive industry. *ScienceDirect*, 1034 – 1042.
- Rodríguez, R., Sánchez, D., Martínez, J., L., y Arvizu, E. (2015). A case study: SMED & JIT methodologies to develop continuous flow of stamped parts into AC disconnect assembly line in Schneider Electric Tlaxcala Plant. *ScienceDirect*, 1399 – 1404.
- Chen, S., Fan, S., Xiong, J. y Zhang, W. (2017). The Design of JMP/SAP Based Six Sigma Management System and its Application in SMED. *ScienceDirect*, 416 – 424.
- Azizi, A., y Manoharan, T. (2015). Designing a Future Value Stream Mapping to Reduce Lead Time using SMED-A Case Study. *ScienceDirect*, 153 – 158.
- Míkva, M., Prajová, V., Yakimovich, B., korshunov, A., y Tyurin, I. (2016). Standardization – one of the tools of continuous improvement. *ScienceDirect*, 329 – 332.
- Antoniolli, I., Guariente, P., Pereira, T., Pinto, L., y Silva, F., J., G. (2017). Standardization and optimization of an automotive components production line. *ScienceDirect*, 1120 – 1127.

- Blind, K., y Mangelsdorf, A. (2016). Motives to standardize: Empirical evidence from Germany. *Technovation*, 13 – 24.
- Xie, Z., Hall, J., McCarthy, I., P., Skitmore, M., y Shen L. (año?). Standardization efforts: The relationship between knowledge dimensions, search processes and innovation outcomes. *Technovation*, 69 – 78.
- Kurdve, M., Sjogren, P., Gasvaer, D., Widfeldt, M., y Wiktorsson, M. (2016). Production Systems change strategy in lightweight manufacturing. *ScienceDirect*, 160 – 165.
- Vieira, S., Araujo, I., R., Amaral, A., Adams, J., Ferreira, F., y Adrian, M. (2009). Desarrollo e implementación de una metodología para el intercambio rápido de herramientas en ambientes de manufactura contratada. *Gestión y Production*, 16(3).
- Miguel, S., McIntosh, R., I., y Novaski, O. (2007). Metodología de Shigeo Shingo (SMED): análisis crítico y estudio de caso. *Gestión y Production*, 14(2).
- Pauka, M., E., y Murta, J. (2010). A method for the calculation of economic benefits and development of setup time reduction strategies. *Gestión y Production*, 17(3).
- Carrizo, A. y Campos, G. (2011). Single Minute Exchange of Die. A Case Study Implementation. *Journal of Technology Management & Innovation*, 6(1).
- Valle, J., A., y Henrique, L. (1993). A Teoria das Restrições como Balizadora das Ações Visando a Troca Rápida de Ferramentas. *Production*, 3(2).
- Parisotto, C., y de Jesus, D. (2016). Método SMED: Análise e aperfeiçoamento. *Direction y Organization* 60, 4 – 23.
- Skotnicka, B., Wolniak, R., y Gębalska, A. (2018). Improving the efficiency of the production process using SMED. *MATEC Web conferences* 183.

Stadnicka, D. (2015). Setup Analysis: Combining SMED with Other Tools. *Management and Production Engineering Review*, 6(1), 36 – 50.

Marin, J., Garcia, J., y Miralles, C. (2007). Manufacturing Performance: Impact of kaizen-Blitz Implementation in Several Automotive Components First Tier Suppliers. *International conference on industrial engineering and industrial Management*.

Díaz, J., R., García, J., L., Martínez, V., Blanco, J., Jiménez, E., y Avelar, L. (2016). The Effect of SMED on Benefits Gained in Maquiladora Industry. *Sustainability*.

Jan, F. (2016). The Single Minute Exchange of Die Methodology in a High-Mix Processing Line. *Journal of competitiveness*, 8(2), 59 – 69.

Sabadka, D., Molnar, V., y Fedorko, G. (2017). The use of lean manufacturing techniques – SMED analysis to optimization of the production process. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 11(3), 187 – 195.

Ram, K., Kumar, S., y Singh, D., P. (2015). Study and designing of new chute plate for single minute exchange of die (SMED) in sheet metal industry on high speed presses. *Pelagia Research Library*, 6(10), 54 – 72.

De Souza, C., Machado, L., Almeida, S., y Dias, F. (2013). Visual management in two Brazilian companies: a case study. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 3(11), 49 – 56.

Skotnicka, B., Wolniak, R., y Gębalska, A. (2018). Improving the efficiency of the production process using SMED. *MATEC Web conferences*, 183(01102).

Simões, A., y Tenera, A. (2010). Improving setup time in a Press Line – Application of the SMED methodology. *UNIDEMI*, 297-302.

Shinde, S., Jahagirdar, S., Sane, S., y Karandikar, V. (2014). Set-up time Reduction of a Manufacturing Line using SMED Technique. *INPRESSCO – International Press Corporation*, 2(2).

