



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA

**“PROPUESTA DE UN PLAN DE CONTROL EN
EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DEL CBL”**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN GESTIÓN EMPRESARIAL**

P R E S E N T A

YETZAMIN HERNÁNDEZ SALAS

ASESOR:

DR. ALEJANDRO DEL REY TORRES RODRIGUEZ

MISANTLA, VER.

MARZO 2022



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

FECHA: 08 de Abril de 2022

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN
DE TESIS.

A QUIEN CORRESPONDA:

Por medio de la presente hago constar que el (la) C:

YETZAMIN HERNÁNDEZ SALAS

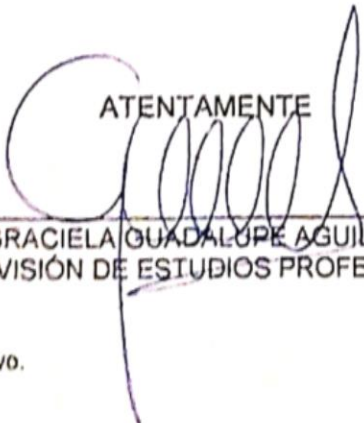
pasante de la carrera de INGENIERÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL con No. de Control 172T0237 ha cumplido satisfactoriamente con lo estipulado por el Manual de Procedimientos para la Obtención del Título Profesional de Licenciatura bajo la opción Titulación Integral (Tesis)

Por tal motivo se Autoriza la impresión del Tema titulado:

"PROPUESTA DE UN PLAN DE CONTROL EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DEL CBL.""

Dándose un plazo no mayor de un mes de la expedición de la presente a la solicitud del Acto de Recepción para la obtención del Título Profesional.

ATENTAMENTE


MII. GRACIELA GUADALUPE AGUILERA ALVAREZ
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

Archivo.



AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios, por haberme dado la vida, por ser mi guía, acompañarme en el transcurso de mi vida y a lo largo de mi carrera, por ser mi luz en mí camino y brindarme salud, fortaleza y capacidad para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mis padres, por ser los autores principales de mi vida, por todo su amor, comprensión, por sus consejos, apoyo y dedicación cuyo esfuerzo logrado dan resultado a un proyecto más realizado. Gracias a Dios por prestarme a esos dos ángeles que me guían porque sin ellos no seré y sin ellos no sería.

Agradezco a mi casa de estudios al Instituto Tecnológico Superior de Misantla por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas para poder estudiar la carrera de Ingeniería de Gestión Empresarial.

Gracias también a mis docentes que han contribuido con sus conocimientos y experiencia en mi formación académica profesional. De manera especial agradecer al Dr. Alejandro Del Rey Torres Rodríguez por su paciencia, por compartir sus conocimientos, su constante apoyo y disposición, sus indicaciones y orientaciones fueron indispensables en el desarrollo del proyecto de residencia.

Quiero agradecer a la empresa SKX S.A de C.V la oportunidad que me brindo por hacerme parte de su equipo de trabajo y me permitió realizar mi residencia profesional para así poder mejorar mi desarrollo profesional, por eso agradezco la confianza y apoyo de su directiva por las responsabilidades asignadas.

DEDICATORIA

El esfuerzo y dedicación en una carrera es un ejemplo y consecuencia de las personas que están detrás. El esfuerzo realizado dentro de este trabajo va principalmente dedicado a Dios quien inspiro mi espíritu para la realización de este estudio, por darme salud y sabiduría para alcanzar mis metas como persona y como profesional.

A mis padres David Hernández Ordoñez y Bertha Salas González que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral y económica para poder llegar a ser una profesional.

A mi hija Keimy por ser mi motor y motivo, porque desde que llego al mundo se convirtió en la razón de lucha diaria y por su gran amor.

De igual manera quiero dedicarles y agradecerles a mis asesores, compañeros de estudio, profesores, personal educativo que fueron los que me acompañaron en cada paso que di en el transcurso de mi carrera.

RESUMEN

En el siguiente trabajo se presentan los resultados obtenidos de las actividades realizadas durante el periodo de residencia profesional, en la empresa SKX S.A de C.V en la cual se propuso un plan de control en el área de producción de CBL.

El desarrollo de esta propuesta tiene como propósito de mejorar el proceso de producción del CBL y disminuir los defectos, de esta manera se reducen los rechazos y pérdida de tiempo en reparaciones.

Para poder desarrollar esta investigación, se muestra la recopilación de información de algunas fuentes, así como también la información e involucración sobre el proceso en la elaboración de los CBL, las herramientas que se utilizaron para analizar los datos obtenidos en el área y pasos a seguir para poder desarrollar este proyecto todo esto con la finalidad de cumplir con la meta de la propuesta y analizar cuáles serían los pasos para poder llevar un control adecuado en el proceso de producción del CBL.

Esto fue posible gracias a la colaboración de la empresa SKX S.A de C.V por facilitar la información para desarrollar este trabajo, así como al asesor responsable de supervisión de este trabajo asignado por el Tecnológico Superior de Misantla, para que cumpliera con las características necesarias.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
RESUMEN	iii
INTRODUCCIÓN	1
Capítulo I	2
Generalidades del proyecto	2
1. Descripción de la empresa	3
1.1 Antecedentes históricos	3
1.2 Filosofía empresarial	4
1.3 Política de calidad	5
1.4 Certificación	6
1.5 La estrategia de las 5'S	7
1.6 Cartera de clientes	8
1.7 Macro localización	9
1.8 Micro localización	10
1.9 Ubicación	10
1.10 Estructura organizacional de la empresa.	11
1.11 Descripción del área	12
1.12 Descripción de actividades del personal del área.	13
1.13 Planteamiento del problema	15
1.14 Objetivos	16
1.14.1 Objetivo general	16
1.14.2 Objetivos específicos	16
	iv

