



**Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Contaduría y
Administración**



Tesis

**“GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO Y REDUCCIÓN DE
TIEMPOS MUERTOS: CASO TROQUELADOS
AUTOMOTRICES.”**

Para Obtener el Grado:

Maestría en Administración

Presenta:

Miguel Ángel Guerra Guerra

Dirigida por:

Dra. Ilia Violeta Cazares Garrido

Santiago de Querétaro Noviembre del 2013

**Gestión del conocimiento y reducción de tiempos muertos: Caso Troquelados
Automotrices.**

Miguel Ángel Guerra Guerra

Universidad Autónoma de Querétaro

Posgrado de la Facultad de Administración



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Contaduría y Administración
Maestría en Administración

GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO Y REDUCCIÓN DE TIEMPOS MUERTOS: CASO TROQUELADOS AUTOMOTRICES

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Maestría en Administración

Presenta:

Miguel Ángel Guerra Guerra

Dirigido por:

Dra. Iliá Violeta Cázares Garrido

SINODALES

Dra. Iliá Violeta Cázares Garrido
Presidente

Firma

Dra. Alejandra E. Urbiola Solís
Secretario

Firma

Dra. Clara Escamilla Santana
Vocal

Firma

Dra. Patricia Luna Vilchis
Suplente

Firma

Dra. María Luisa Álvarez Medina
Suplente

Firma

Dr. Arturo Castañeda Olalde
Director de la Facultad de Contaduría y
Administración

Dr. Irineo Torres Pacheco
Director de Investigación y
Posgrado

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Noviembre de 2013
México

RESUMEN

El conocimiento o know how se logra cuando las compañías vencen diariamente retos y aprenden en el proceso. Este aprendizaje se considera el capital intelectual y es el que le permite a las empresas ser más competitivas, diferenciarse de sus competidores, continuar creciendo y permanecer en la competencia. El conocimiento se origina y está alojado en los empleados por lo que se debe convertir y transferir a la memoria de la compañía para evitar que el conocimiento se vaya cuando los trabajadores la abandonan. La mejor forma de hacer esto y aprovechar el conocimiento es a través de la gestión del conocimiento. Este trabajo busca informar acerca de cómo aprovechar el conocimiento que tiene y genera una compañía sin invertir en tecnologías de la información o requerir personal adicional. Esto ya que se busca se pueda aplicar en mipymes. La empresa que permitió que se tomaran los datos y se aplicara la mejora es llamada Troquelados Automotrices para mantener la confidencialidad de la misma. Esta está clasificada como pequeña empresa. El indicador utilizado para medir si la propuesta es efectiva son los minutos de tiempo muerto ocasionados por troqueles dañados. El conocimiento que se quiere aprovechar es el de cómo reparar los troqueles dañados. Se logra esto implementando un procedimiento para que cada vez que suceda una descompostura de troquel el encargado de repararlo, vea la carpeta que contiene como se han resuelto problemas anteriores. En caso de que ya se haya resuelto el problema antes, el tiempo muerto solo incluye el necesario para la reparación y no aprender que se tiene que hacer para repararlo en cada ocasión. Si el problema no ha sido resuelto anteriormente, una vez resuelto, se tiene que documentar el cómo se resolvió y agregarlo a la carpeta de problemas resueltos. Una vez comparados los resultados de antes de la propuesta de mejora contra los datos después de esta, se observa una reducción de más del 40% en los tiempos muertos.

(Palabras clave: Gestión de conocimiento, mejora y tiempos muertos

SUMMARY

Knowledge, or know-how, is achieved when companies overcome challenges and learn in the process on a daily basis, this learning is considered intellectual capital and is what enables companies to be more competitive, differentiating themselves from their competitors, growing continually and remaining in the competition. Know-how originates and is found among the employees and should therefore be converted and transferred to the company's memory to avoid losing it when workers leave. The best way to do this and to take advantage of this know-how is through knowledge management. This study seeks to give information on how to take advantage of the knowledge the company has and creates without investing in information technologies or requiring additional personnel. This is so it can be applied to MSMEs. The company that permitted using their data and applying this improvement will be called *Troquelados Automotrices* in order to assure confidentiality. This company is classified as a small enterprise. The indicator used to determine if the proposal is effective is downtime minutes caused by damaged dies. The knowledge to be taken advantage of is how to repair the damaged dies. This is achieved by using a procedure so that every time there is a die breakdown, the person in charge of the repair can consult the binder containing how former problems were solved. If the problem has been solved before downtime only includes the time necessary for the repair, not having to learn each time what to do. If the problem has not been solved before, once solved, the way in which it was solved must be documented and added to the problems-solved binder. Once the results from before the improvement proposal were compared with data from after it, a reduction in downtime of 40% was observed.

(Key words: Knowledge management, improvement, downtime)

INDICE

1. Introducción	9
2. Antecedentes	9
2.1. Información de la Compañía	10
2.1.1. Organigrama	10
2.1.2. Política de Calidad	11
2.2. Tipo de Empresa	12
3. Marco Teórico	14
3.1.- Capital Intelectual y Gestión del Conocimiento	14
3.1.1. Capital Intelectual	15
3.1.2. Gestión de conocimiento	19
3.2.Sistemas de Gestión de Mejora en la Organización	26
3.2.1.Ciclo de Deming	26
3.2.2.Seis sigma	27
3.2.3.kaizen lean manufacturing	37
4. Metodología	47
4.1. Problema a Resolver	48
4.1.1. Descripción	48
4.1.2. Magnitud	50
5.1.3. Alcance	51
5.1.4. Relevancia	51
4.2. Objetivo	52
4.3. Preguntas de Investigación	52
4.4. Tamaño de Muestra.	52

	IV
4.5.Recolección de Datos de Línea Base.	53
4.6. Recolección de Datos Después de la Mejora	73
4.7.Propuesta de Mejora	62
5. Resultados	73
5.1. Datos de Línea Base	54
5.2. Propuesta de Mejora	
5.3. Datos Después de la Mejora	73
5.4. Comparación de Datos Antes y Después de la Mejora	79
Comentarios Finales.	83

INDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1	Micro, pequeña, mediana y gran empresa estratificación de los establecimientos.	13
2	Compañías seleccionadas como las empresas del conocimiento más admiradas del 2012.	18

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Organigrama de Troquelados Automotrices.	11
2	Modelo SECI de Nonaka.	28
3	Curva de probabilidad normal.	31
4	Distribución normal dividida por sigmas.	32
5	Capacidad de proceso y sus defectos asociados.	33
6	Características de un sistema	34
7	DMAIC dentro de un sistema.	34
8	Línea del tiempo con eventos importantes en producción.	40
9	Actividades que agregan valor y actividades que no agregan valor.	42
10	Efecto del sobre inventario.	44
11	Efecto de la reducción del sobre inventario.	45
12	Representación gráfica del problema.	51
13	Forma de registro de producción.	55
14	Tiempos muertos antes de la mejora acomodados por mes.	55
15	Tiempos muertos antes de la mejora en lista.	58
16	Minutos de tiempo muerto antes de la mejora por mes.	60
17	Minutos de tiempo muerto antes de la mejora sin ceros.	60
18	Minutos de tiempo muerto antes de la mejora con promedios.	61
19	Minutos de tiempo muerto antes de la mejora	

	con rangos.	61
20	Suma de tiempos muertos antes de la mejora por mes.	62
21	Suma de tiempos muertos antes de la mejora con Promedio	63
22	Procedimiento para documentación de lecciones aprendidas.	65
23	Modelo SECI y procedimiento de documentación de lecciones aprendidas.	68
24	Forma #90	69
25	Forma #90, encabezado	69
26	Forma #90, planear	71
27	Forma #90, hacer	72
28	Forma #90, estudiar	73
29	Forma #90, actuar	74
30	Tiempos muertos después de la mejora acomodados por mes.	74
31	Tiempos muertos después de la mejora en lista.	76
32	Minutos de tiempo muerto después de la mejora por mes.	77
33	Minutos de tiempo muerto después de la mejora sin ceros.	78
34	Minutos de tiempo muerto después de la mejora con promedios.	78
35	Minutos de tiempo muerto después de la mejora	

	con rangos.	79
36	Suma de tiempos muertos después de la mejora por mes.	79
37	Suma de tiempos muertos después de la mejora con promedio	80
38	Resultado del ANOVA	81
39	Resultado del ANOVA, valor p	81
40	Comparación del total de minutos.	82
41	Comparación del total de minutos antes vs después por mes.	83
42	Comparación del total de minutos antes vs después por mes con promedios.	
	83	

1. Introducción

Como se sabe en un sistema productivo se cuenta con medios de producción y una cantidad limitada de tiempo disponible para generar valor agregado a las materias primas. Por cada minuto que los medios de producción no estén disponibles es dinero que se está dejando de ganar por lo que es muy importante maximizar la disponibilidad de estos; en otras palabras reducir los tiempos muertos. En este trabajo se busca validar si es posible aprovechar el conocimiento que generan día a día los integrantes de una empresa al resolver problemas y que se vea reflejado en una reducción del tiempo que no está la máquina produciendo, también llamado tiempo muerto. Se busca saber si esto es posible hacerlo en una compañía clasificada como pequeña y que por lo tanto no cuenta con el personal ni la infraestructura que tendrían compañías más grandes para la administración del conocimiento. Se propone un método muy sencillo que considera las limitaciones en personal y en presupuesto. Se hace una comparación de los minutos de tiempo muerto antes y después de la propuesta para medir si esta logró capitalizar el conocimiento del personal. Se considera que el procedimiento que se propone puede tropicalizarse y aplicarse a otras compañías clasificadas como pequeñas.

2. Antecedentes

2.1. Información de la Compañía

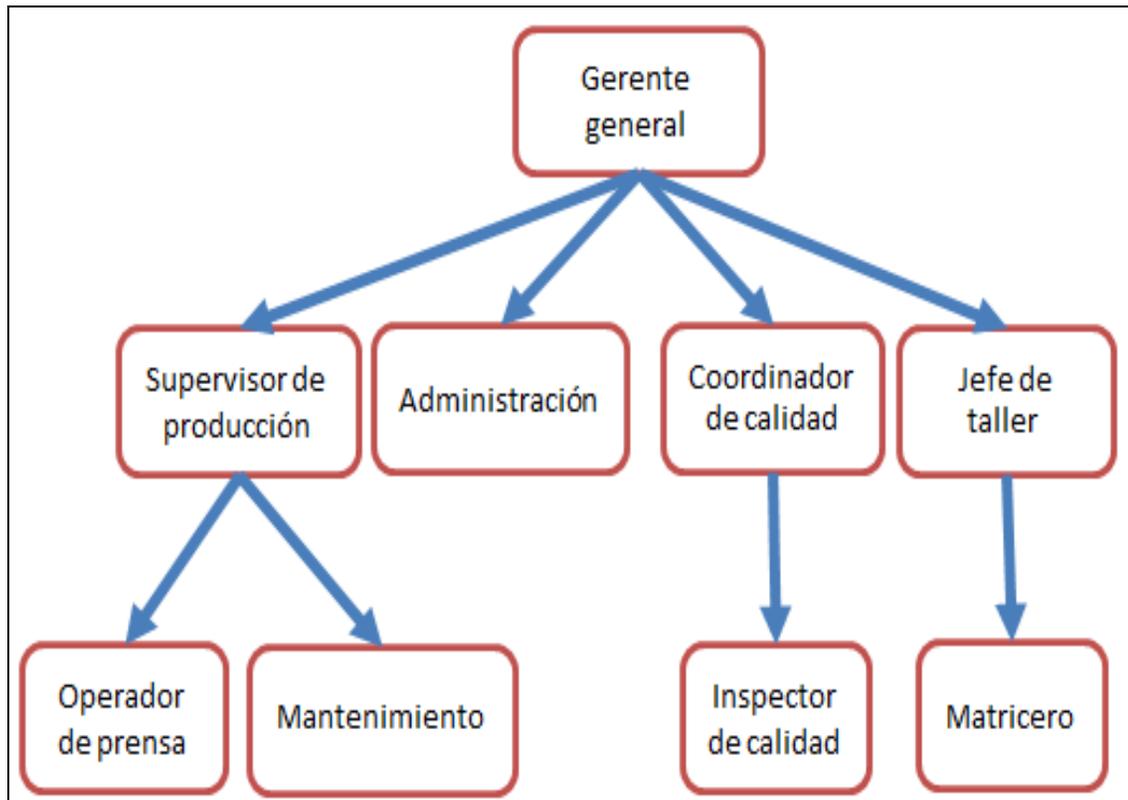
La compañía hace principalmente piezas troqueladas o también llamadas estampadas de acero. Estas son piezas formadas a partir de una hoja de acero. Para hacer estas piezas se utilizan herramientas de un acero más resistente llamadas troqueles los cuales van doblando la pieza paso a paso y prensas que abren y cierran estos troqueles para formar la hoja de metal.

En esta compañía se fabrican también los troqueles sin embargo el trabajo se enfoca al área donde se fabrican las piezas troqueladas. Esta área que se llama de troquelado cuenta con tres prensas, cada prensa requiere para ser operada dos personas por turno y se trabajan dos turnos de producción al día, lo que da un total de doce operadores, además está un supervisor de producción, dos personas que dan mantenimiento y arreglan troqueles, y una encargada de administración, una persona que da mantenimiento a las máquinas, dos inspectores de calidad y un encargado de calidad, todos liderados por el gerente general. En total trabajan 20 personas en el área de troquelado de la compañía. Para no utilizar el nombre real, se llama a la compañía TROQUELADOS AUTOMOTRICES S.A de C.V. La compañía inicio producción en abril del año 2012 por lo que es relativamente nueva.

2.1.1. Organigrama. A la cabeza de la planta está el gerente general. A este le reportan el supervisor de producción, la encargada de administración, coordinador de calidad y el jefe del taller de herramientas. Al supervisor de producción le reportan los operadores de producción y la persona de mantenimiento. Al coordinador de calidad le

reportan los inspectores de calidad y al jefe del taller de herramientas le reportan los matriceros.

Figura 1: Organigrama de Troquelados Automotrices



Fuente: Propia basado en información de la compañía Troquelados Automotrices.

2.1.2 Política de calidad Esta es la política de calidad misión y valores de la compañía

- POLITICA DE CALIDAD

TROQUELADOS AUTOMOTRICES S.A. DE C.V. está comprometida al establecimiento, operación y mejora continua del sistema de gestión de calidad que se enfoca en lograr altos niveles de satisfacción del cliente.

Estaremos monitoreando sistemáticamente, analizando y midiendo la efectividad del sistema de gestión de calidad buscando oportunidades de mejora continua.

Empoderaremos a los empleados para que puedan mejorar los sistemas que afectan su ambiente de trabajo.

Comunicaremos nuestra misión y objetivos de calidad a todos los empleados. La misión de la compañía es la siguiente:

- MISIÓN

TROQUELADOS AUTOMOTRICES S.A de C.V está comprometida a cumplir y exceder los requerimientos y expectativas de los clientes.

TROQUELADOS AUTOMOTRICES S.A de C.V establecerá relaciones de mutuo beneficio con los proveedores para crear mejora continua en la calidad de los productos y al servicio.

TROQUELADOS AUTOMOTRICES S.A de C.V proveerá entrenamiento así como un ambiente de trabajo limpio y seguro a todos los empleados.

- VALORES

TROQUELADOS AUTOMOTRICES S.A. de C.V. logrará esta misión abrazando cuatro valores fundamentales

1.-Llegar a ser el proveedor líder de troquelado y formado, ofreciendo alta innovación y valor agregado en la calidad de los productos.

2.-Proporcionar excepcional servicio al cliente a través de un ambiente basado en trabajo en equipo y utilizando un enfoque multidisciplinario para la solución de problemas.

3.-Fortalecer continuamente la relación de TROQUELADOS AUTOMOTRICES S.A de C.V con los asociados y compañías con las que trabajamos.

4.- Fomentar y mantener un ambiente multicultural y profesional para individuos talentosos que sobresalgan en un ambiente lucrativo.

2.2. Tipo de empresa.

De acuerdo a la monografía micro, pequeña, mediana y gran empresa estratificación de los establecimientos, Censos económicos 2009, es posible clasificar las empresas en México de acuerdo a la cantidad de personal y el rango de monto de ventas dependiendo del sector al que pertenecen. En la tabla de clasificaciones se muestra que las empresas son clasificadas mediante la cantidad de empleados y el monto de ventas anuales con los que cuenta. Para micro en el sector industria se toma de 0 a 10 empleados y ventas anuales no mayores a 4 millones de pesos. Para pequeña en el sector industria se toma de 11 a 50 empleados y ventas anuales entre 4.01 hasta 100 millones de pesos. Para Mediana en sector industria se toma de 55 a 250 empleados y ventas entre 100.1 hasta 250 millones de pesos.

Tabla 1:

Micro, pequeña, mediana y gran empresa estratificación de los establecimientos.

Sector	Micro			Pequeña			Mediana		
	Personal	Rango de monto de ventas anuales (mdp)	Tope maximo combinado	Personal	Rango de monto de ventas anuales (mdp)	Tope maximo combinado	Personal	Rango de monto de ventas anuales (mdp)	Tope maximo combinado
Industria	De 0 a 10	hasta 4	4.6	De 11 a 50	Desde 4.01 hasta 100	95	De 55 a 250	Desde 100.1 hasta 250	250
Comercio	De 0 a 10	hasta 4	4.6	De 11 a 30	Desde 4.01 hasta 100	93	De 31 a 100	Desde 100.1 hasta 250	235
Servicios	De 0 a 10	hasta 4	4.6	De 11 a 50	Desde 4.01 hasta 100	95	De 51 a 100	Desde 100.1 hasta 250	235

Fuente: Propia basado en (INEGI, 2013)

La empresa Troquelados automotrices entra en la categoría de pequeña empresa. Lo siguiente es conocer cuántas empresas de este tipo hay en México y Querétaro. Para eso se recurre al Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). (DENUE) Este es de acceso gratuito por internet. Existen en México 234,050 pequeñas empresas de las cuales en Querétaro están dadas de alta 4,181. De estas 46 se dedican a maquinari y /o troquelar piezas metálicas. Aunque son pocas las que cumplen con características similares a la empresa Troquelados automotrices la mejora que se propone puede aplicarse a todo proceso que requiera eliminar tiempos muertos.

3. Marco Teórico

Este trabajo busca generar mejoras aprovechando el aprendizaje de los empleados. Por este motivo el marco teórico empieza por la importancia de aprovechar el capital intelectual, ya dentro de la gestión del conocimiento se toca el tema de las organizaciones inteligentes ya que en general se busca que la organización aprenda después se explican las principales características en la creación del conocimiento en las organizaciones así como los jugadores clave en la creación del conocimiento en las organizaciones. Todo esto teniendo en cuenta que se busca aplicar la propuesta de mejora en una compañía clasificada como pequeña por lo que no se puede recurrir a las plataformas de las tecnologías de la información. Por esto es necesario pensar en gente y procedimientos en lugar de hardware y software. En el marco teórico también se menciona el modelo SECI que muestra pasos sencillos que se pueden aplicar para resolver esta necesidad.