Musa, M., A., Ibrahim, A., M., Ravi, S., Abidin, Z., F., y Wan Mat, W., A. (año?). A case study and analysis of setup reduction for stamping dies – smed approach. *Global engineers & technologists review*,1-9.

Shingo, S. (1990), Una revolución en la producción: El sistema SMED, Madrid, TGP Tecnologías de gerencia y producción.

Masaaki, I. (1989), KAIZEN: La Clave de la Ventaja Competitiva Japonesa, México, Compañía Editorial Continental.

ANEXOS

LINCK WEB DE OBTENCIÓN DE PAPERS.

N°	Title	Linck Web
1	Improving changeover time: a tailored SMED approach for welding cells	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827113003089
2	Combining SMED methodology and ergonomics for reduction of setup in a turning production area.	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917308107
3	Impact Analyses of Lean Production Systems	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827116312598
4	SMED methodology: The reduction of setup times for Steel Wire-Rope assembly lines in the automotive industry	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235197891730745X
5	A case study: SMED & JIT methodologies to develop continuous flow of stamped parts into AC disconnect assembly line in Schneider Electric Tlaxcala Plant.	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896315005212
6	The design of jmp/sap based six sigma management system and its application in smed.	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817301613

7	Designing a Future Value Stream Mapping to Reduce Lead Time using SMED-A Case Study	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978915000281
8	Standardization – one of the tools of continuous improvement	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816311845
9	Standardization and optimization of an automotive components production line	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917308119
10	Motives to standardize: Empirical evidence from Germany	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016649721600002X
11	Standardization efforts: The relationship between knowledge dimensions, search processes and innovation outcomes	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166497215000929
12	Production System change strategy in lightweight manufacturing	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827116303304
13	Desarrollo e implementación de una metodología para el intercambio rápido de herramientas en ambientes de manufactura contratada	http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2009000300004
14	Metodología de Shigeo Shingo (SMED): análisis crítico y estudio de caso	http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2007000200010

15	A method for the calculation of economic benefits and development of setup time reduction strategies	http://www.scielo.br/scielo.php?script=sciarttext&pid=S0104-530X2010000300011
16	Single minute exchange of die. a case study implementation	http://www.jotmi.org/index.php/GT/article/view/cas30
17	A teoria das restrições como balizadora das ações visando a troca rápida de ferramentas	http://www.scielo.br/scielo.php?script=sciarttext&pid=S0103-65131993000200001
18	Método SMED: Análise e aperfeiçoamento	https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5863281
19	Improving the efficiency of the production process using SMED	https://doaj.org/article/452b2c5aa8764b6284411a3dc7ed6435
20	Setup Analysis: Combining SMED with Other Tools	https://doaj.org/article/50c4729cde894a218b9535305e3c90e0
21	Single Minute Exchange of Die. A Case Study Implementation	https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3677604
22	Manufacturing performance impact of kaizen-blitz implementation in several automotive components first tier suppliers	https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2685578
23	The effect of smed on benefits gained in maquiladora industry	file:///C:/Users/Asus%20AMD/Downloads/sustainability-08-01237.pdf
24	The single minute exchange of die methodology in a high-mix processing line.	https://www.cjournal.cz/files/218.pdf

25	The use of lean manufacturing techniques – smed analysis to optimization of the production process	http://www.astrj.com/The-Use-of-Lean-Manufacturing-Techniques-SMED-Analysis-to-Optimization-of-the-Production,76067,0,2.html
26	Study and designing of new chute plate for single minute exchange of die (SMED) in sheet metal industry on high speed presses	http://www.imedpub.com/abstract/study-and-designing-of-new-chute-plate-for-single-minute-exchange-of-diernsmed-in-sheet-metal-industry-on-high-speed-presses-13769.html
27	Visual management in two Brazilian companies: a case study	http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215030400006
28	Improving the efficiency of the production process using SMED	https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2018/42/mateconf_gpi2018_01002/mateconf_gpi2018_01002.html
29	Improving setup time in a press line – application of the smed methodology	https://research.unl.pt/en/publications/improving-setup-time-in-a-press-line-application-of-the-smed-methodology(dd0f09da-53dc-41aa-959c-f173ac065617)/export.html
30	Set-up time Reduction of a Manufacturing Line using SMED Technique	http://inpressco.com/wp-content/uploads/2014/07/Paper150-53.pdf

31	A case study and analysis of setup reduction for stamping dies – smed approach	http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.677.5337&rep=rep1&type=pdf
----	---	---

Fuente: Elaboración propia.