1.15	Metodología	17
	1.15.1 Pregunta de investigación:	17
	1.15.2 Hipótesis:	17
1.16	Justificación	18
Capítulo II		19
Marco Teórico		19
2.1	Definiciones básicas	20
2.2	El propósito y sus beneficios de un plan de control	21
2.3	Six sigma	22
	2.3.1 Definición	23
	2.3.2 Diferencia entre Lean manufacturing y Six Sigma	24
	2.3.3 Los principios de Six Sigma	25
	2.3.4 Ciclo metodológico DMAIC	26
2.4	Six Sigma a través de las herramientas de calidad	27
	2.4.1 Diagrama de causa y efecto.	28
	2.4.2 Gráfica de Pareto	29
	2.4.3 Gráfica de control	30
	2.4.4 Diagrama de dispersión	31
	2.4.5 Histograma	32
	2.4.6 Diagrama de flujo	33
	2.4.7 Lista de verificación	34
2.5	Aplicación de las 7 herramientas de calidad a través del proceso DMAIC	35

Capítulo III	36
Análisis y situación actual en el proceso de producción en el área del CBL	36
3.1 Descripción del proceso para la realización del CBL	37
3.2 Herramientas y materiales en el área de CBL	39
3.3 Descripción de la situación actual del área.	45
Capítulo IV	46
Desarrollo del plan de control en el área de producción del CBL	46
4.1 Desarrollo de las herramientas de calidad a través del DMAIC.	47
4.1.1 Fase 1: Definir	48
4.1.2 Fase 2: Medición	49
4.1.3 Fase 3: Análisis	54
4.1.4 Fase 4: Mejorar	57
4.1.5 Fase 5: Controlar	58
4.2 Desarrollo del plan de control en el área de producción del CBL.	59
CONCLUSIÓN	61
COMPETENCIAS DESARROLLADAS	62
BIBLIOGRAFÍA	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Información de la empresa de manera simplificada.	3
Figura 2: Relacionada con la información de las políticas de calidad dentro de la empresa.	5
Figura 3: Simulación del sello de la ISO 9001.	6
Figura 4: Proceso para obtener la certificación IATF.	6
Figura 5: Descripción de las 5S'S.	7
Figura 6: Cartera de clientes de la empresa SKX S.A de C.V.	8
Figura 7: Macro localización empresa SKExpress Inc, en Illinois E.E.U.	9
Figura 8: Micro localización empresa SKX S.A de C.V, Guadalupe Nuevo León.	10
Figura 9: SKX S.A de C.V, Parque Industrial la Silla.	10
Figura 10: Organigrama de la empresa.	11
Figura 11: Organigrama del área de producción del CBL.	12
Figura 12: Esquema que representa el método de investigación.	17
Figura 13: Esquema del método DMAIC.	22
Figura 14: Diferencia entre Lean Manufacturing y six sigma.	24
Figura 15: Ejemplo de un diagrama de causa-efecto.	28
Figura 16: Ejemplo de un diagrama de Pareto.	29
Figura 17: Ejemplo de una gráfica de control.	30
Figura 18: Ejemplo de un diagrama de dispersión.	31
Figura 19: Ejemplo de un histograma.	32
Figura 21: Figuras que se utilizan en el diagrama de flujo.	33
Figura 20: Ejemplo de un diagrama de flujo.	33
Figura 22: Ejemplo de una lista de verificación.	34
Figura 23: Metodología DMAIC con Six Sigma.	35
Figura 24: Ejemplo de un CBL.	38
Figura 25: Herramienta que utiliza para medir la longitud del cable.	39
Figura 26: Herramientas para cortar y stripear cable CBL.	39
Figura 27: Pistola de calor que se usa para quemar gomas.	40
Figura 28: Herramienta para aplicar terminales, Pico 15.	40
Figura 29: Ejemplo de la desferradora.	41

Figura 30: Ejemplo de una cuttag.....	41
Figura 31: Ejemplo de una hoja de proceso.	42
Figura 32: Diferentes tipos de carretes de cables para la producción del CBL.....	42
Figura 33: Ejemplo de Goma 0702.....	43
Figura 34: Cable CBL con gomas de identificación.....	43
Figura 35: Algunos tipos de terminales para los cables CBL.	44
Figura 36: Diagrama de flujo del proceso de producción del CBL.....	48
Figura 37: Diagrama de Ishikawa de la producción del CBL.	49
Figura 38: Grafico de Pareto de los CBL´S defectuosos.....	53
Figura 39: Grafico de dispersión de los cables con puntas disparejas.....	54
Figura 40: Histograma de las causas principales de las puntas disparejas de los CBL´S.	56
Figura 41: Hoja de verificación.	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cantidad de CBL´S del 11 de Octubre al 07 de Noviembre	50
Tabla 2: Datos de los números de parte de CBL´S y su frecuencia de defectos.	51
Tabla 3: Datos del mes de Octubre- Noviembre de los CBLS defectuosos.....	52
Tabla 4: Datos de los CBL´S defectuosos.....	53
Tabla 5: Datos de los CBL´S con puntas disparejas.....	54
Tabla 6: Total de puntas disparejas.	55
Tabla 7: Principales causas de que las puntas de los cables estén disparejas.....	55
Tabla 8: Datos para poder obtener la tabla de frecuencias.	56
Tabla 9: De frecuencias.	56

INTRODUCCIÓN

Se presenta la elaboración de la propuesta de un plan de control que sirva como herramienta de apoyo para el proceso de producción del CBL, para reducir los rechazos y pérdida de tiempo en re trabajos en el área de producción de CBL de la empresa SKX S.A de C.V.

Este documento se conforma de 4 capítulos que se encuentran incluidos en la siguiente descripción:

En el capítulo I se presenta todas las generalidades de la empresa y del área, así como también el planteamiento del problema a resolver, los objetivos y la justificación.

En el capítulo II se agrupa toda la información teórica relacionada a un plan de control y la descripción de la metodología del Six Sigma a llevar acabo con ayuda de las herramientas de calidad y las fases del DMAIC.

En el capítulo III se describe el proceso de producción del CBL, las herramientas y materiales que se utilizan y su situación actual del área.

En el capítulo IV se describe las herramientas de la calidad a través de las etapas de DMAIC.