3.1. Capital Intelectual y Gestión del Conocimiento

El capital intelectual es el valor que se le da a la compañía por lo que sabe hacer la gente que trabaja dentro de ella y la gestión del conocimiento es como hacen las compañías para aprovechar los conocimientos de sus empleados. Por lo tanto es importante mencionar un poco acerca de los dos temas ya que se encuentran muy relacionados.

3.1.1. Capital intelectual. Thomas A. Stewart se graduó *summa cum laude* de Harvard. Fue director editorial de Business 2.0 y miembro de la junta de editores de la Fortune magazine. En una serie de artículos del Fortune, Thomas Stewart abrió el camino en el campo del capital intelectual lo que llevó a su libro de 1997, *Intellectual Capital: The New Wealth of Organizations*. También escribió un segundo libro, *Wealth*

of Knowledge: Intellectual Capital and the Twenty-first Century Organization después fue el editor y director general de la Harvard Business Review del 2002 al 2008. Stewart es asesor senior del centro por una política de vida laboral y miembro de la Advisory Council of the Global Leadership and Technology Exchange. En 2005 la fundación europea de desarrollo de administración lo nombró diecisieteavo en su “thinkers 50” que es una lista de los 50 pensadores de administración más influyentes. Stewart es director de marketing y conocimiento de Booz & Company una compañía de consultoría global en administración.

Stewart señala que el capital intelectual es todo aquello que no se pueda tocar pero que pueda hacer ganar dinero a la empresa. (Stewart, *Brainpower: How intellectual capital is becoming America's most valuable asset*, 1991) También dice que el capital intelectual es la suma de todos los conocimientos que poseen los empleados y que otorgan a la empresa ventaja competitiva. (Stewart, *La nueva riqueza de las organizaciones: el capital intelectual*, 1997)

Para Stewart el conocimiento así como la información han sido los factores decisivos en que las empresas se vuelvan grandes y exitosas. Estos factores, más que la riqueza, han hecho que compañías como Toyota, Wal-Mart y Microsoft hayan vencido a compañías como general motors, Sears e IBM. Fue gracias a que más que contar con capital financiero contaban con capital intelectual. El capital intelectual no son un grupo de genios encerrados en un laboratorio, tampoco quiere decir patentes, propiedad intelectual, o derechos de autor. Estos si forman parte del capital intelectual pero no son todo el capital intelectual que tiene una organización. El capital intelectual se encuentra en y proviene de cada uno de los empleados de la compañía. Es lo que le permite tener ventaja competitiva sobre la competencia. Es el conocimiento que poseen los individuos

que forman parte de la organización. Esto incluye tanto datos duros como experiencias personales, intuición, capacitación así como las creencias y el conocimiento colectivo. El capital intelectual es un bien intangible por lo que no se puede medir como se mide el capital tradicionalmente donde se consideran las tierras, maquinaria, herramientas, edificios, dinero. Sin embargo, más que el costo del laboratorio donde trabajan y el equipo que utilizan, el conocimiento tácito y explícito de los químicos es lo que logra que se desarrolle la nueva droga que vale millones. El conocimiento que se genera y se reutiliza por los empleados de una compañía al hacer miles de pequeñas mejoras en la compañía y crear relaciones de mutuo beneficio son lo que hacen que la compañía sea más eficiente y que los clientes regresen buscando nuevos productos y servicios.

De acuerdo a Stewart el capital intelectual existe y aunque es difícil identificarlo, hacerlo explícito, hacer a todos partícipes del mismo, homogeneizarlo y explotarlo es necesario hacerlo para vencer a la competencia. La economía ahora es muy diferente, ha cambiado desde cuándo lo que se buscaba era ser más eficientes produciendo en masa. Producir solo por no para la línea. La era de la información ha suplantado a la era industrial. En la era industrial se compraban y vendían bienes tangibles, cosas que era posible percibir por medio de nuestros sentidos Golpear, oler, probar, ver y escuchar. Las compañías utilizaban capital financiero como maquinaria, terrenos, edificios, etc. como materias primas para desarrollar las fuentes de riqueza de forma muy eficiente A finales del siglo XIX, la mejor medida de actividad económica era la cantidad de acero producido y la cantidad de carbón recibido. En 1940 ya se medía por la cantidad de energéticos consumidos, electricidad, combustible, transportes. Ahora es el conocimiento y se tiene que encontrar una manera eficiente de medir esto. Los países mal llamados industrializados realmente lo que tienen son capital intelectual enviando

información y conocimientos a los países “menos industrializados” para que conviertan ese conocimiento en productos o servicios. En la era del conocimiento tanto el conocimiento como la información son las nuevas materias primas para crear riqueza. La diferencia entre que un carro se escuche moderno, durable, veloz o cualquier otro atributo cuando el cliente cierra la puerta depende, más que de las materias primas, del conocimiento en acústica que sepa como mezclar esas materias primas. Aunque este cambio ya ha sido muy aceptado por los administradores, sigue sin estar tan claro, como aprovecharlo al máximo. Sin embargo no es posible dejar de notar que este cambio se está dando.

Stewart comenta que ya no se puede esperar durar años en la misma empresa recibiendo promociones solo por antigüedad. Las grandes empresas cada vez disminuyen en cantidad y en personal que contratan. Cada vez aparecen nuevas compañías pequeñas como la subsidiaría de Nokia en Norteamérica que vende 160 millones cuenta únicamente con 5 empleados. O Nike que genera ventas por empleado de 334,000 dólares siendo que el promedio de las empresas del fortune 500 está en 248,000 dólares. Esto se debe a que es una compañía de calzado que no fabrica calzado. Su personal se dedica a diseñar, probar, desarrollar, mercadear y distribuir. Los cuales son servicios del conocimiento.

Estas son algunas de las compañías que fueron seleccionadas como las empresas del conocimiento más admiradas del 2012 por la KNOW Network.

Tabla 2:

Compañías seleccionadas como las empresas del conocimiento más admiradas del

2012.

Name	Capital de mercado	Ventas	Fundada
Apple	416,620,000	164,690,000	1976
Google	268,440,000	50,180,000	1998
IBM	239,530,000	104,510,000	1911
Microsoft	234,830,000	72,930,000	1975
Samsung	174,390,000	187,850,000	1969
Toyota	167,170,000	224,490,000	1937
Amazon	119,010,000	61,090,000	1994
ConocoPhillips	72,120,000	58,440,000	1917
Facebook	63,470,000	5,090,000	2004
Accenture	53,540,000	30,090,000	1995

Fuente: Propia basado en (FORBES, 2013)

La idea de la economía basada en conocimiento es cada vez más nítida y tangible. Es muy importante recalcar que el capital intelectual puede hacer más rentable a la compañía y puede liberar otros activos financieros. El personal se convierte en el activo más importante de la compañía y hay que saber aprovecharlo. En esta era del conocimiento se debe saber aprender y desaprender rápidamente por lo que la ignorancia planificada puede ser de gran ayuda. También la administración debería dedicar su tiempo más a destruir sistemas de administración, más que implementarlos. (Stewart, La nueva riqueza de las organizaciones: el capital intelectual, 1997)

3.1.2. Gestión de conocimiento. Para explicar mejor la gestión de conocimiento es necesario recurrir a Peter Senge y a Nonaka y Takeuchi, los dos autores más conocidos del tema. El primero ahonda en lo bueno que es el aprendizaje para una persona y para una organización, también propone disciplinas a adoptar para lograr este aprendizaje

organizacional. Nonaka y Takeuchi dan características y actores clave en el aprendizaje así como un modelo práctico más aterrizado para utilizar.

Organización inteligente. Peter Senge obtuvo una licenciatura en ciencias en la Universidad de Stanford, una maestría en ciencias en modelación de sistemas sociales en el MIT y obtuvo también un Doctorado de la MIT Sloan school of management. En 1990 emergió como una gran figura del desarrollo organizacional con su libro la quinta disciplina.

Peter Senge dice que debido a que la educación clásica se basa en dividir los sistemas en partes supuestamente para entenderlo mejor se pierde la habilidad de entender los sistemas como un todo y por lo tanto buscar esa palanca la cual permita con un toque devolver el equilibrio al sistema. Las empresas como las personas que tendrán éxito en el futuro serán aquellas que continúen aprendiendo ya que al dejar de buscar el aprendizaje constante se auto llevaran a fallar. En el terreno personal llevado por la cultura y el ataque de la mercadotecnia así como de los medios de comunicación, el objetivo personal se ha vuelto el tener cada vez más y no en desarrollarse cada vez más.

La organización inteligente es que la que busque que sus integrantes se entrenen en las disciplinas de dominio personal, modelos mentales, construcción de una visión compartida, aprendizaje en equipo y el pensamiento sistémico. Dominio personal se refiere a que las personas que logran las cosas que se proponen cuentan con alto dominio personal. Esto se debe a que toman la responsabilidad de su destino, cambian de la forma de pensar de los problemas son creados por el mundo que está en mi contra y adoptan la forma de pensar de el mundo es así porque yo he decidido cambiarlo. Estas personas aprenden constantemente como crean su realidad y la posibilidad de modificarla. Modelos mentales también conocidos como paradigmas son el filtro a

través del cual vemos el mundo. Estos a veces impiden apreciar lo que realmente está sucediendo. Por lo tanto es necesario vencer algunos de estos y generar o mantener nuevos modelos mentales que permitan estar abiertos al conocimiento y a aprender constantemente. La creación de una visión compartida surge de la visión que tiene cada persona en la organización así como la búsqueda de una meta mayor. La visión compartida configura las visiones de cada individuo para tener un fin común. No es algo que se pueda imponer, la visión compartida tiene que surgir de la gente. Aprendizaje en equipo es crear las condiciones de trabajo que desarrolle una figura del aprendizaje en equipo mayor a la del aprendizaje individual. El pensamiento sistémico es la disciplina que une a todas las demás disciplinas, parte de lo que se comentaba al principio, pensar y ver la organización como un sistema con individuos interrelacionados y conectados. Estas conexiones superan las barreras culturales, de edad, hasta de la misma estructura de la organización y sus departamentos. Con este pensamiento sistémico se debe recordar el principio de la sinergia donde el todo es más que la suma de sus partes.

Senge utiliza el concepto de la Metanoia para ilustrar un cambio de enfoque. Desde su punto de vista el aprendizaje significa captar el verdadero significado de la Metanoia ya que supone un desplazamiento mental desde una situación actual hacia una situación mejor. Por último senge menciona que el aprendizaje nos hace crearnos nuevamente así como crear nuevas posibilidades y realidades. Hace que podamos entender y hacer cosas que no podíamos hacer antes.

Principales características en la creación del conocimiento en las organizaciones.

Ikujiro Nonaka es escritor y profesor en la escuela de graduados de estrategia corporativa internacional de la universidad Hitotsubashi. Él es más conocido por su estudio de la gestión del conocimiento. Él fue coautor junto con Hirotaka Takeuchi del

libro *La compañía que crea conocimiento*. El 2008 el Wall Street Journal lo nombró como una de las personas más influyentes del pensamiento de negocios. The Economist lo incluyó en su “Guía para Ideas y Gurús de la Administración”.

Nonaka habla de que para convertir conocimiento tácito en conocimiento explícito son necesarios estos tres componentes. Primero expresar lo inexpresable, se confía fuertemente y se le da mucho peso al lenguaje simbólico y figurativo. El segundo es esparcir el conocimiento. El conocimiento de cada persona debe ser compartido con otros. El tercero es que el conocimiento se genera dentro de la redundancia y la ambigüedad.

Primero. La alta gerencia utiliza lenguaje figurativo para expresar sus ideas y corazonadas. El uso de metáforas y analogías permite que personas de distintas áreas con diferente experiencia, en contextos diferentes entiendan intuitivamente mediante el uso de la imaginación y a través de símbolos, figuras e intenciones sin necesidad de hacer un análisis muy profundo ni de tener la misma base técnica. Las analogías son un método más estructurado, se podría decir que un punto intermedio de la imaginación pura. Con esta es posible comparar dos objetos e identificar en que se parecen y en que no se parecen.

Segundo. Esparcir el conocimiento. Aunque se utiliza la frase conocimiento organizacional, la organización no genera el conocimiento por sí sola, es cada individuo dentro de esta el que genera el conocimiento y es por esto que se debe compartir. Cuando los equipos dentro de las organizaciones intercambian puntos de vista, dentro de los mismos equipos, se crean discusiones, controversia y desacuerdos, lo cual es bueno ya que comienza cada persona a compartir su perspectiva lo cual genera que se modifiquen los puntos de vista y se reten los conocimientos existentes creando así

nuevos conocimientos o los mismos conocimientos vistos desde puntos de vista diferentes o con diferentes aplicaciones. De esta forma se cambia de conocimientos personales a conocimientos organizacionales.

Tercero. Ambigüedad y redundancia. Cuando la dirección entregada por la alta gerencia contiene cierta ambigüedad permite al equipo tener libertad. Lo que se busca evitar es que la dirección esté tan perfectamente delimitada que no deje libertad a crear algo nuevo. En cuanto a la redundancia, inmediatamente se puede asociar este concepto con un desperdicio, sin embargo cuando existe redundancia en los sistemas de intercambio de información, se crea una base de conocimiento general para la organización y facilita la transmisión de conocimiento tácito. Este término de la redundancia ayuda a entender porque las compañías japonesas tienen equipos de personas de diferentes áreas reunidas en equipos de trabajo multidisciplinarios. Algunas llevan la redundancia al punto de que tienen varios equipos trabajando en el mismo proyecto desde diferentes puntos de vista y cada cierto tiempo discuten las ventajas y desventajas de su punto de vista. Un líder ve todos los puntos de vista y puede decidir cuál es la mejor opción. (Nonaka & Takeuchi, 1995)

Jugadores clave en la creación del conocimiento en las organizaciones. En las compañías japonesas no existe únicamente un equipo de expertos dedicados a la creación del conocimiento. Toman parte de esta tarea desde la alta gerencia, los mandos medios y los operadores directamente relacionados con la producción sin que esto quiera decir que estos tres niveles juegan los mismos roles en la creación del conocimiento. De hecho la creación del conocimiento sucede como resultado de la interacción de estos tres integrantes poniendo en práctica sus roles.

Las personas que interactúan directamente con el proceso, son los que están más familiarizados con como suceden las cosas, cómo reacciona el producto o proceso ante la variación de los factores del mismo. Por este motivo se les debe conceder amplia libertad de acción. Sin duda estas personas cuentan con abundantes cantidades de información práctica sin embargo muchas veces les es difícil convertir esta en conocimientos útiles, o se ven tan envueltos en el día a día que se empieza a perder perspectiva y solo ven su punto de vista. Aun cuando los empleados logran generar conocimientos nuevos, les cuesta transmitir la importancia y el impacto de este a otros, las personal simplemente no van por el mundo aceptado nuevas ideas, toman el conocimiento y lo procesan desde el punto de vista de su perspectiva historia, conocimientos y creencias. Por lo tanto lo que con un contexto puede tener gran impacto, cuando se comunica a otras personas y se ve bajo una mirada y un contexto diferente puede tener diferente o ninguna importancia. Con esto se genera mucha confusión cuando se comparte el conocimiento.

El principal trabajo de la gerencia es dirigir esta confusión para lograr resultados significativos en la creación del conocimiento. Tanto los mandos medios como la alta gerencia logran esto mediante una estructura conceptual que los ayuda a lograr algo de sentido dentro de sus ideas. La alta dirección empieza por generar conceptos que integran la dirección que tomará la organización, conceptos que ligan las aparentemente diferentes y dispares áreas de una compañía en un todo. Estos conceptos generan un criterio para evaluar que tanto valor poseen los conocimientos que crea cada integrante del equipo.

Los mandos medios sirven como puente entre la visión y forma de pensar del “debería ser” de la alta gerencia y la forma de pensar del “así es la realidad” de la gente

más relacionada con el proceso. Lo hacen mediante la generación de conceptos intermedios más aterrizados sin dejar de estar alineados a la visión de la alta gerencia. Los mandos medios pueden sintetizar el conocimiento tácito tanto de la alta gerencia como de las personas directamente relacionadas al proceso. (Nonaka & Takeuchi, 1995)

Modelo SECI. Después de lo anterior es necesario ver el modelo SECI de Nonaka. Ya que puede servir como base para generar un procedimiento que pueda hacer la conversión del conocimiento. Es una forma más aterrizada y práctica de gestionar el conocimiento.