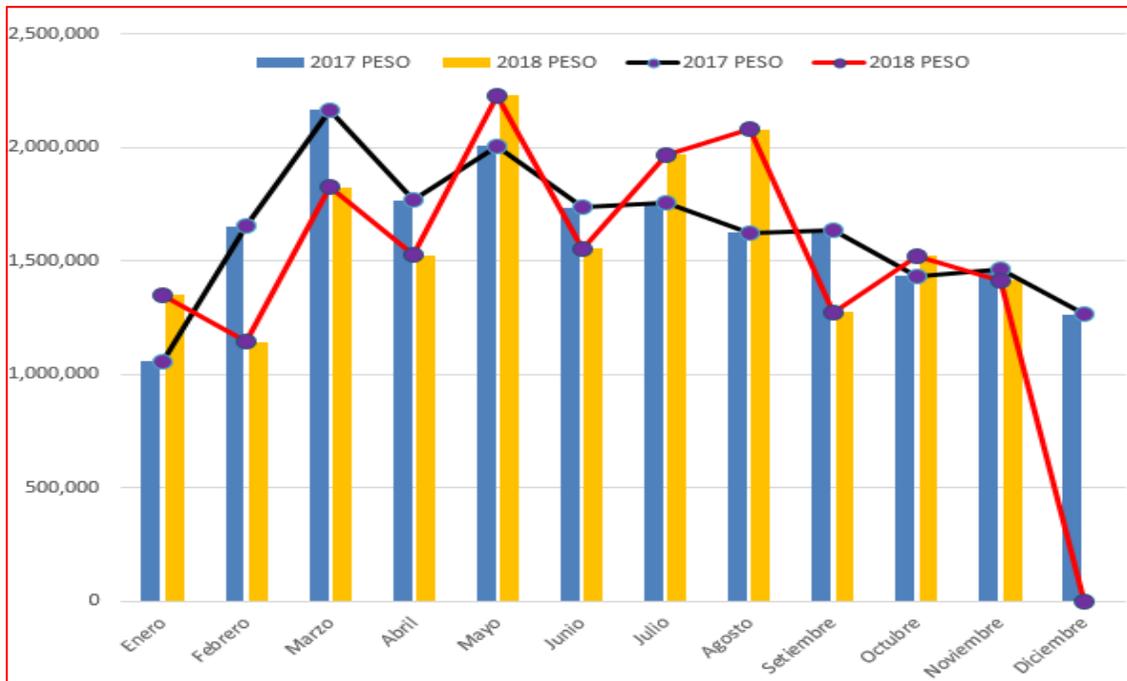


Figura 21: Comparación de las TM fabricadas entre 2017-2018.

Fuente: elaboración propia.

Existe un 1.1% de retroceso en el 2018

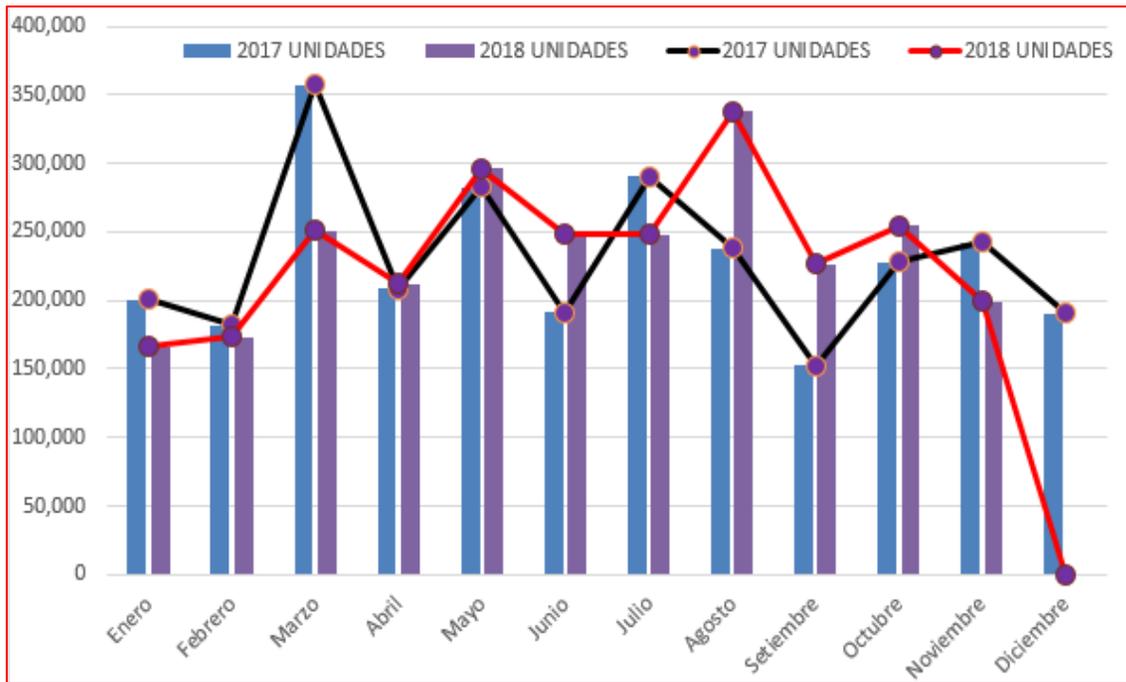


Figura 22: Comparación de las unidades producidas entre 2017-2018.

Fuente: elaboración propia.

Existe un 1.1% de retroceso en el 2018