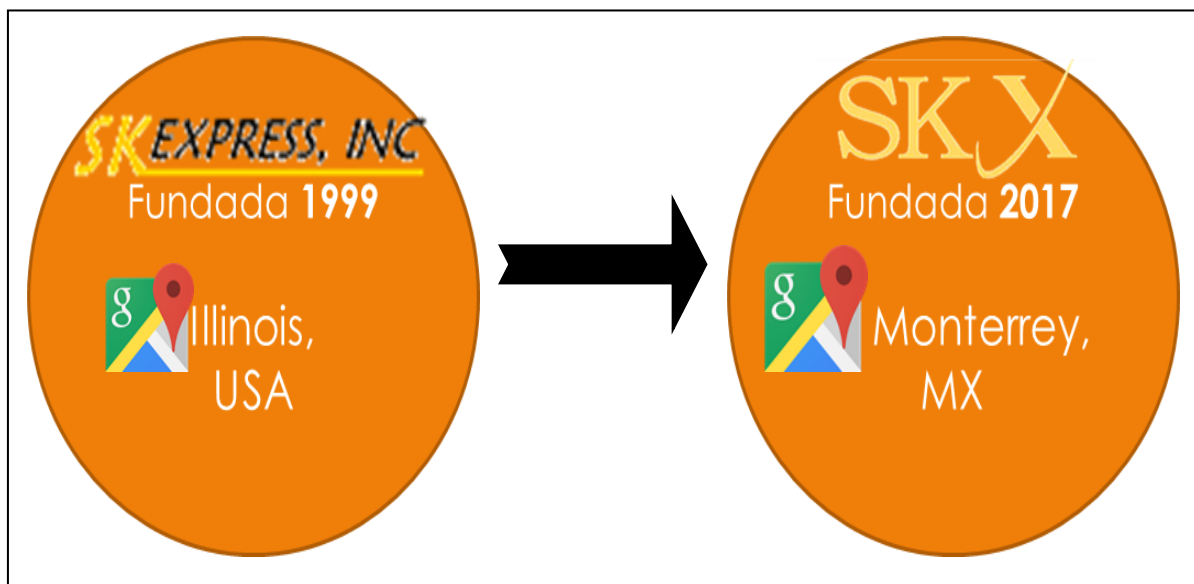
En la conclusión se resumen las aportaciones para mejorar el proceso de producción y poder llevar un mejor control del mismo, así como también se plasma la experiencia profesional adquirida en la realización de la tesis.

Capítulo I
Generalidades del proyecto

1. Descripción de la empresa

1.1 Antecedentes históricos

La empresa SKX es una empresa dedicada a la Manufactura de Arneses eléctricos. La matriz de dicha empresa se encuentra en Illinois USA fundada en 1999. A fines de 2017, SK Express aprovechó la oportunidad de expandirse con una presencia internacional al abrir una instalación en Monterrey, NL, México. Esta instalación nos permite emparejar nuestro soporte de servicio y piezas prototipo de DeKalb con operaciones de fabricación especializadas de alto volumen en una instalación de 80,000 pies cuadrados. Produce productos de calidad Six Sigma durante décadas y han sido certificados como proveedores de nivel platino, cuatro años seguidos, por el mayor constructor de equipos pesados OEM del mundo. Su razón social: SKX SA DE CV.



*Figura 1: Información de la empresa de manera simplificada.
Fuente: Elaboración propia.*

1.2 Filosofía empresarial

- Misión

Trabaja de la mano con nuestros clientes para ofrecer productos de la más alta calidad a través de un esfuerzo cooperativo y atención especial a los detalles.

- Visión

Para 2022 ser la empresa número uno en fabricación de arneses eléctricos, ensambles de cables y procesos de valores de la empresa y liderando procesos de alto nivel a través de metodologías como lean manufacturing y seis sigma.

- Valores

- Excelencia y ética profesional
- Voluntad de aprendizaje y espíritu de mejora
- Compromiso hacia el cliente, el equipo y la mejora de la sociedad
- Entusiasmo(actitud positiva)
- Flexibilidad (adaptación productiva a los cambios)

1.3 Política de calidad

SKX es un fabricante global de arneses, cables y ensamblajes de valor agregado. Busca satisfacer las necesidades de los clientes de manera efectiva, mediante el trabajo en equipo, una cultura de cero defectos y mejora continua.



*Figura 2: Relacionada con la información de las políticas de calidad dentro de la empresa.
Fuente: Imágenes de google.*

- **Objetivos de calidad:**
 - 96% en el tiempo de entrega
 - 0.10% rechazo en dólares
 - 350 piezas rechazadas por millón (ppm)
 - PPAP 95% en el tiempo.
 - (Proceso de Aprobación de Piezas de Producción)
 - Menos de 1% de defectos internos

1.4 Certificación

En SKX en 2018 se obtuvo la certificación del ISO 9001-2015, lo cual permite a la empresa utilizarlo como oportunidad de mejora y enfocarse a comprender y/o cubrir las necesidades de los clientes.



*Figura 3: Simulación del sello de la ISO 9001.
Fuente: Imágenes Google.*

La IATF está en proceso del 2020-2022

En la empresa SKX S.A de C.V se está trabajando para que se obtenga la certificación de El International Automive Task Force (IATF), que es la norma internacional para sistemas de gestión de la calidad en la automoción. En los meses de Octubre-Diciembre se realizaron las auditorias.



*Figura 4: Proceso para obtener la certificación IATF.
Fuente: Imágenes de Google.*

1.5 La estrategia de las 5´S

En la empresa SKX se está viendo la manera de aplicar las 5 ´S para así disponer de un puesto de trabajo ordenado y limpio debido a que es clave para atajar las pérdidas de tiempo-desplazamiento innecesarios, reducir los defectos en piezas, ahorrar en mantenimiento y aumentar la seguridad.

Cada semana se realizan encuestas de cómo se trabaja en cada línea de producción para aportar a que se aplique de manera eficiente las 5´S y para ello se necesita de la participación del personal de la empresa.

En la siguiente imagen se muestra lo que significa el nombre de cada una de las 5´S y su descripción ya que es un metodología desarrollada en Japón y cada una de las "S" hace referencia a una acción a realizar para implantar este método: Clasificación, Ordenar, Limpieza, Estandarizar y disciplina.



*Figura 5: Descripción de las 5S´S.
Fuente: Imágenes de Google.*

1.6 Cartera de clientes

La empresa SKX S.A de C.V suministra algunas de las empresas más conocidas y respetadas del mundo. Los mercados de clientes incluyen minería, automotriz, construcción, aeroespacial, agricultura, pavimentación y energía.

Algunos clientes son:

- Caterpillar
- AcuityBrands
- La Curtiss-Wright
- General Electric
- Schneider Electric
- Sullair
- Minuteman excellence meets clean
- Kalas
- Bergstrom
- Wacker Neuson
- J.C. Bamford Excavators Limited (JCB)
- Bucyrus International, Inc.