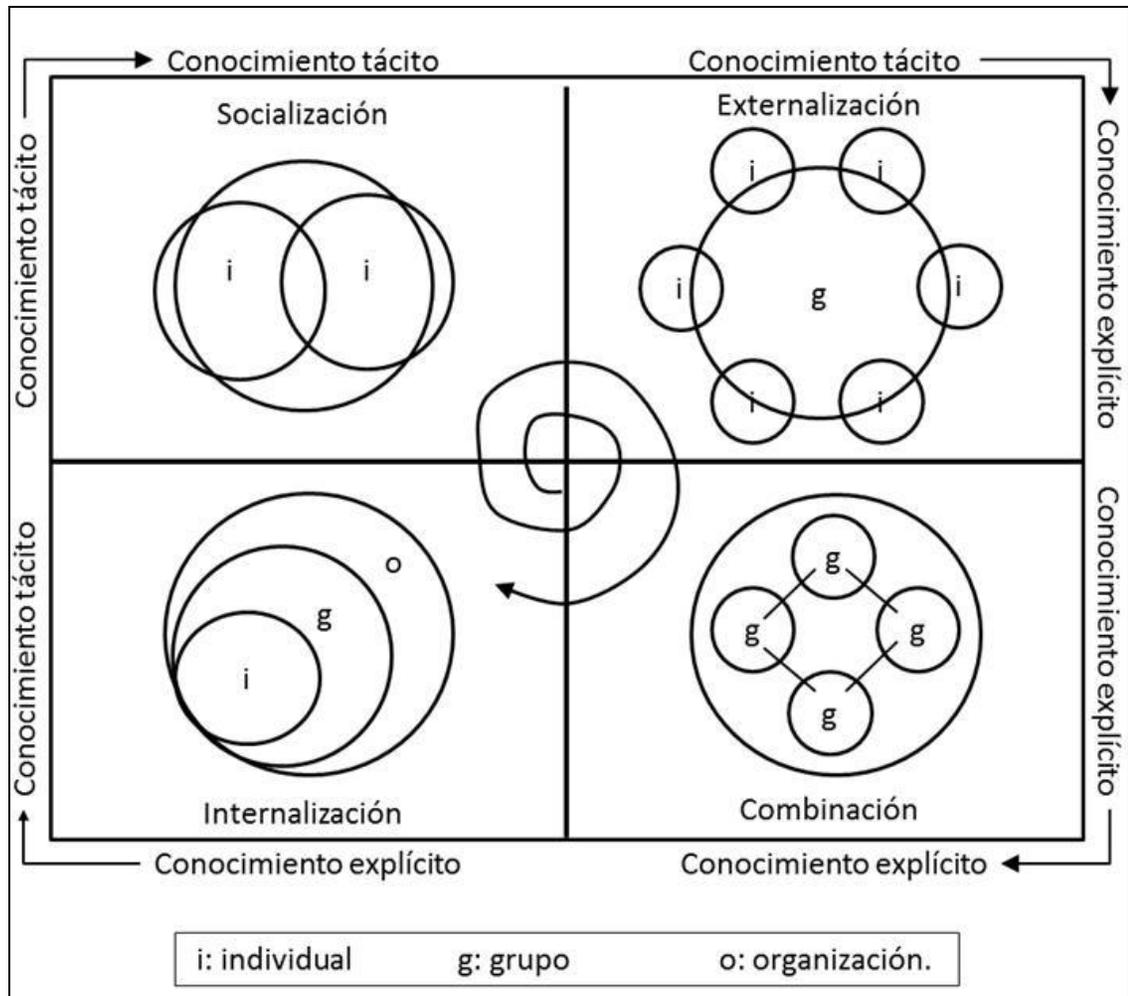
El modelo SECI involucra cuatro fases: Socialización, Externalización, Combinación e Internalización. En la etapa de *Socialización* es donde se transmite de conocimiento tácito a conocimiento tácito mediante la interacción de las personas, haciendo las mismas actividades. Esto puede ser como los aprendices y los maestros o cuando varias personas participan en la resolución de un problema en común.

En la etapa de *externalización*. Las personas comparten el mismo modelo mental el cual se convierte mediante diálogos en conocimiento explícito y se puede expresar y guardar más fácilmente.

En la etapa de *combinación*, los conocimientos tácitos generados se mezclan como los conocimientos tácitos ya existentes en la organización, generalmente esto sucede a través de la tecnología para formar conocimiento sistémico en la organización a través de nuevos procesos, productos o servicios.

En la etapa de *internalización* vuelve cada individuo a generar conocimiento tácito cuando utiliza los procesos, productos y servicios existentes.

Figura 2: Modelo SECI de Nonaka



Fuente: Propia basado en (Wei & Bontis, 2002, p. 464)

3.2. Sistemas de Gestión de Mejora en la Organización.

3.2.1. Ciclo de Deming. El círculo de Deming era originalmente llamado ciclo de Shewhart por su inventor Walter Shewhart. Ya que fue ampliamente promocionado por Deming en Japón, en 1950 los japoneses lo terminaron llamando círculo de Deming.

El círculo de Deming tiene cuatro etapas, planear, hacer, estudiar actuar, PDSA por sus siglas en inglés. Al principio las etapas eran Planear, hacer, verificar actuar, PDCA por sus siglas en inglés. Esta es la versión más conocida pero en 1990 Deming cambió

chechar por actuar ya que quería enfatizar más el análisis que se tiene que hacer de los resultados y no perder algo que se podría perder solo verificando.

La etapa *Plan* incluye la definición del problema, el equipo de trabajo, el objetivo, las fechas clave, describe el proceso, describe las expectativas del cliente, se identifica la causa raíz y se proponen diferentes opciones de acciones para corregirla. En la etapa *Do* se llevan a cabo las acciones planeadas y se implementan métricos para conocer qué tan efectivas fueron las acciones. En la etapa *Study* se analizan los resultados de las acciones que se llevaron a cabo y se ve si realmente fueron efectivas. Se llevan a cabo más acciones en caso de ser necesarias. En la etapa de *Act* se seleccionan las acciones que fueron efectivas y se implementan. Se estandarizan las soluciones, en caso de que se requiera modificar o hacer nuevos procedimientos o formatos para que se mantengan las mejoras a través del tiempo. Se establece un proceso de control y monitoreo para vigilar que los resultados repitan a través del tiempo. (Evans & Lindsay, 2008)

3.2.2. Seis sigma. En el artículo “Why is six sigma so successful” se observa que General Electric en su reporte anual de 1998 declara que six sigma es una parte muy importante de la compañía, que se sumergieron de lleno en el sistema de gestión de mejora invirtiendo más de mil millones de dólares en la gente, llegando en el año 1998 a generar 750 millones de dólares en ahorros más allá de la inversión y se esperan ahorros por otros 1500 millones de dólares para 1999. El CEO en ese momento, Jack Welch, dijo que six sigma era la iniciativa más importante que la compañía había tomado y que cambiaría a General Electric para siempre. Por este motivo, siendo General Electric una de las compañías tan comprometidas y con bastante éxito en el uso de six sigma se considera información de su página de internet para definir que es seis sigma. (Calcutt, 2001)

Seis sigma es un proceso altamente disciplinado que nos permite diseñar y hacer productos y servicios cercanos a la perfección. La palabra sigma es una medida estadística que indica que tan lejos se encuentra el proceso o datos de la perfección. La idea detrás de esto es que si es posible medir cuantos “defectos” tiene un proceso se puede idear sistemáticamente la forma de reducirlos y acercarnos lo más posible a cero defectos. (Electric)

De acuerdo a Juran, para que las personas en una organización logren el autocontrol deben estar lo suficientemente capacitadas para tener completa posibilidad de alcanzar los resultados esperados. Para lograr esto es necesario que conozcan lo siguiente:

- lo que deben de hacer
- lo que están haciendo en realidad
- Como cambiar el proceso para que sea capaz de cumplir con los requerimientos.

Seis Sigma es un método que faculta a las personas para poder cambiar los procesos hacia el cumplimiento de los requerimientos. (Juran, Gryna, & Bingham, 1974).

El Cliente: La(s) persona(s) que está(n) enseguida a tu proceso. Puede ser interno o externo a la empresa. Ejemplo: *Cliente Interno* = la línea de Ensamble es un cliente para el departamento de formado de piezas. *Cliente Externo* = los negocios / las funciones que reciben productos manufacturados pero que no los utilizan ellos mismos. (Por ejemplo: Sears, Centros de Distribución Regionales, etcétera.)

El requerimiento del Cliente o del Consumidor: Un requerimiento es un área, sensación o función que será un factor para tomarse en cuenta al decidir una compra o al volver a comprar.

Algunos ejemplos de Requerimientos del Consumidor o de los Clientes:

- La estufa debe de calentarse a la temperatura seleccionada.
- El automóvil debe consumir cierta cantidad de combustible por kilómetro.
- Toda queja debe ser solucionada con prontitud.
- La mercancía debe ser entregada y puesta en las bodegas a tiempo.

El sistema de gestión de mejora seis sigma considera que 99% de efectividad no es suficiente, Es un nivel de calidad muy pobre. Esto se demuestra con un sencillo ejemplo.

En la página web del Aeropuerto internacional de la ciudad de México se muestra la cantidad de despegues y aterrizajes que se hicieron el año pasado. Si se considera aceptable un nivel del 99% de aterrizajes o despegues sin accidentes fatales. Del total de 377,743 se trataría de 3,777 aviones estrellados al aterrizar o despegar por año. Si esta probabilidad de 1% de error se presentara en todos los aeropuertos, nadie se subiría a un avión.(AICM)

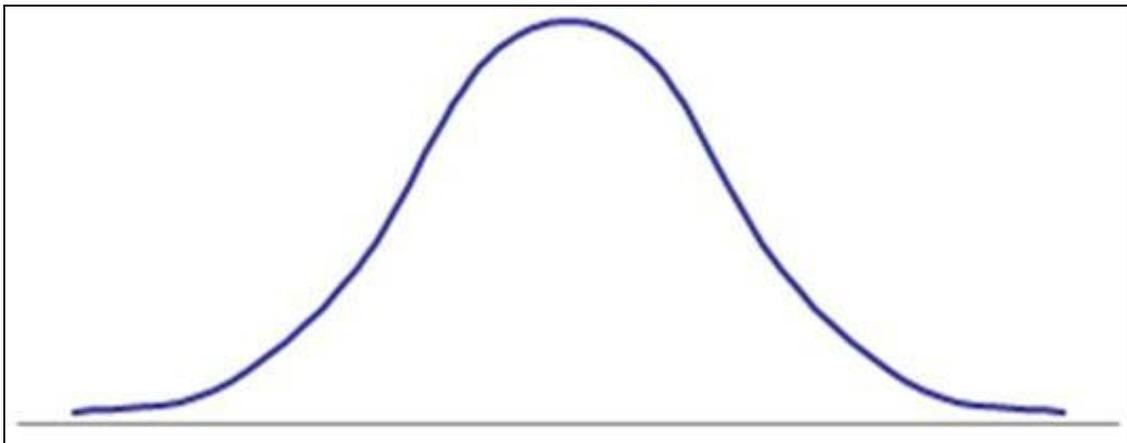
Sigma es una unidad estadística de medida que refleja la capacidad del proceso. La escala Sigma de medida está perfectamente correlacionada con tales características como los defectos por unidad, partes por millón defectuosos y la probabilidad de falla / error.

La distribución de probabilidad más utilizada es la normal. Esta es una distribución de probabilidad donde los valores más frecuentes ocurren en la mitad y las otras probabilidades disminuyen simétricamente en ambas direcciones. Cuenta con las siguientes características:

- La Curva teóricamente no llega al cero

- La curva puede dividirse a la mitad con piezas iguales cayendo de cada lado del valor más frecuente en ocurrencia
- Una curva Normal indica variación aleatoria o fortuita
- El pico de la curva representa el centro del proceso
- El área bajo la curva representa virtualmente el 100% del producto que el proceso es capaz de producir

Figura 3: Curva de probabilidad normal.

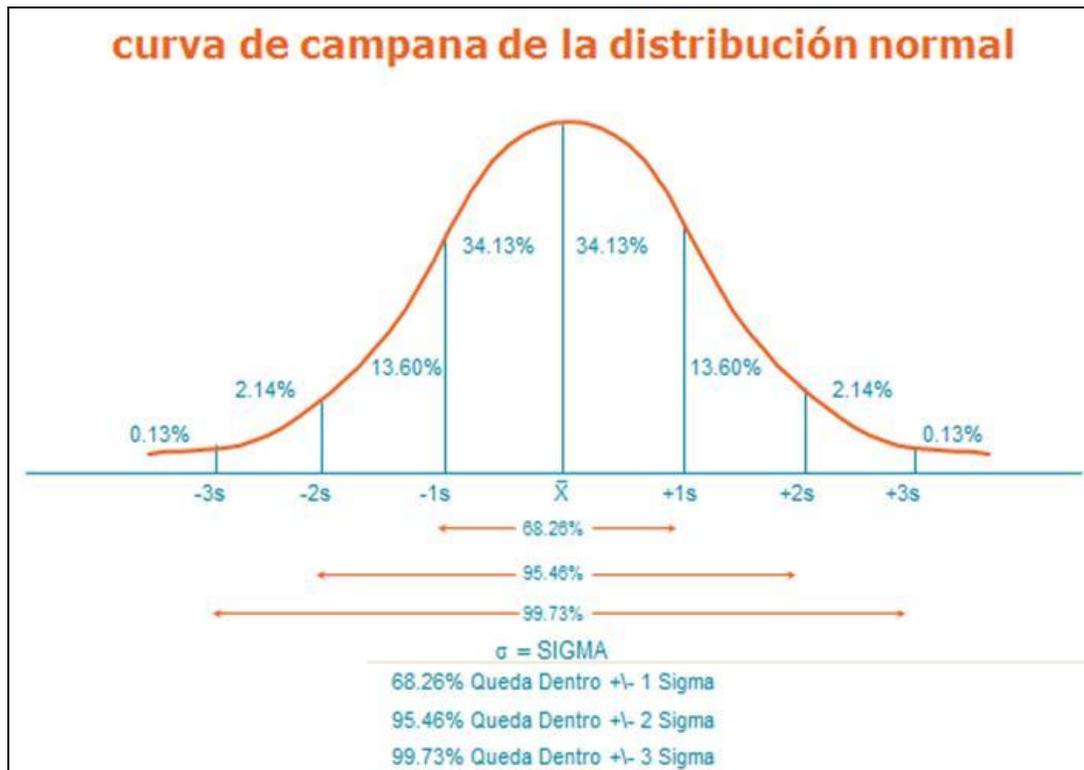


Fuente: Propia basado en (Levin, R.I. & Rubin, 2004, p 211)

Dado que la curva se extiende hasta el infinito en cada dirección se debe tomar una decisión en cuanto a donde definir en la práctica los puntos finales de la curva. La curva puede ser dividida en una serie de segmentos, cada segmento es llamado matemáticamente desviación estándar de la media o la cual también es llamada sigma. Como se puede ver en la figura a continuación, la curva se divide primero en un sigma la cual representa aproximadamente 34% de cualquier cosa que estés midiendo. Ya que la curva es simétrica considerando un sigma a cada lado de la media representa aproximadamente el 68.26% de cualquier cosa que estés midiendo. Considerando dos sigmas de cada lado de la media representa aproximadamente el 95% de cualquier cosa

que estás midiendo y considerando tres sigmas de cada lado de la media representa el 99.73% de cualquier cosa que estás midiendo.

Figura 4: Distribución normal dividida por sigmas.



Fuente: Propia basado en (Levin, R.I. & Rubin, 2004, p 213)

Por esta razón con el sistema de gestión de mejora 6sigma se busca tener procesos en 6sigma, lo cual representara el 99.99966% de cualquier cosa que estás midiendo.

En otras palabras como se muestra en la siguiente figura, se tiene un proceso donde los límites de especificación estén dentro de dos sigmas de cada lado de la media se generan 308,537 defectos por millón de oportunidades, si se cuenta con proceso donde los límites de especificación estén dentro de tres sigmas a cada lado de la media esto genera 66,087 defectos por millón de oportunidades, se logra un proceso donde los límites de especificación estén dentro de cuatro sigmas de cada lado de la media se reportarían 6,210 defectos por millón de oportunidades, al trabajar y llegar a un proceso

donde los límites de especificación estén dentro de cinco sigmas a cada lado de la media se tiene que considerar 233 defectos por millón de oportunidades y si después de mucho análisis y mejora continua se llega a contar con proceso donde los límites de especificación estén dentro de seis sigma de cada lado de la media el resultado es 3.4 defectos por millón de oportunidades. Esto último es lo que busca la seis sigma. Como sistema de gestión de mejora.

Figura 5: Capacidad de proceso y sus defectos asociados.

Capacidad del proceso	Defectos por millon de oportunidades
σ	PPMS
2	308,537
3	66,087
4	6,210
5	233
6	3.4

(Distribución desplazada $\pm 1.5\sigma$)

Reducir los defectos por un factor

Fuente: Propia

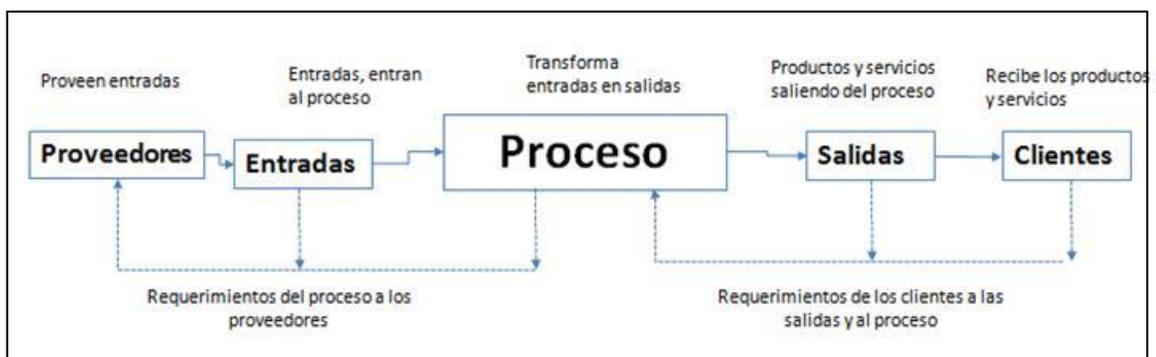
Los niveles de defectos se reducen de manera exponencial conforme aumentan los niveles Sigma de un valor al siguiente no-lineal. (Levin, R.I. & Rubin, 2004)

Para aplicar de forma metodológica este proceso de mejora se ha desarrollado seis pasos a seguir cuando se trata de mejoras a procesos y siete pasos cuando se trata de diseño de productos. Estos son una forma de aterrizar los conceptos que forman parte de seis sigma y lograr niveles de calidad cercanos a la perfección. Estos pasos son: Definir,

medir, analizar, mejorar y controlar. Para explicar esto el enfoque empieza desde el punto de vista del sistema.

En un sistema se cuenta con entradas y proveedores en un lado, un punto donde se procesan estas y se convierten en salidas para los clientes. También en sentido contrario existe un flujo de requerimientos en forma de información. Esto se muestra en la siguiente figura.

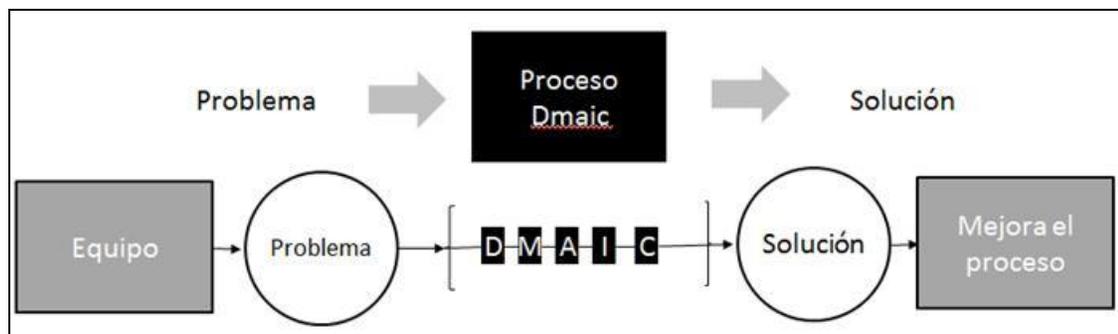
Figura 6: Características de un sistema.



Fuente: Propia basado en (Shankar, 2009, p. xvii)

Si se aplica el funcionamiento de los procesos al proceso de mejora, es posible notar que las entradas son los problemas, las salidas son las soluciones y el proceso en si se puede dividir en DMAIC, que significa Definición, Medición, Análisis, Mejora (improvement) y control. Como se muestra en la siguiente figura.