Entre otros más.



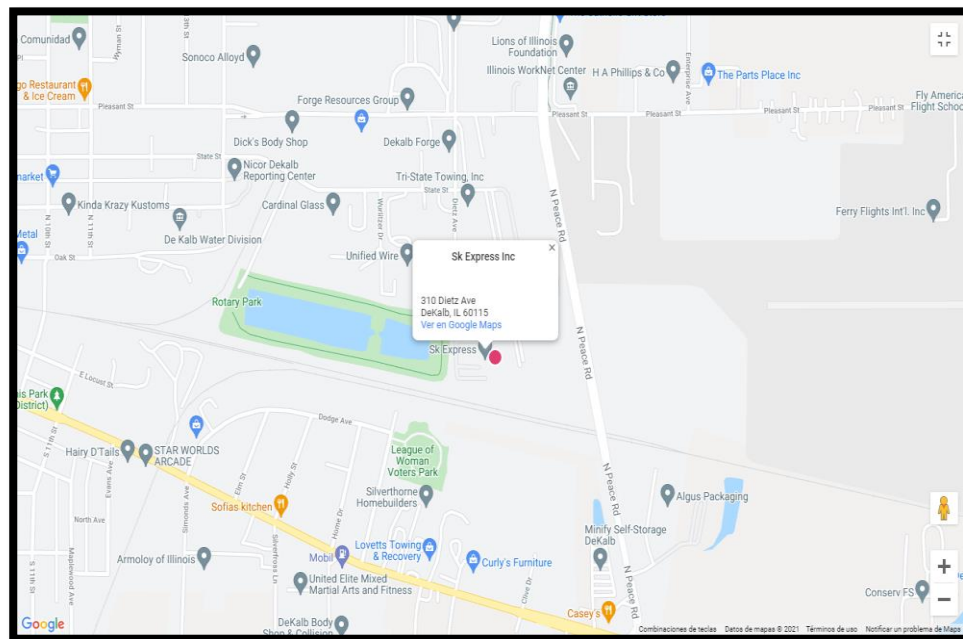
Figura 6: Cartera de clientes de la empresa SKX S.A de C.V.
Fuente: Información proporcionada por la empresa.

1.7 Macro localización

La matriz de SKX es SK Express Inc., ubicada en 310 Dietz Ave, DeKalb Illinois Estados Unidos de América. Illinois es el sexto estado más poblado de EE.UU con 12 671 824 habitante y su capital es Springfield. Está ubicado en la región Medio Oeste del país, división Centro Noreste, limitando al norte con Wisconsin, al noreste con el lago Míchigan, al este con Indiana —parte de este límite lo forma el río Wabash—, al sureste y sur con el río Ohio que lo separa de Kentucky, y al oeste con el río Misisipi que lo separa de Misuri (al suroeste) y Iowa (al noroeste). Fue admitido en la Unión el 3 de diciembre de 1818, como el estado número 21.

El fundador y presidente es Saeed Saffaei que en 1999 fundó SK Express, Inc., con el objetivo de producir arneses de cableado y ensamblajes de cables de la más alta calidad.

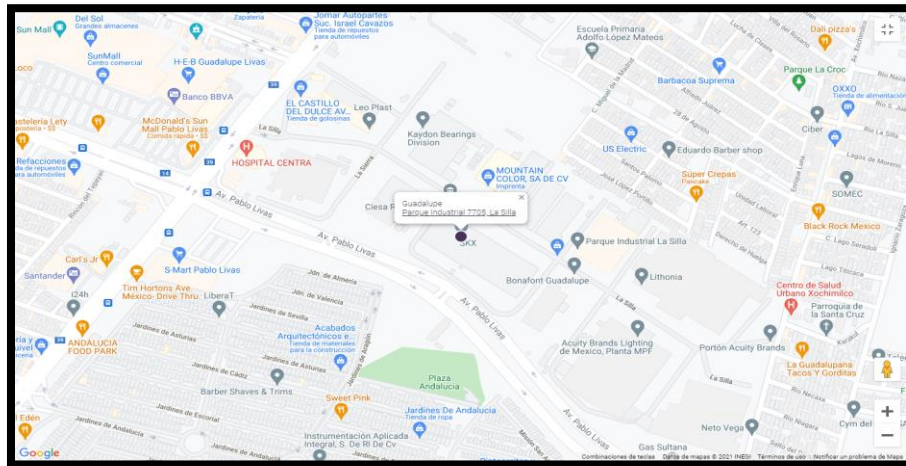
En la siguiente imagen se muestra el mapa donde se encuentra exactamente la empresa matriz SK Express Inc.



*Figura 7: Macro localización empresa SKExpress Inc, en Illinois E.E.U.
Fuente: Google Maps.*

1.8 Micro localización

La empresa SKX de S.A de C.V se encuentra en Guadalupe Nuevo León es la segunda ciudad más poblada del estado después de Monterrey con una población de 635,862 habitantes. Forma parte de la Zona Metropolitana de Monterrey, localizándose al oriente de la ciudad homónima y colindando también al norte con el municipio de San Nicolás de los Garza y al este con Ciudad Benito Juárez y Apodaca. Su extensión territorial es de 118.4 km². Sus coordenadas son 25° 44' - 25° 37' de latitud norte y 100° 07' - 100° 16' de longitud en dirección oeste.



*Figura 8: Micro localización empresa SKX S.A de C.V, Guadalupe Nuevo León.
Fuente: Google Maps.*

1.9 Ubicación

La empresa SKX se ubica en el parque Industrial Av. La Silla #7705, 67193 en Guadalupe, Nuevo.



*Figura 9: SKX S.A de C.V, Parque Industrial la Silla.
Fuente: Fotografía proporcionada por la empresa.*

1.10 Estructura organizacional de la empresa.

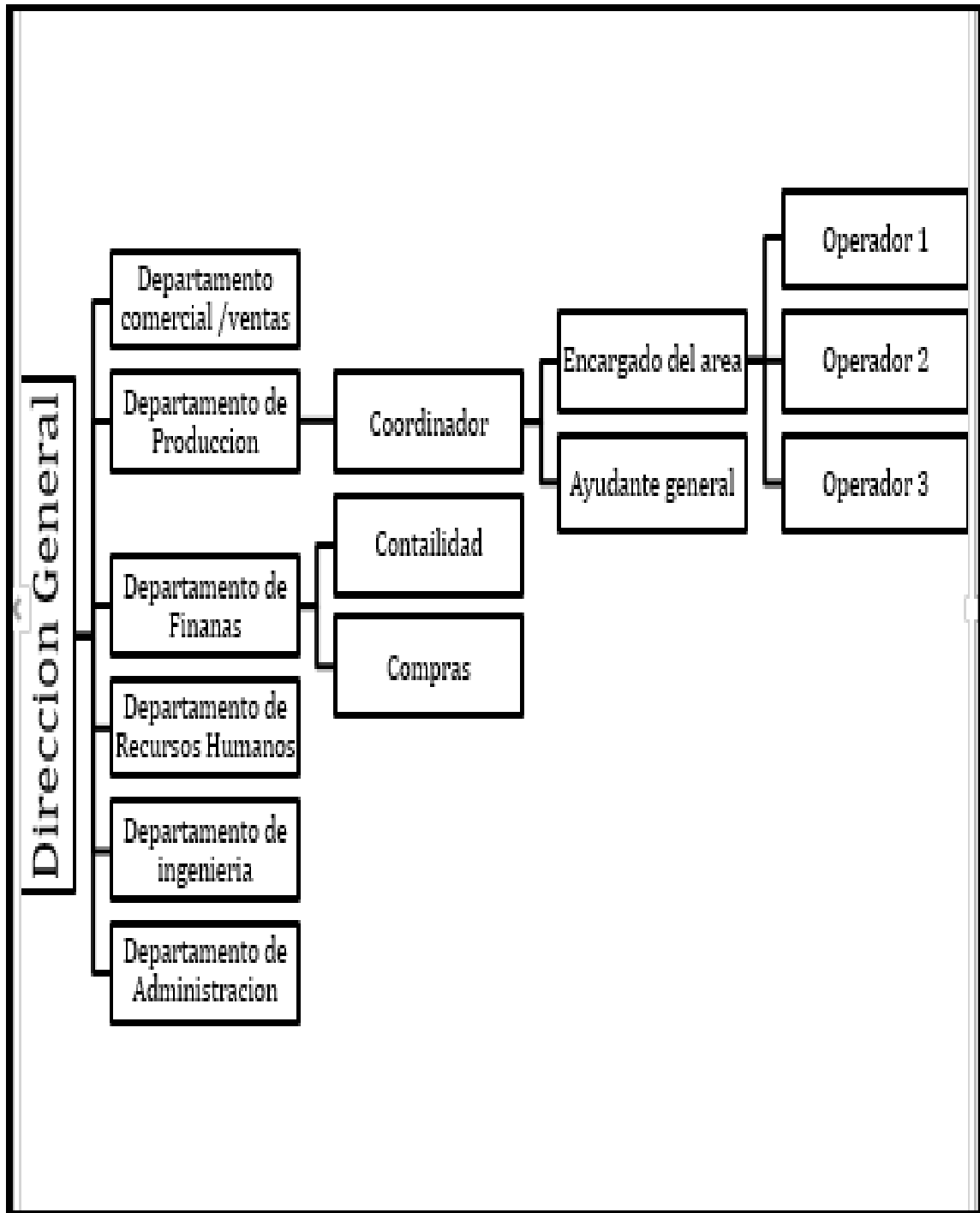
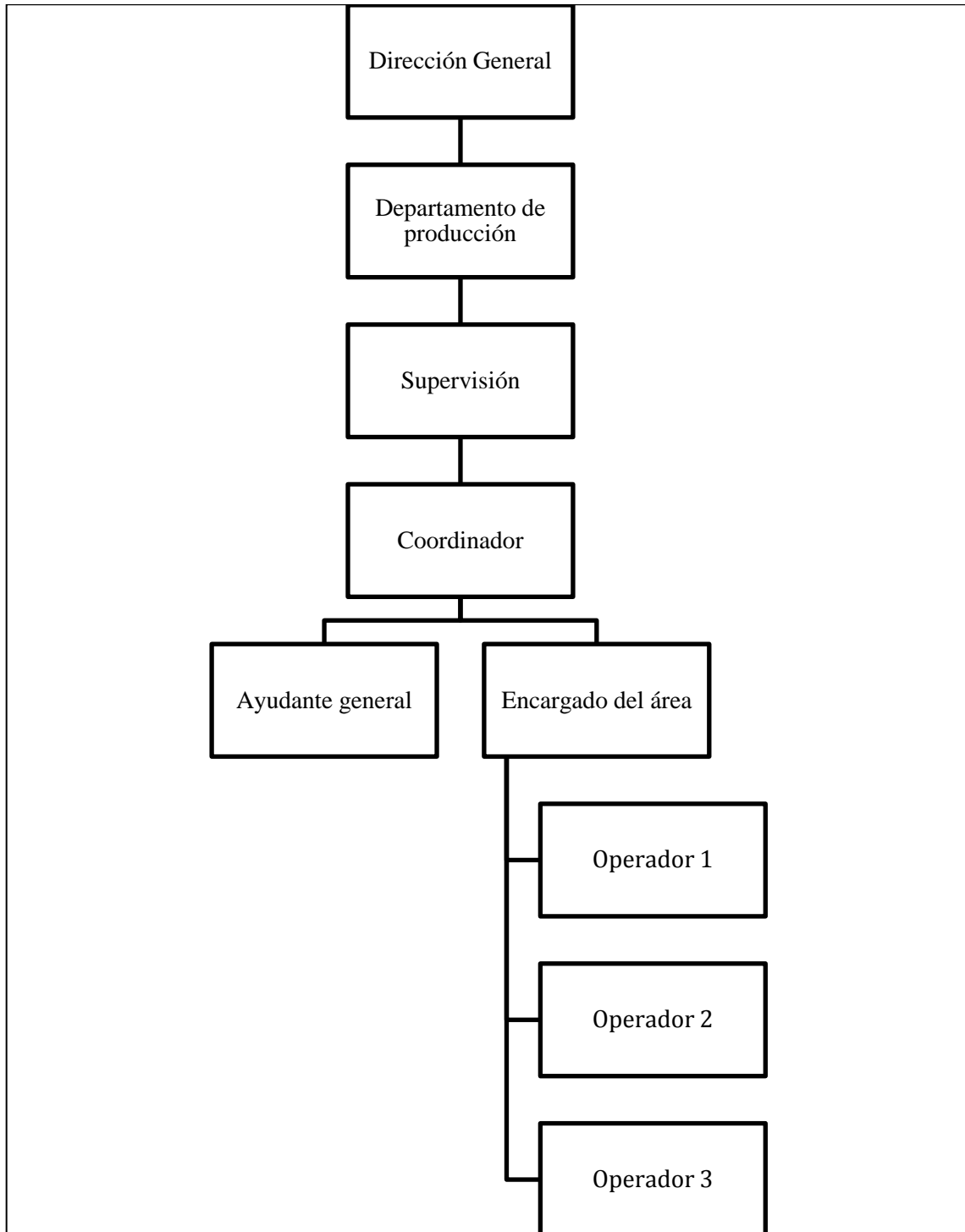