Figura 7: DMAIC dentro de un sistema



Fuente: Propia basado en (Shankar, 2009, p. xvii)

Definición. En la etapa de definición se selecciona el problema más relevante, se identifica el impacto del problema, los beneficios esperados, el equipo que trabajando en solucionar el problema, el programa para resolver ese programa y se especifica claramente de que se trata el problema. Se utilizan herramientas como graficas de Pareto, análisis de costos, despliegue de la función de la calidad, mapas de proceso, tablas-es-noes, etc.

Medición. En la etapa de Medición se identifican las características críticas de calidad externas, esto es lo que le importa más al cliente. Valida el sistema de medición, se toma la línea base de las entradas como de las salidas del proceso. Se debe contar con un punto de referencia con el cual comparar cuando se hayan hecho las mejoras y de esa forma saber si fueron efectivas. En esta etapa se utilizan herramientas como el cálculo de capacidad, gage ryr, definición y uso de subgrupos racionales, el análisis del modo y efecto de la falla.

Análisis. En la etapa de análisis se conoce cómo funciona el proceso en el que se está, ya que se entiende cuáles son las características más importantes para el cliente, es necesario saber qué factores controlan, afectan o contribuyen a la variación de estas características críticas. Se puede considerar el proceso como formulas donde las características críticas del cliente son las salidas del proceso o Ys y los factores que mueven el proceso como entradas o Xs. De esta forma se cuenta con varias Xs para lograr una Y_1 (ecuación 1). Así mismo puede ocurrir que los mismos factores afectan de diferente manera una segunda Y_2 (ecuación 2). Un ejemplo de esto es que si se busca incrementar el poder de lavado de una lavadora lo que sería Y_1 es necesario incrementar el tiempo de lavado X_1 y la temperatura del agua X_2 pero al hacer esto se incrementa mucho el maltrato Y_2 . Otro ejemplo muy claro es cuando se busca aumentar la potencia

de un vehículo Y_1 , una opción es incrementar el cilindraje del motor X_2 sin embargo al hacer esto se incrementa también el consumo de combustible Y_2 por lo es necesario trabajar con las ecuaciones de cada Y y así conocer cuáles son las X más significativas para cada Y

Ecuaciones de ejemplo:

$$(1) (X_1 * (X_2+X_3)) / X_4 = Y_1$$

$$(2) X_1 - X_2 + X_3 - X_4 = Y_2$$

En la etapa de análisis una vez que se conocen las X s significativas se genera también el plan para mejorar los valores de las Y s importantes para el cliente. Las herramientas que se pueden utilizar en esta etapa son regresión, diseño de experimentos, anova, prueba t, Xi cuadrada.

Mejora. En esta etapa, ya que se conoce el comportamiento del fenómeno a mejorar, se lleva a cabo el plan realizado en la etapa anterior. Ya que se conocen las X s vitales, ahora toca conocer los puntos en donde cada una va a entregar el mejor desempeño en cada una de las Y s. Una vez que se han implementado las mejoras se vuelve a sacar una “foto” de las Y s o requerimientos críticos del cliente y se evalúa si la mejora ha sido significativa. En esta etapa se pueden utilizar los análisis de sensibilidad, superficie de respuesta, análisis de capacidad, pruebas T, anova, etc.

Control. En esta etapa se vigila que los resultados obtenidos se mantengan a través del tiempo, normalmente se busca monitorear entre dos y tres meses. También se busca estandarizar en modificando o creando los procedimientos, especificaciones de proceso, de producto o formas necesarias para mantener como sistema las mejoras que se han hecho. Las herramientas que se pueden utilizar en esta etapa, son los gráficos de control, procedimientos, formatos y especificaciones.

Debido a que los proyectos seis sigma, requieren de recursos, que incluyen tiempo del personal, pruebas que a veces no se pueden recuperar, tiempo de diferentes laboratorios de metrología y se llevan meses en ser completados completamente se busca atacar los problemas de mayor impacto de la empresa. (Springer, 2006)

3.2.3. Kaizen lean manufacturing. Este sistema de gestión de mejora se ha vuelto famoso alrededor del mundo por su enfoque en la practicidad. Aquí se menciona un poco de la historia y los siete desperdicios ya que la lean manufacturing se enfoca en reducir estos.

Breve historia. Los inicios de Lean Manufacturing se dieron en la industria automotriz. Antes del 1900 querías comprar un automóvil, tendrías que ir con el artesano para que te hiciera uno por un costo muy elevado. Le hubieras dado tus especificaciones, y meses después te hubiera entregado un auto, el cual probarías acompañado de uno de los mecánicos para retroalimentarlos en cualquier detalle que tuviera que ser solucionado.

En 1903 Fred Winslow Taylor empezó a estudiar cómo mejorar el trabajo, fue el pionero de la ingeniería industrial. Desarrollo el trabajo estandarizado, reducción del tiempo ciclo, estudio de tiempos y movimientos y medición y análisis para mejorar continuamente.

En 1920 Henry Ford arrancó con la producción en masa, logrando dar los sueldos más altos de la competencia y reduciendo el costo de las unidades gracias a esto. Henry Ford innovó en la intercambiabilidad y facilidad de ensamble de las partes, reducción en las acciones requeridas de cada trabajador y la línea de ensamble que se mueve. Este sistema de producción en masa tuvo décadas de éxito tras éxito sin embargo empezó a mostrar síntomas de que había problemas.

Los trabajadores odiaban el trabajo y no se sentían parte de la compañía. La calidad se verificaba ya que estaba todo el producto terminado y había ejércitos de personas trabajando en corregir los problemas. Se conseguía maquinaria cada vez más grande para producir mayores cantidades de pieza, eso junto con el pensamiento de no parar por nada la línea de producción generaba grandes cantidades de lotes de producción que el cliente no requería, gran cantidad de dinero detenido en el proceso y los defectos podían repetirse a través de grandes lotes de material para lo cual era necesarios ejércitos de personas para corregir los productos terminados defectuosos. En el área de diseño también se estuvo dividiendo el trabajo en pequeñas áreas lo cual provocaba la falta de comunicación entre los integrantes del equipo e incrementaba los tiempos entre el diseño y la producción de partes.

Aun con estos signos de problemas, la producción en masa cobró popularidad en el mundo entero y grandes armadoras de autos tomaron este método de producción. Todo continuaría así de no haber sido por los problemas con el combustible y las aportaciones Toyota.

En 1950 Eiji Toyoda visitó la planta de Ford en Detroit, la más grande y productiva del mundo en ese momento y se dedicó a estudiar su funcionamiento. Al regresar a Japón él y Taiichi Ohno concluyeron que no la producción en masa no iba a funcionar en Toyota. También concluyeron que existía la posibilidad de mejorar el sistema de producción.

Japón estaba en crisis, la ocupación estadounidense había detenido los créditos para evitar la inflación sin embargo esto no permitía a las compañías tener capital para invertir. El presidente en ese momento era Kiichiro Toyoda y propuso despedir a un

cuarto de la fuerza laboral en ese momento, lo cual fue detenido por el sindicato que tenía mucho poder por la ley.

Sin embargo después de negociarlo llegaron a los siguientes acuerdos.

- En efecto si se despediría a un cuarto de la fuerza laboral.
- Kiichiro Toyoda renunciaría a su cargo como presidente asumiendo así la culpa

por la situación actual de la compañía

- Los empleados que se quedaran después del recorte recibían las siguientes garantías

- Trabajo de por vida
- La paga dependería de la antigüedad de cada trabajador y estaría ligada a la

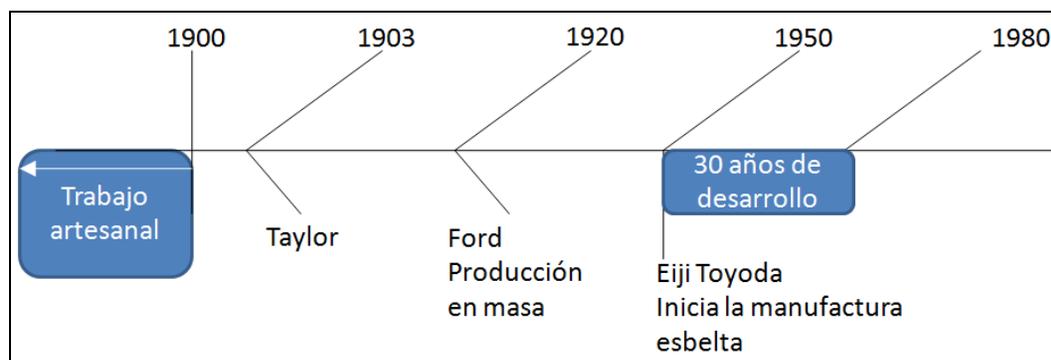
productividad de la compañía por medio de bonos.

Los trabajadores también accedieron a ser flexibles en las actividades que tuvieran que realizar y a estar activamente comprometidos en los resultados de la compañía por medio de proponer mejoras. De esta forma lograron una negociación sin precedentes, La compañía va a contratar a los trabajadores de por vida pero estos tienen que hacer el trabajo necesario y apoyar a la compañía a mejorar. De esta forma los trabajadores formaron parte de la comunidad Toyota.

La manufactura Lean fue la respuesta a los problemas de Toyota. A Taiichi Ohno le tomó los siguientes 30 años ir resolviendo los problemas que tenían y por lo tanto desarrollando y mejorando el sistema Lean. Teniendo en cuenta la situación de Japón y la compañía el sistema que desarrollaron se basó más en ingenio que en presupuesto. Por ejemplo, cuando las tres grandes armadoras americanas, dedicaban una prensa por número de parte lo cual requería enorme inversión, en Toyota utilizaron la misma prensa

para trabajar diferentes números de parte, para hacer eso tuvieron que inventar el SMED (single minute Exchange die), que significa cambio de herramientas en un dígito de tiempo. Esto es cambiar los herramientas en menos de 10 minutos. Siendo que las empresas que producen en masa tardaban hasta un día. Con estos cambios rápidos también se hizo posible tener lotes pequeños de material y todos los otros principios Lean. (Pascal, 2007)

Figura 8: Línea del tiempo con eventos importantes en producción.



Fuente: Propia

Los siete desperdicios. Lean se enfoca en eliminar los desperdicios. Considera que dentro de cualquier proceso existen actividades que agregan valor, que no agregan valor y actividades que no agregan valor pero que son necesarias. Las actividades que agregan valor son aquellas por las cuales el cliente está dispuesto a pagar. Ejemplos de esto son: el transformar alguna materia prima, el ensamblar componentes, el diseñar nuevas tecnologías. El cliente sin embargo no está dispuesto a pagar por transportar dentro de una planta el material, que los materiales sean inspeccionados en cada etapa del proceso, que los materiales se tengan que retrabajar, que los productos estén almacenados por mucho tiempo. Algunas de las actividades aunque no agregan valor siguen siendo necesarias y esas son las que hay que optimizar.

El enfoque normal en una empresa es a tratar de hacer más eficientes las actividades que agregan valor, siendo que el proceso está lleno de actividades que no agregan valor. A continuación se muestra un ejemplo muy exagerado para demostrar el enfoque lean. En la empresa típica se cuenta con un proceso que tarda 36 horas en completarse, desde que se recibe el pedido hasta que se entregó el material cumpliendo con calidad, costo y entregando a tiempo. El enfoque típico es tratar de hacer más eficientes las actividades que agregan valor por lo tanto en este ejemplo hacen una fuerte inversión y adquieren una máquina que reduce al 50% el tiempo de la actividad que agrega valor, sin embargo del proceso completo solo se ahorran el 2.7% del tiempo ya que en el proceso, hay esperas, inventarios excesivos, retrabajos, procesos deficientes y otras actividades por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. El enfoque Lean es eliminar primero todas las actividades que no agregan valor ya que normalmente son la mayoría en el proceso. De esta forma en el ejemplo se muestra que aunque las actividades que agregan valor siguen tardando dos horas, el proceso completo se reduce un 59%.

Figura 9: Actividades que agregan valor y actividades que no agregan valor.



Fuente: Propia

Lean clasifica los desperdicios que hay que eliminar de la siguiente forma:

- Productos Defectuosos
- Sobreproducción
- Inventarios
- Movimiento Excesivo o Innecesario
- Procesos Deficientes
- Transporte
- Esperas

A continuación se explica con mayor profundidad cada uno de ellos.

Productos defectuosos. Crear y corregir defectos consume recursos, lo que genera interferencia con el flujo, por lo que debe ser eliminado este desperdicio. Algunos ejemplos de esto son: Partes defectuosas del proveedor, información incorrecta o incompleta y retrabajo

Sobreproducción. Producir más de lo requerido consume recursos que no son utilizados en el corto plazo, también esconde problemas y desperdicios como: transportes innecesarios, mala calidad, procesos desbalanceados, tiempo excesivo de preparación, esperas, etc...Una vez que se elimina el sobreinventario se puede ver más claramente que problemas se tienen que ir señalando. En la figura la persona en el barco representa la producción, que cuando tiene sobre producción y sobre inventario representado por el nivel de agua, los problemas representados por las rocas, están ocultos pero cuando se reduce este sobre inventario es cuando se ven más claros los problemas que no permiten que la persona en el barco continúe. Es malo sobreproducir porque se fabrican productos que el cliente no desea. Algunos ejemplos de esto son: Producir adicionalmente al programa, producir piezas equivocadas y en la fecha equivocada.

Figura 10: Efecto del sobre inventario



Fuente: Propia basado en (Cuatrecasas, 2010, p. 115)

Figura 11: Efecto de la reducción del sobre inventario.



Fuente: Propia basado en (Cuatrecasas, 2010, p. 115)

Inventarios. Mantener inventarios, material que no es vendido en el corto plazo inmoviliza recursos, requiere movimiento adicional no programado, dificulta la búsqueda de piezas, utiliza exceso de espacio, genera obsolescencia y problemas de calidad, también pueden ocurrir pérdidas por daño en el manejo. Estos inventarios tienen que ser administrados lo cual consume recursos. Algunos ejemplos de estos son: trabajar con lotes grandes, tener tiempos de entrega largos.

Movimiento Excesivo o Innecesario. Estos movimientos pueden generar problemas ergonómicos, afectan la eficiencia de la mano de obra, genera problemas de seguridad, provoca desperdicio y variación en el tiempo ciclo del operador. Algunos ejemplos de esto son: Distribuciones mal planeadas o caminatas innecesarias.

Procesos Deficientes. Tener procesos deficientes consume recursos de manera equivocada, crea retrasos en la producción, existe la oportunidad de generar defectos. Algunos ejemplos de estos son: Aprobaciones innecesarias, procesos fuera de

especificaciones o que incumplen los requerimientos del cliente (procesos incapaces que producen defectos) y registros innecesarios.

Transporte. El transporte consume recursos y tiempo, crea problemas de seguridad, genera inversión de capital, puede aumentar el daño en los productos. Algunos ejemplos de esto son: Utilizar grúas, polipastos, montacargas, en el manejo de materiales que no agregan valor y mala planeación de surtimiento de materiales.

Esperas. Las esperas aumentan el tiempo ciclo del operador, consumen recursos, aumentan el inventario en proceso, genera una lenta respuesta al cliente. Algunos de ejemplos de esto son: Operaciones no balanceadas al tiempo takt y tiempos muertos debido a la falta de operaciones estándar (Cuatrecasas, 2010)

Después de revisar la literatura se sintetiza que se tiene que aprovechar el conocimiento que se genera dentro de la compañía y no permitir que se escape. La organización o compañía que permite que el conocimiento generado se quede en la gente y se vaya con la gente se va a ver muy pronto retrasada o hasta cerrando sus puertas. De acuerdo a lo anterior esta es la era del conocimiento y los que lo generen, hagan común dentro de la organización, aprovechen, midan correctamente, olviden fácilmente para aprender nuevamente serán los que prevalezcan. Este conocimiento proviene de la gente y por lo tanto también se deben buscar, como cuando se buscan las materias primas de mejor calidad, las personas con las habilidades requeridas para actuar y tener éxito en esta nueva era. En este trabajo se propone una forma de que las compañías puedan traducir, hacerlo del conocimiento de todos los integrantes y aprovecharlo. En este trabajo se busca aplicar el modelo SECI en la compañía y verificar que resultados arrojan.

Tanto seis sigma como kaizen cuentan con las etapas antes mencionadas. En seis sigma la etapa Planear incluye Definir, Medir. La etapa hacer es equivalente a Análisis. La etapa Estudiar es equivalente a mejora y la de actuar es equivalente a control. En kaizen, se incluyen las etapas con el nombre que tienen. Por lo que sin importar si se escoge seis sigma o kaizen, se va a estar trabajando bajo el ciclo de Deming.

Debido a que los proyectos seis sigma se especializan en atacar pocos proyectos de alto impacto y los kaizenes se enfocan en hacer pequeñas mejoras continuamente a través del tiempo para de esta forma llegar a mejoras de alto impacto. Se considera que es mejor utilizar el enfoque de kaizen para estas mejoras. También parece lógico utilizar kaizen ya que tiene como principio utilizar el ingenio antes de gastar en presupuesto. En este caso se están considerando compañías que no cuentan con infraestructura por lo tanto es más lógico utilizar el enfoque de bajo presupuesto.

Otro punto a favor de utilizar Kaizen sobre seis sigma es que para realizar proyectos seis sigma se requiere que todos o la mayoría de los integrantes del equipo cuenten con capacitación en las herramientas estadísticas de seis sigma. En el caso del kaizen se hace lo más sencillo y lógico posible porque la intención es que puedan participar no solo los ingenieros de la compañía si no desde los operadores hasta los altos directivos.

4. Metodología

En esta etapa se explica el problema, como recabar información de cómo está la compañía inicialmente, lo que se propone hacer y cómo recabar información de cómo está la compañía después de implementar la mejora.

4.1. Problema a Resolver

4.1.1. Descripción. Existen muchas compañías que tienen instalaciones, proveedores, clientes y servicios por todo el mundo y cuentan con grandes equipos de personal y presupuestos para realizar cada actividad en la cadena de valor de un producto. Estas empresas cuentan con diferentes tipos de sistemas computacionales para el manejo del conocimiento donde se cataloga, almacena y accede a gran cantidad de información convertida en conocimiento.

El reto de este trabajo es cómo hacer para que compañías que no cuentan con el personal ni el presupuesto de las grandes empresas, puedan captar y capitalizar el conocimiento de sus empleados. .

Para el tipo de clientes que tiene la compañía es necesario que se generen partes sin defectos. Cuando se generan el problema no es la detección o contención de defectos o partes no conformes. Cuando se generan partes que no cumplen con la especificación, se detiene el proceso y se segrega todo el material no conforme. El problema es que el tiempo que se requiere para volver a tener el proceso en condición de generar partes dentro de especificación es muy alto e incrementa significativamente los tiempos muertos de la compañía. El tiempo que se reduce la disponibilidad de las maquinas o tiempos muertos es nuestro indicador a medir.

El problema es que pueden generarse partes no conformes en el primer y en el segundo turno y puede ser por ejemplo que el matricero del primer turno esté cinco horas tratando de solucionar un problema en un troquel y que cuando llegue el matricero del segundo solucione el problema en 10 minutos. El problema no requería la habilidad para modificar el troquel si no el conocimiento de qué se requiere modificar, el “know how”.

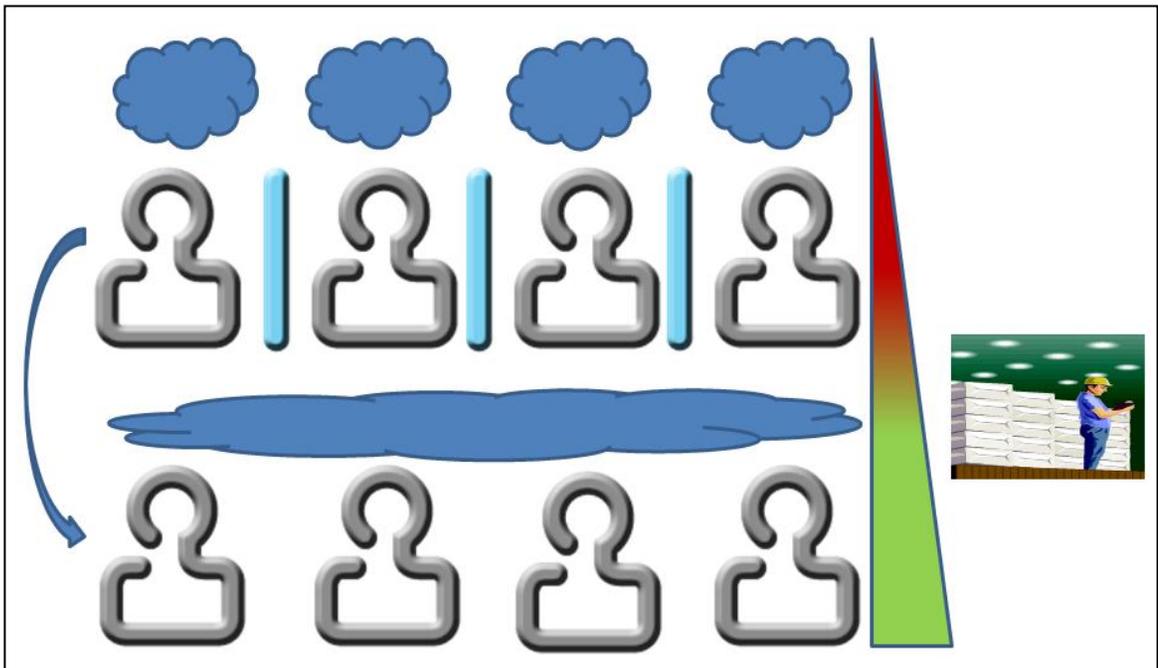
No es que el matricero del segundo turno sea mucho más experimentado o hábil simplemente sucede que ya le ha tocado resolver el problema anteriormente, ya había aprendido de ese problema. También puede ser que el matricero del primer turno ya haya resuelto un problema y él sepa cómo hacerlo pero cuando el matricero del segundo tenga el mismo problema igual le tome 5 horas en solucionarlo porque tiene que volver a aprender desde el principio.

Este problema se debe a que el conocimiento que se genera del proceso se está quedando de forma implícita en cada integrante de la compañía. En el momento que los integrantes actuales de la compañía se vayan, también el conocimiento que se ha creado.

Lo que se busca es un sistema que pueda traducir y concentrar el conocimiento que se genera en el día a día con el fin de que pueda ser utilizado por otros integrantes de la compañía y disminuir así los tiempos muertos sin tener la infraestructura ni el presupuesto de las compañías grandes. Esta práctica de gestión de conocimientos es muy común en compañías grandes donde se genera diariamente enormes cantidades de lecciones aprendidas y por lo mismo hasta se vuelve muy difícil utilizar el conocimiento generado.

Como se muestra en la figura la situación inicial es que los integrantes de la compañía tienen conocimientos que han adquirido en previos trabajos y resolviendo problemas en la compañía pero no están compartiendo los conocimientos, En la figura se muestran divididos por una pared que impide que compartan lo que saben. Esto genera que cuando algún integrante decide irse, se lleva sus conocimientos porque la compañía no posee realmente el know how. Por lo tanto la productividad, representada por el trabajador y el triángulo se encuentran en rojo, lo que se busca es que el conocimiento generado al resolver problemas sea, dentro de lo posible, el mismo para todos los trabajadores en la empresa, que se convierta en el know how de la compañía y permanezca en ella aunque existan cambios de personal y por supuesto que esto se vea reflejado en productividad representado por el color en verde.

Figura 12: Representación gráfica del problema.



Fuente: Propia

4.1.2. Magnitud. Como se muestra en los datos de línea base o datos antes de la mejora, se tiene en promedio 3.4 horas diarias de tiempo muerto, en otras palabras 85.8 horas al mes. Si el costo por hora de la prensa es de 250 dólares quiere decir que la compañía está dejando de ganar 21,375 dólares al mes por tiempos muertos generados por troqueles que requieren reparación. Esta propuesta no pretende eliminar la ocurrencia de estos tiempos muertos sino reducir el tiempo que se requiere para reparar los troqueles cuando se dañan. Por lo tanto si se logra reducir una hora diaria en promedio se le permitiría a la compañía ganar 6250 dólares al mes, 75,000 al año.

4.1.3. Alcance. En el proceso de troquelado puede haber varias fuentes para generar partes fuera de especificación

Estas son:

- Que el material este fuera de especificación,
- Que el ajuste este hecho de forma incorrecta
- Que no funcione correctamente la prensa durante la operación.
- Que no funcione correctamente el alimentador del material durante la operación.
- Que no funcionen correctamente los sensores.
- Que el troquel este dañado o desajustado

Este trabajo se enfoca en los disminuir los tiempos muertos ocasionados por problemas en el material y en los herramientales. En este caso la propuesta se aplicó en una empresa pequeña de partes troqueladas, que cuenta con tres prensas, muy bajos recursos sin embargo compite con compañías de mayor

4.1.4. Relevancia. Como se sabe en un sistema productivo se cuenta con medios de producción y una cantidad limitada de tiempo disponible para generar valor agregado a

las materias primas. Por cada minuto que los medios de producción no estén disponibles es dinero que se está dejando de ganar por lo que es muy importante maximizar la disponibilidad de estos; en otras palabras reducir los tiempos muertos.

4.2. Objetivo

El reto está en hacer este manejo del “know how” con muy bajo presupuesto, sin requerir personal adicional, que sea conocimiento útil y fácil de acceder y que se vea reflejado en reducción de tiempos muertos.

4.3. Preguntas de Investigación

¿Es posible hacer gestión del conocimiento en compañías sin infraestructura de tecnologías de la información y poco personal?

¿Es posible aprovechar el conocimiento que se encuentra en los empleados de la compañía y que se vea reflejado en menores tiempos muertos?

4.4 Tamaño de Muestra.

Considerando la siguiente formula

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

Dónde:

n = el tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

Desviación estándar de la población.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza

e = Límite aceptable de error muestral

Entonces si se tiene:

N = 50 semanas por 6 días laborables a la semana es igual a 300 días.

$$\sigma = 184.4 \text{ minutos}$$

$$Z = 3 \text{ equivalente al } 99.73\%$$

$e = 90$ minutos, hora y media promedio por día, lo cual equivale aproximadamente al 25% de lo actual.

La fórmula queda de la siguiente forma:

$$n = \frac{50 * 184.4^2 * 3^2}{(300-1) * 90^2 + 184.4^2 * 3^2}$$

$$n = 33.65 \text{ que sube a } 34.$$

Como existe la oportunidad de tener hasta 76 datos antes de la mejora y 76 después, se calcula nuevamente ahora incrementando el valor de Z a 4.9 lo que da un nivel de confianza de 99.99995%

$$n = \frac{50 * 184.4^2 * 4.9^2}{(300-1) * 90^2 + 184.4^2 * 4.9^2}$$

$$n = 75.38 \text{ que sube a } 76$$

4.5. Recolección de Datos de Línea Base.

Se toman los valores de tiempo muerto diario durante tres meses antes y tres meses una vez implementada la mejora. La figura número 36 es el formato en el que el operador encargado de cada máquina registra como estuvo el desempeño del área. Coloca, fecha, nombre del operador, turno, número de parte, maquina, total de piezas producidas, tiempo de producción, tiempo de preparación, tiempo muerto y otros. El tiempo muerto lo coloca desglosado en limpieza, falla en el troquel, material, falla en el montacargas, falla en la prensa, falta de contenedores, falla en el alimentador u otros. A continuación el formato.

Figura 13: Forma de registro de producción.

FIVE STAR S.A de C.V
Registro diario de producción (DAILY PRODUCTION RECORD)

Fecha: _____
(DATE) DD/MM/YY

Operador: _____ Shift A B : TURNO
(OPERATOR) Nombre (Name)

Num parte _____
(PART NO.)

Maquina # _____
(MACHINE)

Total de piezas _____
(GOOD PARTS)

Tiempo producción _____
(PRODUCTION TIME) Hrs

Tiempo de preparación _____
(SET-UP TIME) Hrs

Tiempo muerto _____
(DOWN TIME) Hrs/codigo

Otros _____
(OTHER)

Detalle y códigos del tiempo muerto (DOWN TIME DETAIL AND CODES)							
Codigo	Min.	Código	Min.	Código	Min.	Código	Min.
C = Limpieza (CLEAN-UP)		D = Troquel (DE)		M = MATERIAL (COIL)		L = Montacargas (FORK LIFT)	
P = Prensa (PRESS)		B = Contenedores (BINS)		F = Alimentador (FEEDER)		O = Otros (OTHER)	

Fuente: Propia basado en la forma M-36 de Troquelados automotrices.

Este reporte se llena diariamente y la información es validada por el supervisor de producción y el gerente de planta.

4.6 Recolección de Datos Después de la Mejora.

Se utiliza nuevamente la misma forma número 36 para concentrar los datos de tiempos muertos después de haber implementado la mejora para poder comparar y saber si la mejora fue efectiva o no.

4.7. Propuesta de Mejora

Se propone una forma de aprovechar los conocimientos de las personas que trabajan en la compañía. En la parte de resultados se detalla esta mejora. Se toman tres meses de datos antes de implementar la mejora y tres meses al haber implementado la mejora. Los dos grupos de datos se comparan en promedios y en total de minutos de tiempo muerto.

Para comparar la media de las dos poblaciones, antes de la mejora y después de la mejora, se utiliza la herramienta estadística ANOVA que ayuda a identificar si los datos que se observan son solo variación normal o si existe un cambio de media significativo. La hipótesis nula en el ANOVA es que las medias de las poblaciones analizadas son iguales, la hipótesis alterna es que al menos población es diferente. Cuando el valor p que arroja la ANOVA es mayor o igual a 0.05 se acepta la hipótesis nula y cuando es menor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. En este caso se busca que las medias sean significativamente diferentes, en el caso de los datos después de la mejora se espera que sean menores. Para comparar los totales de minutos de tiempo muerto se utilizará una gráfica. Con estas dos comparaciones será posible concluir si realmente fue menor el resultado de minutos de tiempo muerto una vez que se implementó la mejora

5.Resultados

En esta etapa se muestran primero datos de cómo se encuentra la compañía inicialmente, a estos se les llama datos de línea base. Con estos datos se hacen gráficas para conocer mejor la naturaleza de los mismos. Después se muestra a detalle la propuesta para aprovechar el conocimiento del personal y reducir los tiempos muertos. Lo siguiente es ver los datos después de haber implementado la mejora con el mismo desarrollo de gráficas para describir mejor los datos. Por último se hace una comparación entre los datos antes y después de la mejora.

5.1 Datos de Línea Base.

Aquí están los datos de tiempos muertos en minutos por cada día.

Figura 14: Tiempos muertos antes de la mejora acomodados por mes

	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo
OCTUBRE	1	2	3	4	5	6	7
	340	262	473	0	131	0	
	8	9	10	11	12	13	14
	260	323	281	0	288	244	
	15	16	17	18	19	20	21
	290	398	0	323	0	0	
	22	23	24	25	26	27	28
	0	0	417	233	295	0	
	29	30	31				
181	0	0					
NOVIEMBRE				1	2	3	4
				477	0	0	
	5	6	7	8	9	10	11
	398	543	468	0	0	0	
	12	13	14	15	16	17	18
	0	0	522	0	0	133	
	19	20	21	22	23	24	25
	335	244	0	168	300	0	
	26	27	28	29	30		
404	200	303	493	407			
DICIEMBRE						1	2
						191	
	3	4	5	6	7	8	9
	0	0	461	200	220	455	
	10	11	12	13	14	15	16
	0	381	383	510	0	164	
	17	18	19	20	21	22	23
	0	444	286	0	313	440	
	24	25	26	27	28	29	30
		145	0	265	458		

Fuente: Propia basado en datos proporcionados por Troquelados Automotrices.

Los datos listados quedan de la siguiente forma.

Figura 15: Tiempos muertos antes de la mejora en lista

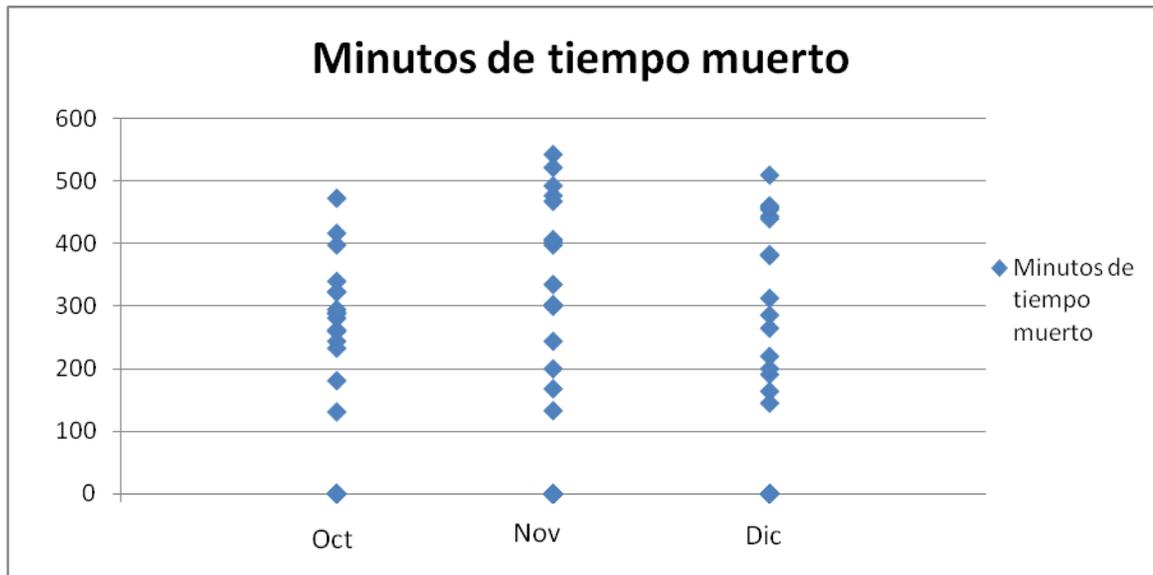
ANTES		
Oct	Nov	Dic
340	477	191
262	0	0
473	0	0
0	398	461
131	543	200
0	468	220
260	0	455
323	0	0
281	0	381
0	0	383
288	0	510
244	522	0
290	0	164
398	0	0
0	133	444
323	335	286
0	244	0
0	0	313
0	168	440
0	300	145
417	0	0
233	404	265
295	200	458
0	303	
181	493	
0	407	
0		

Fuente: Propia basado en datos proporcionados por Troquelados Automotrices.

Primero se grafican las ocurrencias divididas por mes.

Se observa dispersión en los datos, esto suena lógico ya que son diferentes problemas los que se suceden cada día. También se observan días con cero minutos de tiempo muerto por este rubro.

Figura 16: Minutos de tiempo muerto antes de la mejora por mes.



Fuente: Propia

El siguiente paso es graficar sólo los datos que se observaron con tiempos muertos.

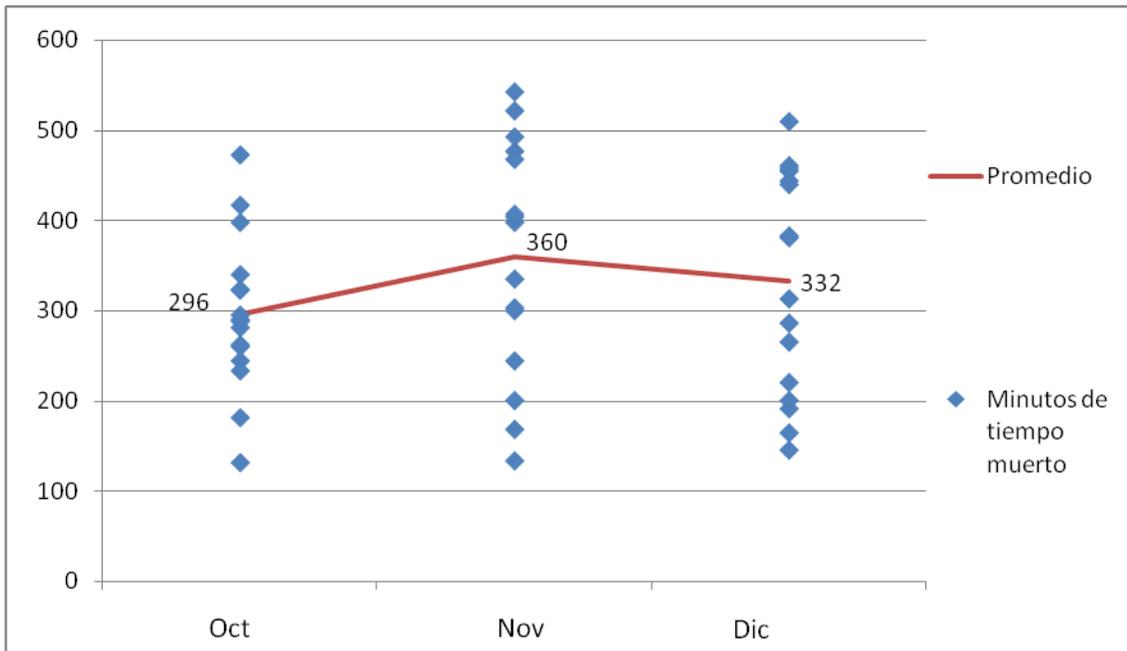
Figura 17: Minutos de tiempo muerto antes de la mejora sin ceros



Fuente: Propia

Lo siguiente es agregar el promedio en esta misma gráfica.