Figura 10: Organigrama de la empresa.
Fuente: Elaboración propia.

1.11 Descripción del área



*Figura 11: Organigrama del área de producción del CBL.
Fuente: Elaboración propia.*

1.12 Descripción de actividades del personal del área.

- Encargado del área: Es el responsable de las actividades desarrolladas dentro del área en este caso para la producción de un CBL se encarga de:
 - ✓ Analizar las cuttag (núm. de parte, tipo de cable a utilizar, longitud)
 - ✓ Buscar hoja de proceso (ayuda visual) en los archivos
 - ✓ Analizar si se tiene el tipo de cable para ese CBL
 - ✓ Tomar el cable y cortar la longitud solicitada en las cuttag

- Ayudante general: Apoya al encargado del área y realiza las siguientes actividades:
 - ✓ Cada lunes solicita la lista de los números de parte más urgentes para poder trabajarlos durante la semana.

 - ✓ Dependiendo del número de parte que se le solicita al área de producción de los CBL se analiza las cuttag que se tienen para seguir con el proceso de producción, en caso de no contar con la cuttag del núm. de parte que se está pidiendo entonces se recurre a oficinas al área de administración para solicitar las cuttag y poder continuar con la ejecución del proceso de producción.

 - ✓ Ir al departamento de ingeniería a solicitar las hojas de procesos de los CBL cuando no se cuente con ellas o algunas de las veces se tiene que ir para que se actualicen.

 - ✓ Analizar material que se va a utilizar para el tipo de CBL (tipo de goma, medida de gomas, identificación, etc.)

 - ✓ Cuando no se cuenta con los materiales se realizan requisiciones para solicitarlo al departamento de inventario.

- Operador 1, 2 o 3: Cada uno de los operadores deben de ser multifuncional ya que la producción de los CBL lo pide debido a que conlleva un flujo de trabajo de producción un poco largo y tedioso. Algunas de las actividades que desarrollan son:

- ✓ **Stripeo del cable:** Cuando el cable ya está cortado de acuerdo a la longitud que se pide en la cuttag este se stripea, eso se muestra en un apartado dentro de la hoja de proceso del CBL aparece cuanto es lo que requiere stripear.

- ✓ **Gomas:** Una vez que el cable es stripeado, de igual manera se debe apoyar en la hoja de proceso, en la última pág. viene las instrucciones del tipo de goma a utilizar en ese CBL, así que el operador al tener el material (goma) la coloca en el cable stripeado y es quemada con una pistola de calor.

- ✓ **Desforre:** Para esta operación el trabajador utiliza una herramienta llamada desferradora que es especial para poder desferrar las puntas del cable de acuerdo a las terminales que le está pidiendo en la hoja de proceso. La medida que se debe desferrar el cable viene especificado en las cuttag.

- ✓ **Terminales:** Cuando el CBL ya está desferrado nuevamente se es apoyado el operador con la hoja de proceso ya que en ella viene especificado que tipo de terminales lleva, cuando son terminales que se aplican en esta área se utiliza una herramienta llamada Pico 15. El operador debe de realizar una prueba de tensión esta le ayuda a verificar si es correcto el bombeo de aire y la presión que se está aplicando al poner la terminal.

- ✓ **Identificación:** Este es el último paso que se realiza para tener la producción del CBL. Las identificaciones son impresas en el área de gomas, estas identificaciones se componen de letras y números las cuales son utilizadas para que el CBL vaya identificado y que al momento de ser ensamblado al conector no vaya erróneo, así les facilita al área de layout formar el arnés de acuerdo al plano.

1.13 Planteamiento del problema

En la empresa SKX S.A DE C.V actualmente ha tenido varios rechazos de arneses, debido a que fueron encontrados algunos errores notables para el cliente y la causa es que no hay un control de calidad en todas las áreas.

En el área donde se realizaron las residencias es el área de producción de CBL, esta se dedica a la elaboración de cables CBL'S los cuales son complementos para poder armar los arneses que se fabrican en la empresa SKX S.A de C.V , para llevar a cabo la producción de un CBL tiene un largo proceso el cual inicia con tener en mano lo que es la cuttag posteriormente revisar cual es el tipo de cable para ese número de parte, buscar la hoja de proceso y actualizarla en el departamento de ingeniería después es cortar el cable de acuerdo a la longitud que se está pidiendo en la cuttag, una vez cortado el cable se prosigue a realizar el stripeo que pide en la hoja de proceso, después es el engomado del cable el cual viene especificado en la parte final de las hojas del proceso y finalmente son los desforres para aplicar las terminales.

El problema planteado en el presente trabajo es que en el proceso final de elaborar dicho cable resultan ciertos errores los cuales son motivos de rechazos, el más notable es cuando ya está en el proceso de terminales y se le realizan desforres con la desbarradora esta tiende a cortar alambritos de más debido a que en ocasiones la maquina se encuentra descalibrada, entonces las puntas del cable deben de ser emparejadas por el operador de manera manual, y cuando no se emparejan las puntas del cable y el operador aplica las terminales así, al CBL se le da salida entonces cuando es ensamblado para a completar el arnés el error es notable debido a que el cable se dobla y no termina de cumplir su función de pasar corriente correctamente, esto paso en el mes de septiembre cuando fueron enviados 45 CBL'S y salieron rechazados un 20% de los CBL'S enviados y el supervisor hizo la observación entonces se llegó a la conclusión de la propuesta de un plan de control dentro del área será una herramienta que ayudara a garantizar que el proceso de fabricación del CBL cumpla con la calidad necesaria y no ser re trabajado. El propósito de elaborar un plan de control para el Área de CBL es disminuir los errores y pérdida de tiempo así mismos los rechazos por parte del cliente y la perdida de material en este caso terminales u otras de las veces el mismo cable.