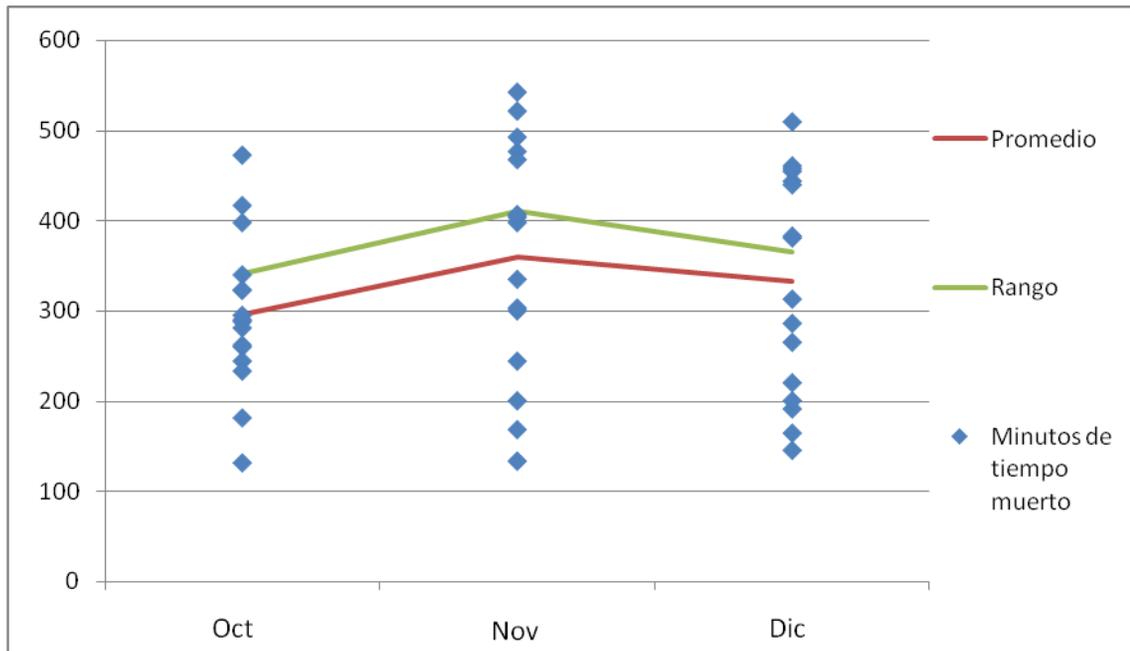
Figura 18: Minutos de tiempo muerto antes de la mejora con promedios



Fuente: Propia

Se observa que el promedio varía sin presentar una tendencia. Lo siguiente es agregar el rango de los datos, el mayor dato menos el menor, a esta gráfica.

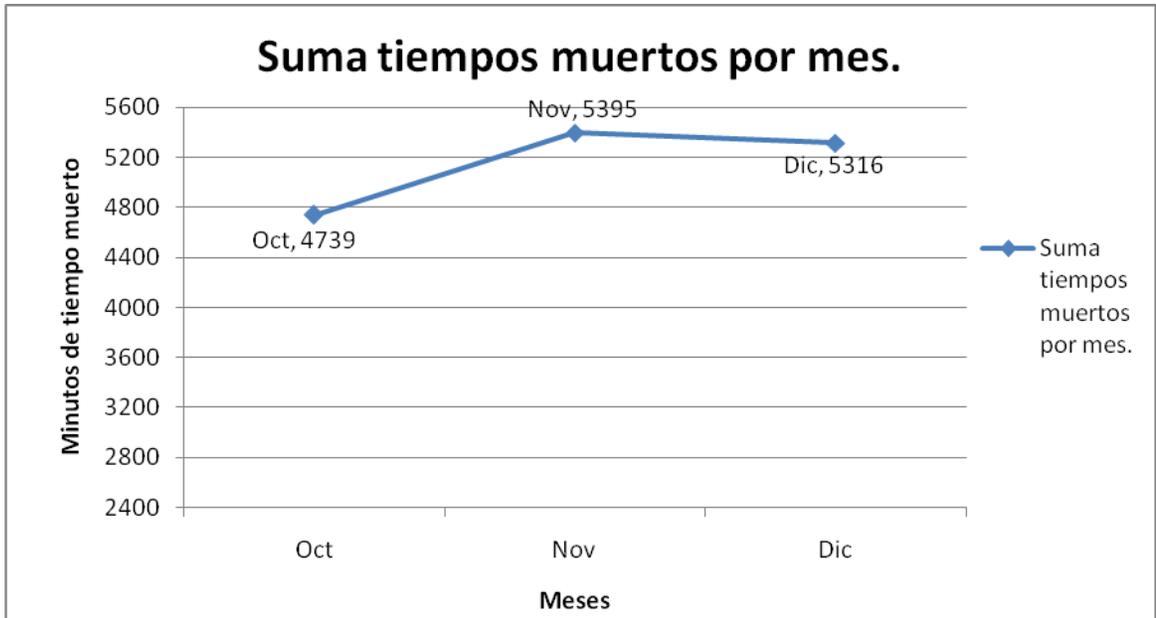
Figura 19: Minutos de tiempo muerto antes de la mejora con rangos



Fuente: Propia

Se observa que el rango varía también sin presentar una tendencia. Ahora que se han mostrado todos los datos, lo siguiente es graficar la suma de minutos de tiempo muerto por mes.

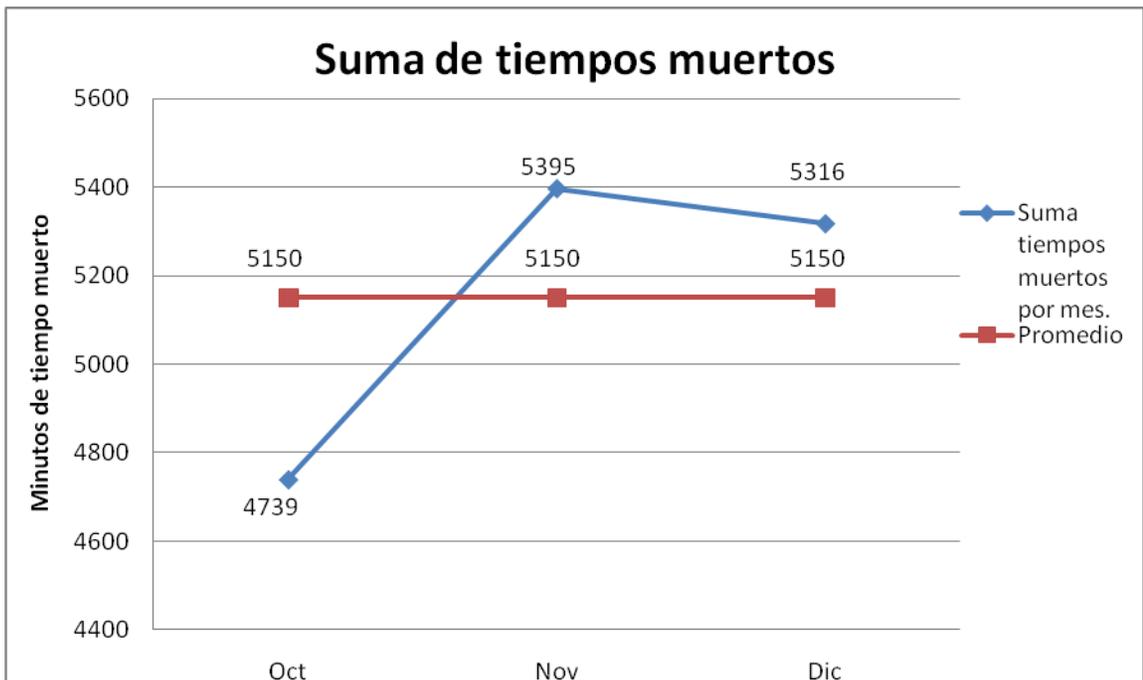
Figura 20: Suma de tiempos muertos antes de la mejora por mes.



Fuente: Propia

Con esta grafica es posible ver el efecto tanto de la frecuencia, el promedio y el rango de los datos, es decir, el total de los tiempos muertos. Lo siguiente es agregar el promedio de los tres meses sobre la misma gráfica.

Figura 21: Suma de tiempos muertos antes de la mejora con promedio



Fuente: Propia

Este promedio de 5,150 minutos de tiempo muerto por mes son los que se tomaran como punto de comparación para ver si la mejora propuesta realmente disminuye los tiempos muertos.

5.7. Propuesta de Mejora.

La propuesta se implementa mediante la generación y difusión al personal involucrado de un procedimiento que indique los pasos a seguir para poder aprovechar el conocimiento generado en la compañía que contenga responsables de cada actividad así como un formato estándar de registro que se basa en el pdsa. Se arranca tomando los problemas que se han generado durante los tres meses pasados, a partir de ahí conforme se vayan resolviendo nuevos problemas se deben documentar. También el procedimiento indica que se tome la información ya documentada cuando existe recurrencia del problema.

El procedimiento consiste de 5 partes: El título, el área de responsables, el área de los pasos del proceso, el área de comentarios y el área de formas relacionadas

El título, indica de qué se trata el procedimiento. El área de responsables indica quien es responsable de cada actividad. Cada responsable tiene un color asignado el cual coincide con el color de las actividades que tiene que realizar. El área de los pasos del proceso indica que pasos lleva el procedimiento. El área de formas relacionadas indica que cuales se tienen que utilizar en algún paso del proceso en específico, la correspondencia se hace mediante la alineación del paso con la forma que se debe utilizar.

El procedimiento dice que el supervisor de producción en el paso de *Definición de problemas de calidad*. Debe: En caso de que la identificación de la causa raíz de una no conformidad se requiera más de 30 minutos en identificar, se considera que el problema debe ser documentado.

En el paso de *Solución del problema* el gerente de calidad debe reunir un equipo multidisciplinario para definir el problema, la causa raíz, las actividades que se llevaron a cabo y la efectividad de estas. En este paso la documentación debe ser correcta, concisa, clara, usando tantos diagramas, fotos e ilustraciones como sea necesario.

En el paso de *Documentación del problema* el gerente de calidad debe asegurarse que se documente correctamente el problema, la causa raíz, las actividades que se llevaron a cabo y la efectividad de estas. En este paso debe utilizar la *Forma #90 Documentación PDCA de problemas solucionados*.

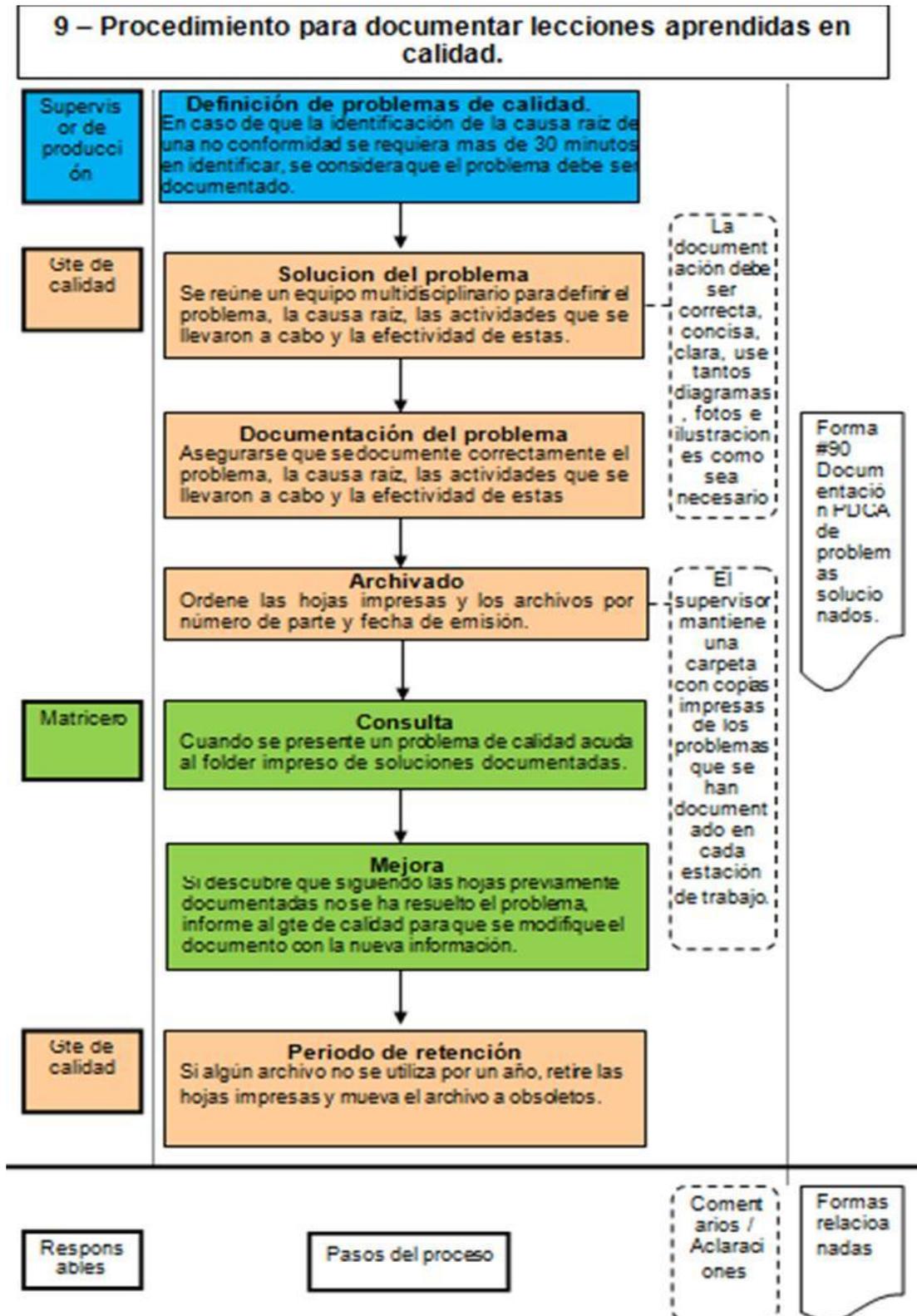
En el paso de *Archivado* el gerente de calidad debe ordenar las hojas impresas y los archivos por número de parte y fecha de emisión. En este paso el supervisor mantiene una carpeta con copias impresas de los problemas que se han documentado en cada estación de trabajo.

En el paso *Consulta* el matricero debe, cuando se presente un problema de calidad, acudir al folder impreso de soluciones documentadas.

En el paso *Mejora* el matricero debe en caso de que descubra que siguiendo las hojas previamente documentadas no se ha resuelto el problema, informar al gerente de calidad para que se modifique el documento con la nueva información.

En el paso de *Periodo de retención* el gerente de calidad debe verificar si algún archivo no se utiliza por un año, retirar las hojas impresas y mover los archivos a obsoletos.

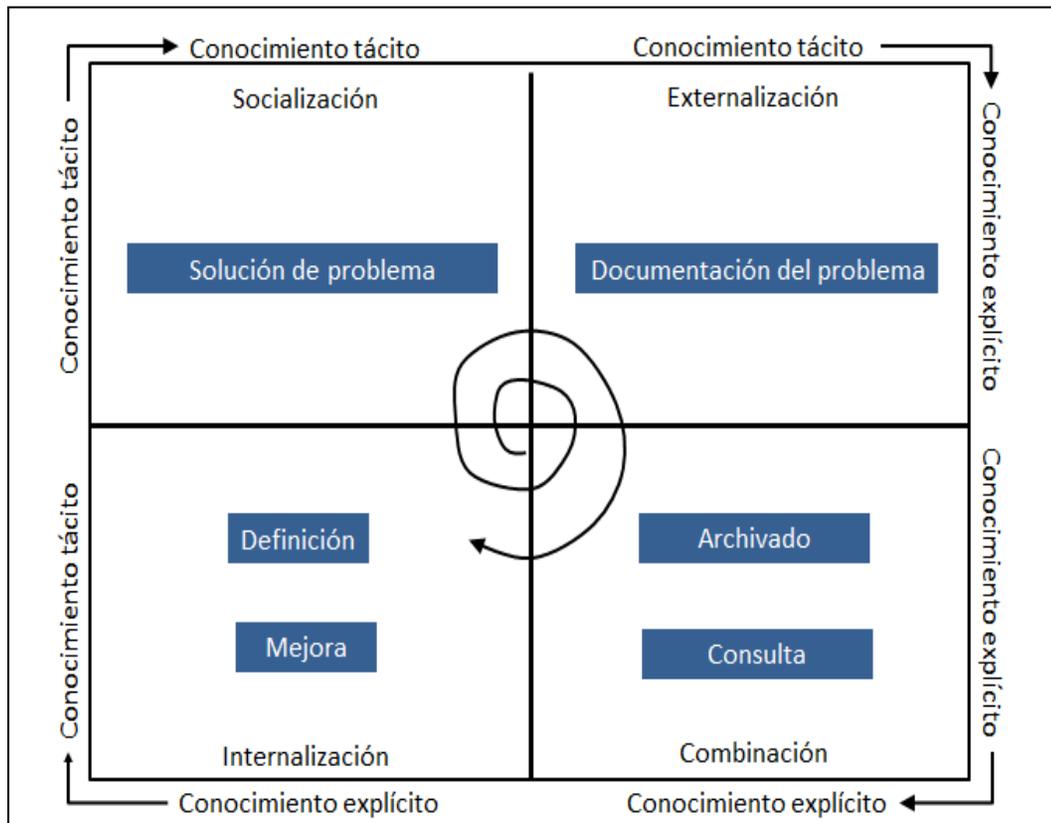
Figura 22: Procedimiento para documentación de lecciones aprendidas.



Fuente: Propia

Considerando el modelo SECI de Nonaka es posible ubicar cada uno de los pasos del procedimiento en las etapas del modelo. Definición, esta dentro de internalización. Solución de problema está dentro de la etapa de socialización ya que se reúne el equipo y utilizando el conocimiento tácito de cada integrante identifican la causa raíz y las acciones necesarias para corregirla. Documentación del problema está dentro de la etapa de externalización ya que se convierte el conocimiento tácito en explícito. Se logra esta idea en la etapa de combinación ya que es donde se comparte el conocimiento explícito a todos los integrantes del área. Por último el paso de mejora está nuevamente dentro de la etapa de internalización ya que teniendo en cuenta el conocimiento explícito existente puesto como formas 90 llenas, cada integrante del área vuelve a generar conocimiento tácito.

Figura 23: Modelo SECI y procedimiento de documentación de lecciones aprendidas.



Fuente: Propia

En el procedimiento se refiere a la forma #90, la cual se muestra a continuación, mas adelante se explica a detalle cada parte del formato.

Figura 24: Forma #90

Planta:	1 Plan-Do-Check-Act)		No. De parte:	
			Prensa:	
Titulo:				
Descripción del problema		Descripción de la Solución (Use croquis de ser posible)		
PLANEAR		HACER		
Problema:		Acciones:		
Fotos pieza con problemas		Fotos pieza correcta		
2		3		
Causa:				
Foto troquel, tira, enderezador, etc..				
5		4		
Estandarizacion		Verificacion de Resultados		
ACTUAR		ESTUDIAR		
Documentos Modificados:		Casos antes de la mejora		
Documentos creados		Casos despues de la mejora		
Se puede expandir?				

Fuente: Propia

(1) *Encabezado*. En el encabezado se coloca el nombre de la planta, el número de parte, en que prensa se trabaja esa parte en particular y el título del problema. La información anterior sirve para clasificar el problema. Se propone hacer una carpeta por cada máquina, en este caso, prensa y dentro de cada carpeta se dividen los problemas por número de parte y al final se ordenan en orden alfabético por el título.

Figura 25: Forma #90, Encabezado

Planta:	PDCA (Plan-Do-Check-Act)	No. De parte:	
		Prensa:	
Titulo:			

Fuente: Propia

(2) *Planear*. En la parte de planear se describe el problema y la causa raíz. Donde dice problema se describe brevemente el problema o modo de falla. Después se agregan

fotos o diagramas del problema donde lo más sencillo es comparar una pieza o condición correcta con una pieza o condición incorrecta. Después se agrega la causa raíz del problema y nuevamente fotos o diagramas que ayuden a explicar más fácilmente que se conoce la causa raíz del problema.

Figura 26: Forma #90 planear

El diagrama muestra un flujo de trabajo para la fase de planificación. Comienza con un recuadro verde que contiene el texto "PLANEAR". Una línea horizontal superior está etiquetada como "Descripcion del problema". El flujo continúa hacia un recuadro amarillo que contiene "Problema:", seguido por un espacio para "Fotos pieza con problemas" y "Fotos pieza correcta". Después, el flujo va a otro recuadro amarillo con "Causa:.", seguido por un espacio para "Foto troquel, tira, enderezador, etc..". Finalmente, una flecha curva en la parte inferior derecha apunta hacia un recuadro verde con el texto "plan".

Fuente: Propia

(3) *Hacer*. En la parte de “Hacer” se procede a colocar la descripción de la solución. Se deben escribir que acciones se hicieron para solucionar el problema, igual además del texto es muy recomendable agregar tantas fotos o diagramas sea necesario para dejar

bien claro que se hizo. Para complementar se deja un área donde se va a colocar una foto o diagrama del antes y después de la pieza, la herramienta o el proceso.

Figura 27: Forma #90, Hacer

Diagrama de flujo de acciones (Forma #90, Hacer) que muestra el proceso de implementación de una solución.

El diagrama está dividido en secciones:

- Encabezado:** Incluye un icono de flecha blanca a la izquierda, el título "Descripción de la Solucion" con el subtítulo "(Use croquis de ser posible)", y un botón azul con el texto "HACER".
- Área de Acciones:** Una gran zona blanca con el texto "Acciones :" en verde, destinada a describir las acciones a realizar.
- Área de Comparación:** Una zona blanca dividida horizontalmente, con "ANTES" a la izquierda y "HOY" a la derecha, para registrar cambios o resultados.
- Iconos de Transición:** Un icono de flecha curva azul con "Do" en un triángulo azul en la esquina inferior izquierda, y un icono de flecha recta blanca en la esquina inferior derecha.

Fuente: Propia

(4) *Estudiar*. En la parte de estudiarse tiene que documentar que tanto cambiaron los resultados de antes contra despues de la mejora. Aquí se deben colocar valores en lugar de imágenes que ayuden a visualizar el impacto de la mejora.

Figura 28: Forma #90, estudiar

Diagrama de flujo de ciclo PDCA. En la parte superior, un círculo muestra las etapas: 'Act' (amarillo) y 'Study' (rojo). A la derecha, un recuadro rojo contiene el texto 'ESTUDIAR'. El recuadro principal está dividido en dos columnas: 'Casos antes de la mejora' y 'Casos despues de la mejora'. Debajo de estas columnas hay una fila de cinco cuadros vacíos.

Fuente: Propia

(5) *Actuar*. En la parte de actuar se documenta como se estandariza la mejora que se realizó en caso de que sea necesario. Se especifica si se modificaron o crearon nuevos documentos, ya sean procedimientos, formatos, etc...

Tambien se debe colocar si esta mejora puede aplicar a otros productos o procesos.

Figura 29: Forma #90, actuar

Diagrama de flujo de ciclo PDCA. En la parte superior, un recuadro contiene el texto 'Estandarizacion'. A la derecha, un botón amarillo contiene el texto 'ACTUAR'. A la izquierda del botón, un recuadro contiene el texto: 'Documentos Modificados:', 'Dcumentos creados' y 'Se puede expandir?'. A la derecha del botón 'ACTUAR' hay una flecha blanca que apunta hacia la izquierda.

Fuente: Propia

El procedimiento y la forma se difunden a los involucrados, y se coloca una carpeta con los conocimientos adquiridos hasta el momento así como formatos en blanco para continuar documentando.

5.3 Datos Después de la Mejora.

Aquí están los datos de tiempos muertos en minutos por cada día.

Figura 30: Tiempos muertos después de la mejora acomodados por mes.

		Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo
ENERO			1	2	3	4	5	6
				228	212	0	151	
		7	8	9	10	11	12	13
		229	262	0	428	0	204	
		14	15	16	17	18	19	20
		195	222	0	0	0	0	
		21	22	23	24	25	26	27
		0	327	0	290	0	328	
		28	29	30	31			
	242	172	456	80				
		Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo
FEBRERO						1	2	3
						196	0	
		4	5	6	7	8	9	10
		199	0	0	46	0	0	
		11	12	13	14	15	16	17
		0	0	177	0	149	250	
		18	19	20	21	22	23	24
		311	162	0	305	0	96	
		25	26	27	28			
	51	227	204	165				
		Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo
MARZO						1	2	3
						274	98	
		4	5	6	7	8	9	10
		153	116	270	0	0	0	
		11	12	13	14	15	16	17
		212	0	57	0	42	279	
		18	19	20	21	22	23	24
		179	0	0	0	0	212	
		25	26	27	28	29	30	31
	152	100	0	149	0	202		

Fuente: Propia basado en datos proporcionados por Troquelados Automotrices

Los datos listados quedan de la siguiente forma.

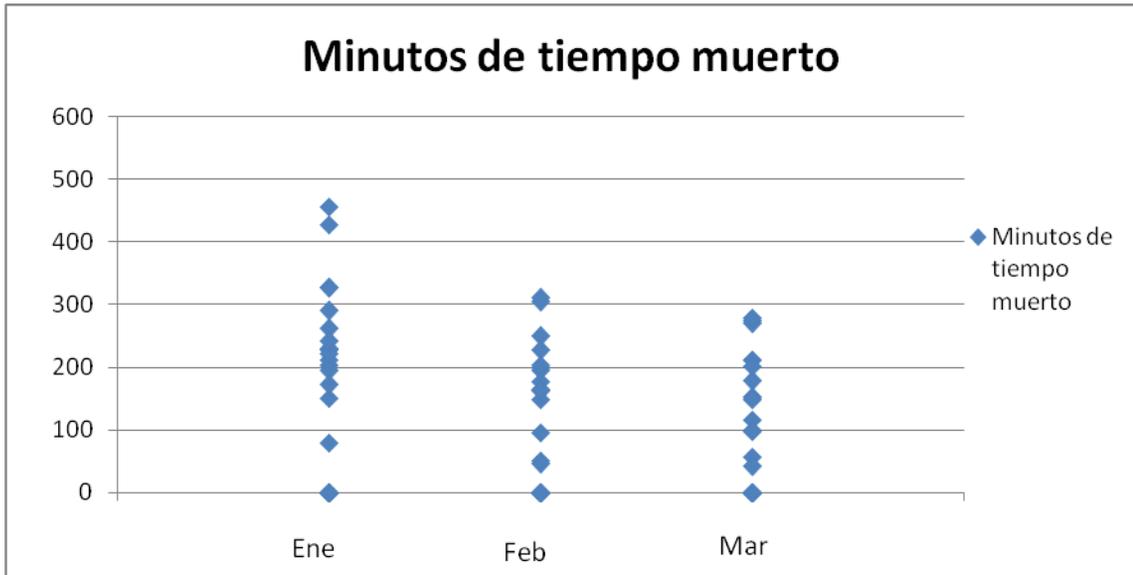
Figura 31: Tiempos muertos después de la mejora en lista.

Después		
En	Feb	Mar
228	196	274
212	0	98
0	199	153
151	0	116
229	0	270
262	46	0
0	0	0
428	0	0
0	0	212
204	0	0
195	177	57
222	0	0
0	149	42
0	250	279
0	311	179
0	162	0
0	0	0
327	305	0
0	0	0
290	96	212
0	51	152
328	227	100
242	204	0
172	165	149
456		0
80		202

Fuente: Propia basado en datos proporcionados por Troquelados Automotrices

Primero se grafican las ocurrencias divididas por mes.

Figura 32: Minutos de tiempo muerto después de la mejora por mes.

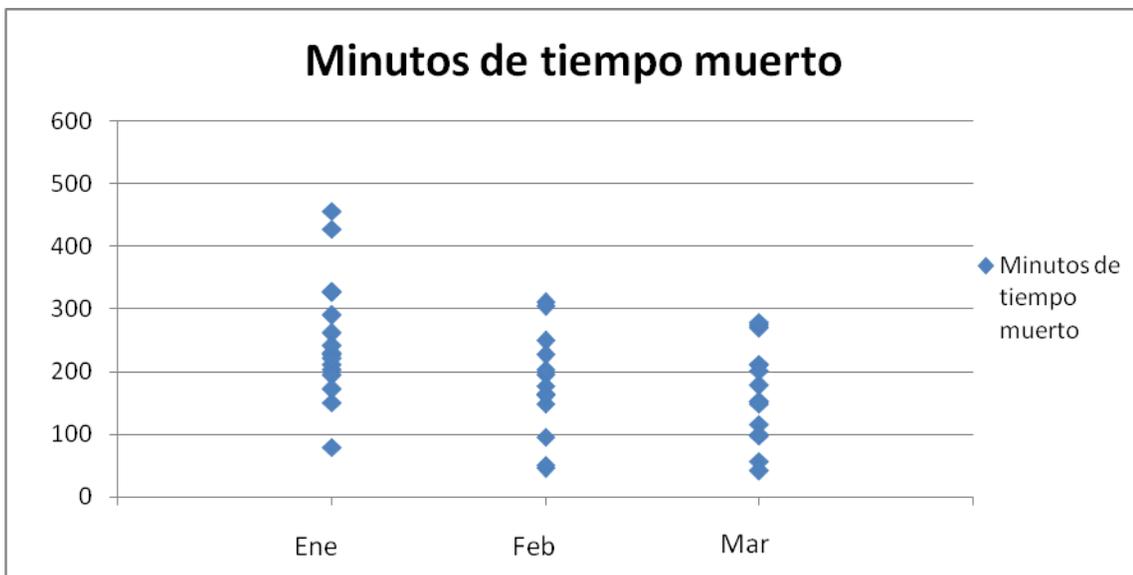


Fuente: Propia

Aún se observa dispersión en los datos y días con cero minutos de tiempo muerto.

El siguiente paso es graficar los solo datos que se observaron con tiempos muertos.

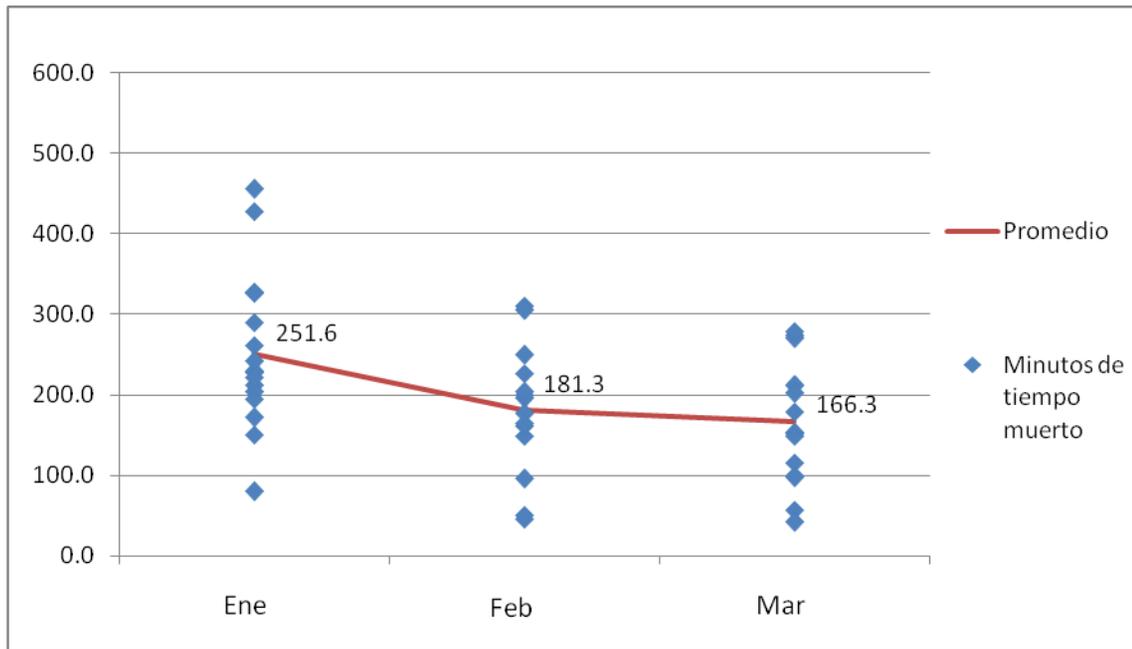
Figura 33: Minutos de tiempo muerto antes de la mejora sin ceros.



Fuente: Propia

Lo siguiente es agregar el promedio a la misma gráfica

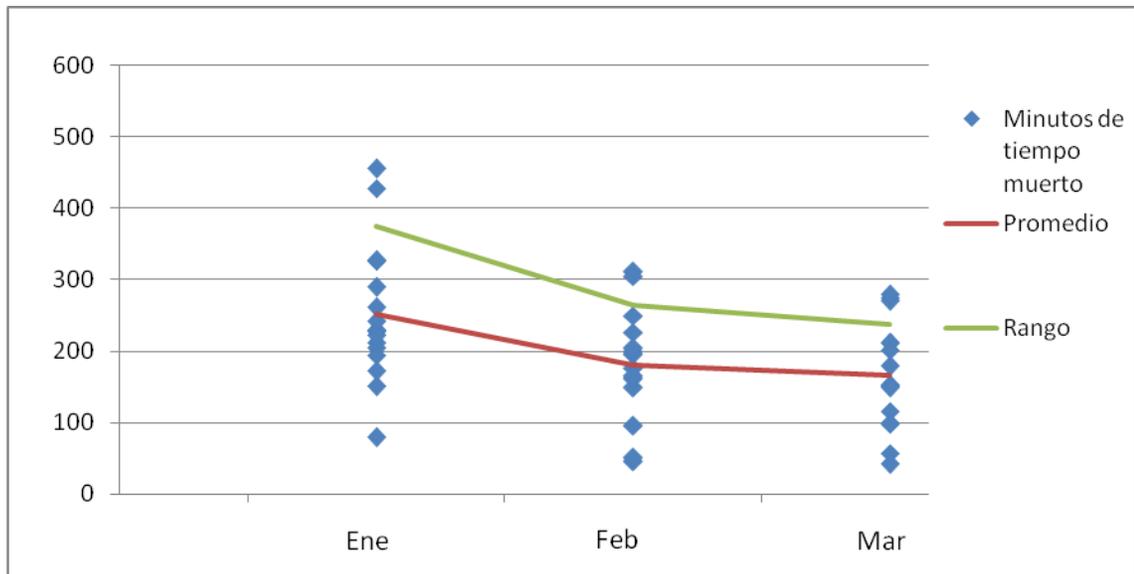
Figura 34: Minutos de tiempo muerto después de la mejora con promedios.



Fuente: Propia

Se puede ver que los promedios son menores, lo siguiente es agregar el rango a la misma gráfica.

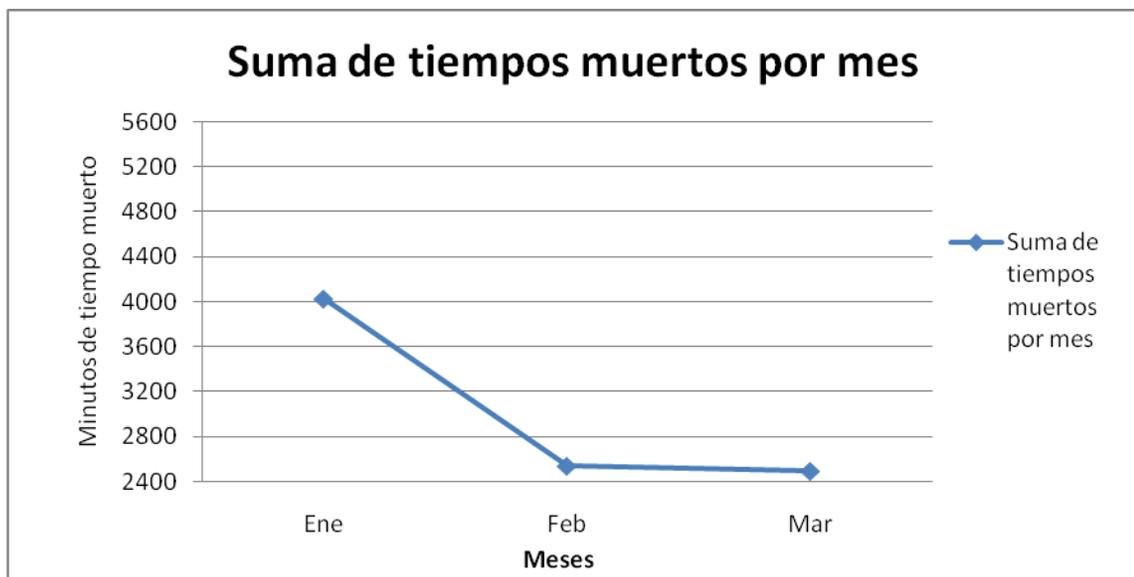
Figura 35: Minutos de tiempo muerto después de la mejora con rangos.