1.14 Objetivos

1.14.1 Objetivo general

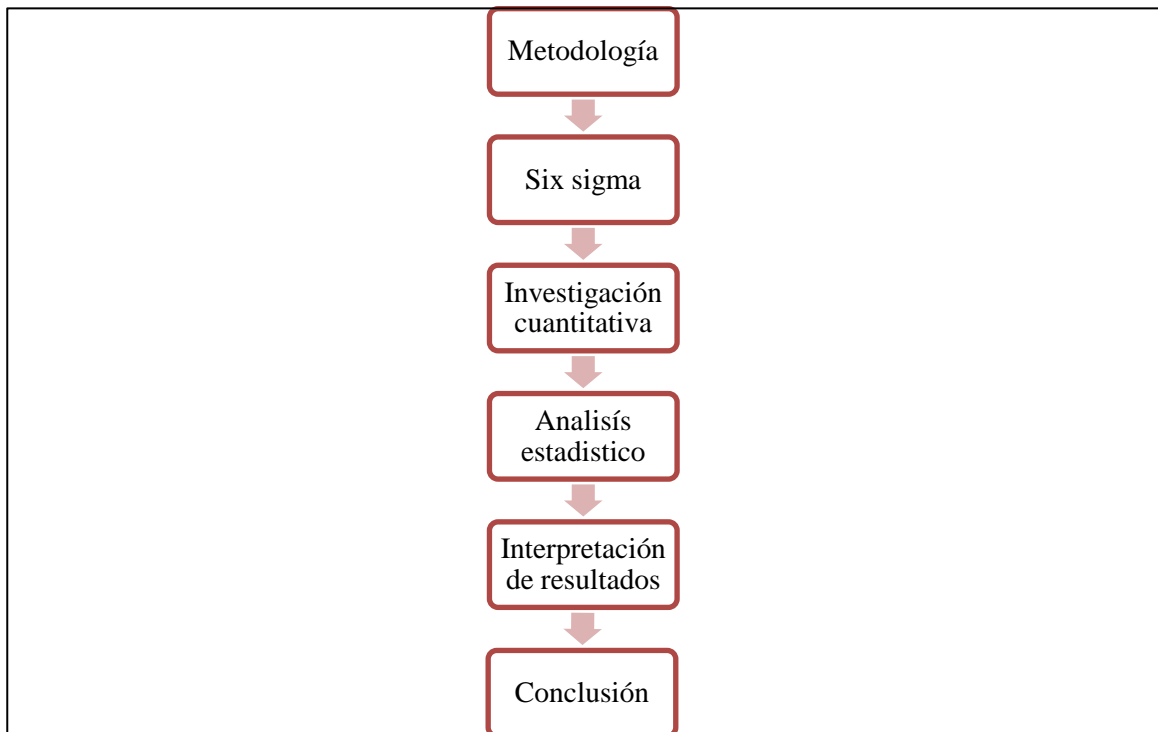
Proponer un plan de control en el área de producción del CBL para la empresa SKX S.A de C.V, en la reducción de cantidad de producto no conforme o scraft y sirva como herramienta de apoyo para garantizar las condiciones de calidad, costos y plazos de entrega utilizando la metodología Six Sigma.

1.14.2 Objetivos específicos

- Recopilar información sobre métodos que optimicen la calidad del producto.
- Monitorear cada operador en el proceso de la fabricación del CBL.
- Detectar la causa que con más frecuencia se presenta y así evitar rechazos de productos.

1.15 Metodología

En este trabajo la unidad de investigación que se realizara será cuantitativa mediante el método de recolección de datos enfocada a la calidad de producción de CBL para reducir el producto no conforme utilizando la metodología Six Sigma a través del ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y controlar).



*Figura 12: Esquema que representa el método de investigación.
Fuente: Elaboración propia.*

1.15.1 Pregunta de investigación:

¿Es factible asegurar la calidad en la producción del CBL para la empresa SKX S.A de C.V, mediante la metodología Six Sigma?

1.15.2 Hipótesis:

Es factible asegurar la calidad en la producción del CBL para la empresa SKX S.A de C.V, mediante la metodología Seis Sigma, reduciendo así la cantidad de producto no conforme.

1.16 Justificación

La fabricación de productos de calidad es uno de los requisitos fundamentales para garantizar el éxito de la empresa. La calidad crea fidelidad del cliente y asegura ventaja competitiva en la industria. Cuando un cliente queda satisfecho, repetirá su compra y recomendará la empresa.

La propuesta de un plan de control en el área de producción de CBL para la empresa SKX S.A DE C.V será desarrollado con la finalidad de servir como apoyo en el proceso de producción verificando que el producto final cumpla con los estándares de calidad y se observe todos los aspectos de fabricación, como lo son las herramientas y el proceso que realizan los operadores.

Se espera que con la propuesta de un plan de control en esta área se obtenga una mejora continua en los procesos de fabricación logrando cumplir los siguientes aspectos:

- Monitorear y evaluar los procesos de producción del CBL.
- El mantenimiento y limpieza preventivo de la desforadora
- Garantizar la entrega de productos de calidad
- Disminución de rechazos y posibles despilfarros en cuestión de material (terminales) o generar scraft.

Capítulo II
Marco Teórico

2.1 Definiciones básicas

- Plan

Horacio Landa retoma la definición de Plan contenida en la (Cámara de Diputados del H. Congreso de la UNIAN, 1976) y menciona el concepto como: “Un conjunto coordinado de metas, directivas, criterios y disposiciones con que se instrumenta (sic un proceso, logrados ser integral o sectorial y en distintos niveles: comunal, urbano, local, regional, nacional, etc.”