Fuente: Propia

Se observa que el rango varía también sin presentar una tendencia. Ahora que se han mostrado todos los datos, lo siguiente es graficar la suma de minutos de tiempo muerto por mes.

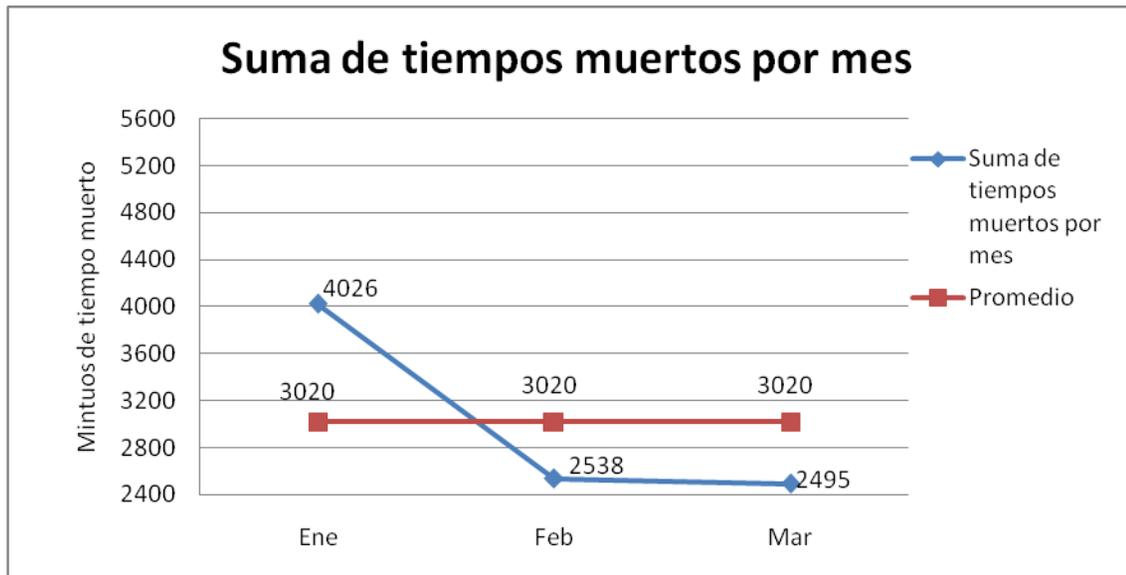
Figura 36: Suma de tiempos muertos después de la mejora por mes.



Fuente: Propia

La suma de los minutos de tiempo muerto se ve menor a antes de implementar la mejora. Lo siguiente es agregar el promedio de los tres meses sobre la misma gráfica.

Figura 37: Suma de tiempos muertos después de la mejora con promedio



Fuente: Propia

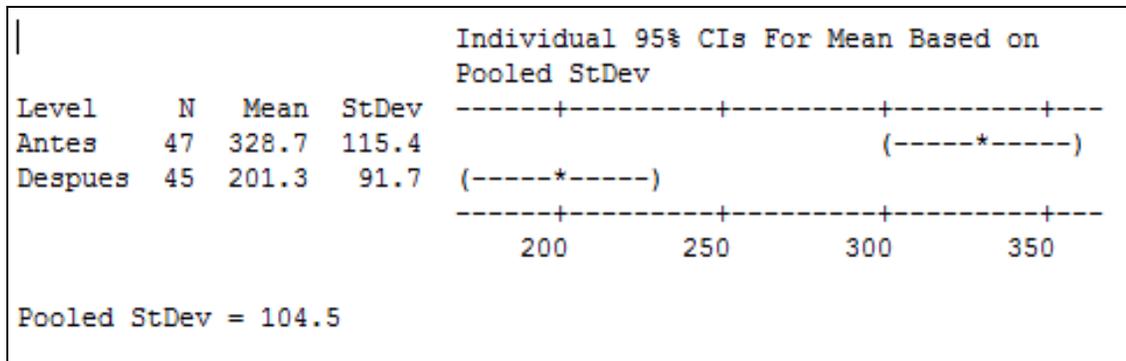
El promedio es menor al de los tres meses anteriores.

6.3. Comparación de Datos Antes y Después de la Mejora.

Para conocer si los datos antes y después de la mejora son diferentes se van a comparar medias así como el total de minutos por mes. En este caso se busca que las medias sean significativamente diferentes, en el caso de los datos después de la mejora se espera que sean menores.

Este es el resultado que arroja la herramienta estadística ANOVA.

Figura 38: Resultado del ANOVA.



Fuente: Propia

Como se puede ver las poblaciones no se traslapan.

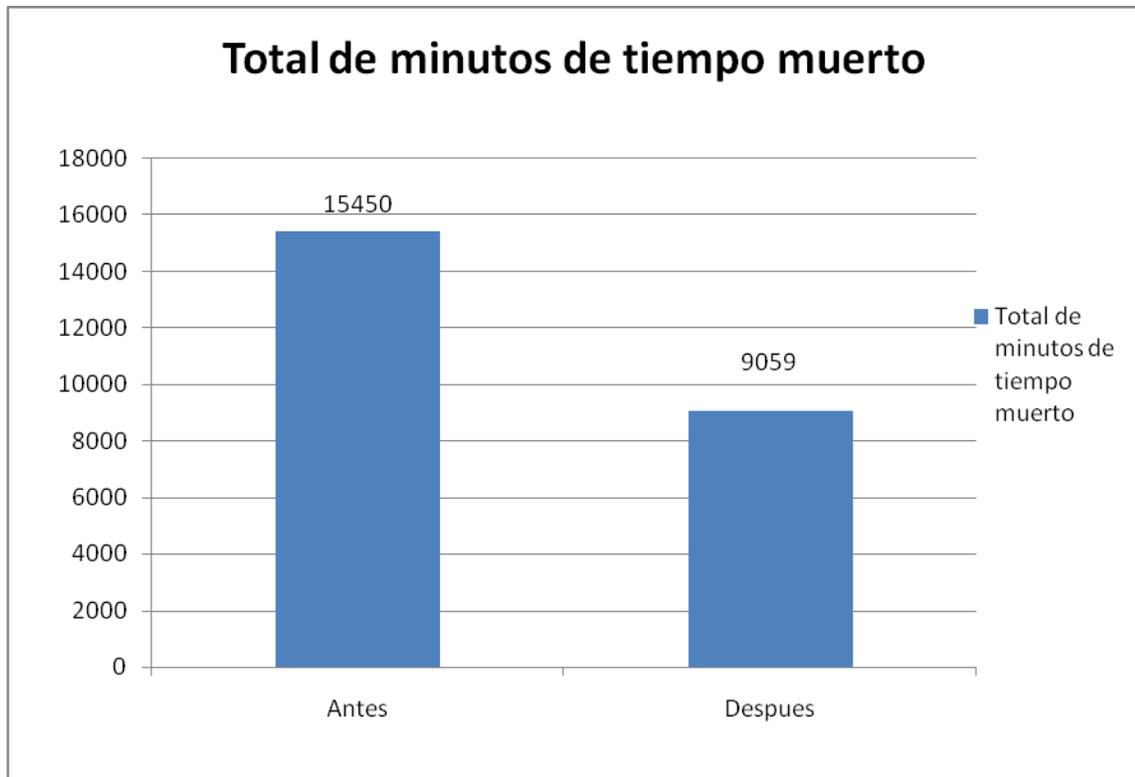
Figura 39: Resultado del ANOVA, valor p

Source	DF	SS	MS	F	P
subs	1	373203	373203	34.17	0.000
Error	90	983019	10922		
Total	91	1356222			

Fuente: Propia

El valor P que arroja el ANOVA es de 0.000 lo que quiere decir que se rechaza la hipótesis nula de que las poblaciones son iguales y se acepta la hipótesis alterna de que las poblaciones son significativamente diferentes.

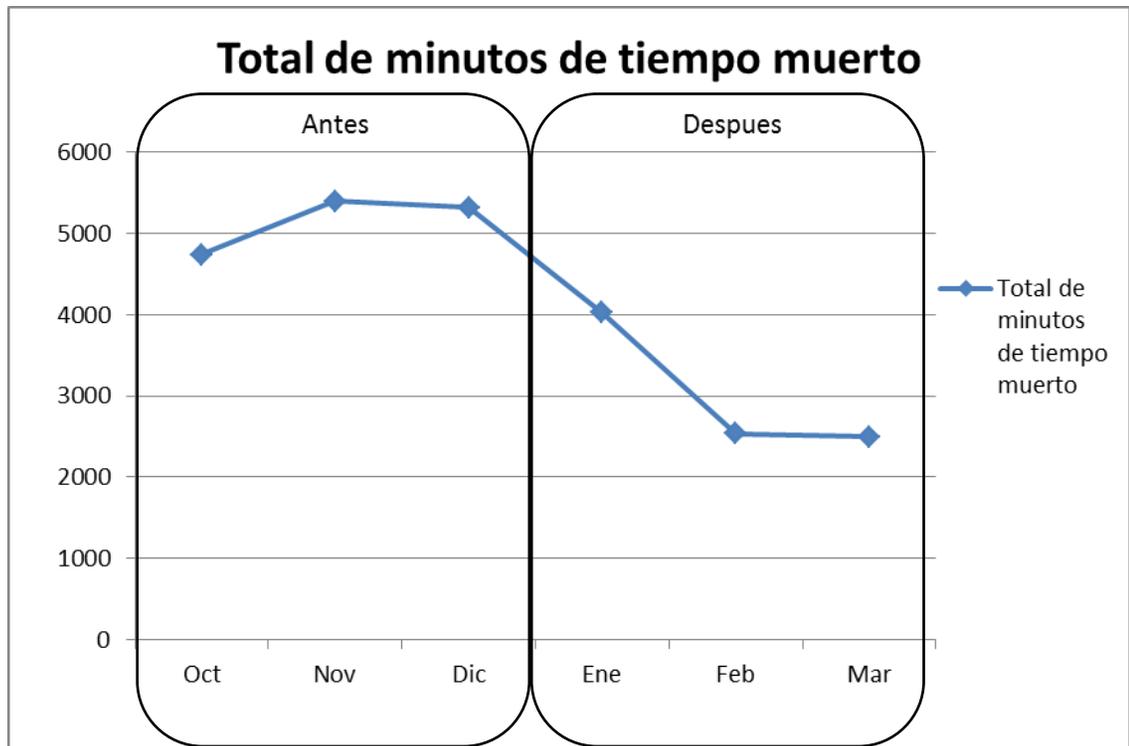
Figura 40: Comparación del total de minutos.



Fuente: Propia

Se observa que el total de minutos de tiempo muerto de los tres meses después de la mejora es 41% menor que el total de minutos de tiempos muertos de los tres meses antes.

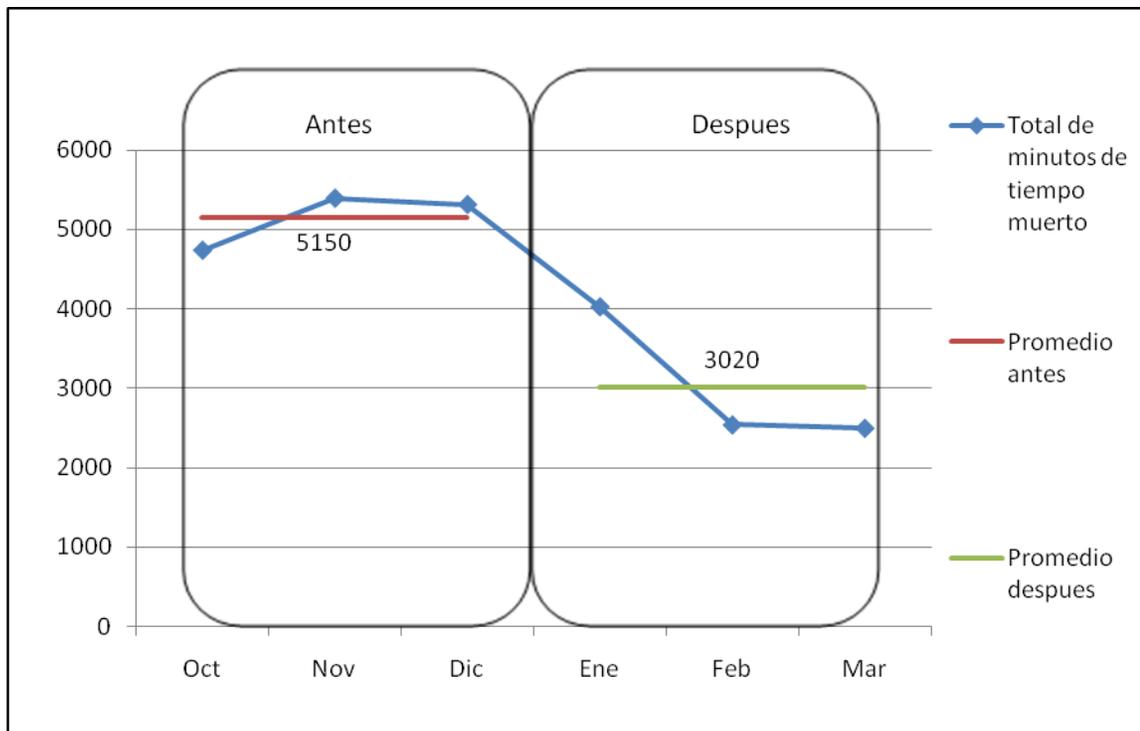
Figura 41: Comparación del total de minutos antes vs después por mes.



Fuente: Propia

Se puede observar cómo se comportó cada mes y que los tres meses después de la mejora son menores que los de antes de la mejora. Lo siguiente es agregar el promedio de los tres meses antes y el promedio de los tres meses después a la misma gráfica.

Figura 42: Comparación del total de minutos antes vs después por mes con promedios.



Fuente: Propia

Se observa que el promedio de los minutos totales antes de la mejora es mucho mayor que el de los tres meses después de la mejora. Esto equivale a 35.5 horas menos de tiempo muerto en promedio por mes.

Comentarios Finales

En este trabajo se busca responder dos preguntas. ¿Es posible hacer gestión del conocimiento en compañías sin infraestructura de tecnologías de la información y poco personal? Así como ¿Es posible aprovechar el conocimiento que se encuentra en los empleados de la compañía y que se vea reflejado en menores tiempos muertos?

En respuesta a la primera pregunta ¿Es posible hacer gestión del conocimiento en compañías sin infraestructura de tecnologías de la información y poco personal? Es posible observar la exitosa implementación del procedimiento para documentar lecciones aprendidas en calidad. Lo cual permite convertir el conocimiento tácito en explícito, grabarlo y difundirlo. Todo esto sin necesidad de invertir en nuevos equipos de cómputo o de incrementar la cantidad de empleados en la planta. Cabe resaltar que la cantidad reducida de empleados ayudó a implementar el procedimiento sin problemas. La implementación del procedimiento requiere un pequeño cambio cultural, de romper paradigmas y de generar nuevos y al ser un pequeño grupo de personas es posible conocer si cada uno de ellos ha hecho estos cambios.

Para la segunda pregunta ¿Es posible aprovechar el conocimiento que se encuentra en los empleados de la compañía y que se vea reflejado en menores tiempos muertos? Sí, como se ha visto en los resultados, si es posible reducir los minutos de tiempo muerto aprovechando el conocimiento que cada uno de los integrantes de la compañía tiene.

Cuando se establezca el sistema y se hayan reducido los minutos haciendo más rápido la corrección de problemas, se puede aplicar este conocimiento para pasar de la corrección a la prevención. Por ejemplo es posible tener refacciones de las piezas que se

rompen más frecuentemente o programar los mantenimientos preventivos de acuerdo al historial de daños.

Estos resultados favorables en generan muchas nuevas posibilidades al considerar en donde más se puede aplicar el aprovechar lo que sabe la gente. Se puede enfocar ahora a problemas del área de mantenimiento y reducir el tiempo de reparación de las máquinas y equipos. Se puede enfocar al desarrollo de proveedores desde implementar un mejor método para la calificación del desempeño, la selección de nuevos proveedores, mejorar los contratos hasta la mejor forma de aplicar sanciones cuando se incumplan los contratos y el seguimiento a los planes de acción. Se puede aplicar para la selección y evaluación del personal para tener el mejor personal para cada área de la compañía y que la forma de evaluarlo realmente potencie el desempeño del empleado. En general se puede ir mejorando todas las áreas de la compañía al tener esta cultura de mejora continua mediante la gestión del conocimiento.

Referencias

AICM. (n.d.). *AICM*. Retrieved Febrero 12, 2013, from www.aicm.com.mx

Calcutt, R. (2001). Why is six sigma so succesful? *Journal of Applied statistics*, 301-306.

Cuatrecasas, L. (2010). *Lean Management: La gestión competitiva por excelencia*. Barcelona: Bresca Editorial.

DENUE. (n.d.). Retrieved Enero 2013, 23, from

<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/denue/presentacion.aspx>

Electric, G. (n.d.). *What is six sigma?* Retrieved Febrero 12, 2013, from What is six sigma?: <http://www.ge.com/sixsigma/SixSigma.pdf>

Evans, J., & Lindsay, W. (2008). *THE MANAGEMENT AND CONTROL OF QUALITY*. Mason: Thompson South-Western.

FORBES. (n.d.). *FORBES*. Retrieved Marzo 13, 2013, from FORBES:

<http://www.forbes.com/>

INEGI. (n.d.). *Micro, pequeña, mediana y gran empresa Estratificación de los establecimientos censos económicos 2009*. Retrieved Enero 23, 2013, from http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/ce2009/pdf/Mono_Micro_peque_mediana.pdf

Juran, J. M., Gryna, F. M., & Bingham, R. S. (1974). *Quality Control Handbook*. New York, U.S.A.: McGraw-Hill.

Levin, R.I., & Rubin, D. S. (2004). *ESTADISTICA para ADMINISTRACIÓN y ECONOMIA*. México: PEARSON EDUCATION.

Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The knowledge-creating company*. New York: Oxford university press.

Pascal, D. (2007). *Lean Production Simplified: A Plain-Language Guide to the World's*. New York: Productivity Press.

Shankar, R. (2009). *Process improvement using Six Sigma: a DMAIC guide*. Milwaukee: Quality Press.

Springer. (2006). *Springer handbook for engineering stats*. Piskataway: Hoang Fam.

Stewart, T. A. (1991). Brainpower: How intellectual capital is becoming America's most valuable asset. *Fortune*, 44-60.

Stewart, T. A. (1997). *La nueva riqueza de las organizaciones: el capital intelectual*. Buenos Aires: Ediciones Granica S.A.

Wei, C., & Bontis, N. (2002). *The strategic Management of intellectual capital and organizational knowledge*. New York: Oxford university press.