Plan se define como “el conjunto coherente de metas e instrumentos que tiene como fin orientar una actividad humana en cierta dirección anticipada” (Sánchez, 1982)

(Blake, 1982) Define que “el plan no es solamente un documento con un conjunto de perspectivas y previsiones es el instrumento más eficaz para racionalizar la intervención generalmente estatal en la economía. Para algunos autores 100 es estrecha vinculación del plan con la planificación”.

- Plan de control

Según (Paredes, 2010) es una de las herramientas más utilizadas en piso de manufactura y es una forma estructurada de seguir una secuencia lógica (casi siempre se sigue el flujo del proceso o de las operaciones) de inspeccionar.

Nos exige a revisar todas las características del producto y del proceso, cantidad de muestra y frecuencia (que tanto y cada cuanto se debe de realizar una acción) quien es el responsable y lo más importante que registro se debe de llenar y su plan de reacción nos ayuda a distinguir cuales son las características “especiales”, las que afectan el ensamble, y las de apariencia menor. (Paredes, 2010)

2.2 El propósito y sus beneficios de un plan de control

Es facilitar el control del proceso y el seguimiento de las exigencias de calidad esperados por el cliente, mediante la selección e implementación de métodos de control que agreguen valor al sistema.

Plan de control es una descripción documentada de todos los métodos y controles, así como los planes de reacción utilizados para controlar y monitorear la transmisión del proceso y producto. (EUROINNOVA, s.f.)

- Dentro de los beneficios se encuentra:
 - En calidad: La metodología de planes de control disminuye desperdicios y mejora la calidad de los productos en el transcurso del diseño manufactura y ensamble.
 - En satisfacción de los clientes: se orientan a recursos de los procesos y productos relacionados con varias características que verdaderamente son importantes para los clientes.
 - En comunicación: Comunica los cambios en las peculiaridades del producto/proceso, método de control y medición de las tipologías.

2.3 Six sigma

Antecedentes:

Se atribuye la creación del concepto de Six sigma a Mikel Harry (195-2017) y Bill Smith (1929-1993); ingenieros de la compañía Motorola. Smith y Harry trabajaron juntos para crear un enfoque de mejora de la calidad basado en el estudio de la variabilidad en los procesos, detectar y eliminar las causas de los problemas. Dicho enfoque se llevaba a cabo en cuatro etapas: Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (MAIC). (Hernandez)

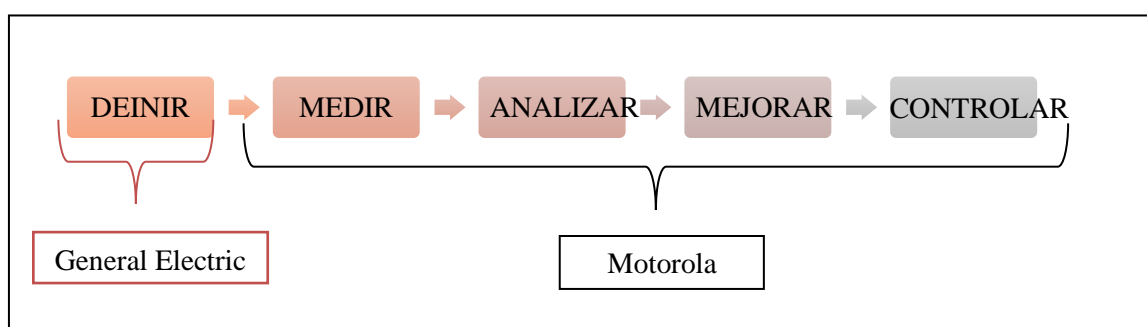
El termino six sigma fue acuñado por Bill Smith para describir un nivel esperado en la calidad del producto (3,4 defectos por cada millón de oportunidades).

La implementación del método MAIC llevo a Motorola a mejorar significativamente su nivel de calidad, reducir costos, incrementar utilidades y obtener el Premio Nacional de calidad Malcom Baldrige de EE.UU. Con resultados tan sonoros otras empresas de estados unidos se interesaron y aplicaron el método:

- General Electric
- Allend signal
- Asea Brown Bobery
- Unisys

General Electric mejoro y popularizo Six sigma; en cabeza de su presidente Jack Elche aplico el método inicia de Motorola a partir de 1995 y al cabo de 2 años había logrado beneficios económicos de 3000 millones de dólares.

A partir del aporte de General Electric Six sigma se veía diferente:



*Figura 13: Esquema del método DMAIC.
Fuente: Elaboración propia.*

2.3.1 Definición

Es una metodología de mejora de procesos, utilizada para conseguir la máxima eficiencia de los mismos analizando la variabilidad y proponiendo la mejor solución basada en los datos obtenidos.

También es considerada una filosofía y en cierto modo un conjunto de herramientas. Está basada en el ciclo DMAIC: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y controlar. Seis sigma comprende otras singularidades, como la definición de los roles dentro de la estructura operacional.

El proceso de seis sigma es sistemático es decir utiliza datos analizados y medidos para identificar el origen de los errores o las raíces que ocasionan el problema. Una vez reconocidos, se buscan la forma de eliminarlos, obteniendo así una mejor satisfacción del cliente mejoría en la calidad y ahorros económicos sustanciales, alcanzando niveles próximos a la perfección es decir, un esfuerzo disciplinado que examina los procesos repetitivos de las empresas.

El seis sigma no debe ser considerado como otra iniciativa de la calidad pero sí debería formar parte en otros programas e iniciativas en los altos niveles, como parte de una estrategia global de negocios. El seis sigma nos ofrece una metodología táctica para determinar el mejor enfoque para la situación o proceso. (Breyfogle III, 2001)

Las herramientas estadísticas y de análisis son primordiales, porque proponen el desarrollo de grupos de trabajo que obtienen datos e información, realizan un estudio detallado y benefician la toma de decisiones, justificándolas con un refuerzo número. (Garza Rios, Gonzalez Sanchez, & Rodrigue Gonzalez, 2016)

2.3.2 Diferencia entre Lean manufacturing y Six Sigma

La metodología Lean Manufacturing (producción, ajustada) es un modelo de gestión enfocado en un flujo creado para poder entregar a los clientes de una compañía el máximo valor añadido sobre un producto. (ambit BST, 2016)

Ambas son herramientas que nos ayudan a mejorar el desempeño y los resultados de un negocio.

- Acerca de Lean: se enfoca hacia el proceso, es decir busca eliminar desperdicios y ayuda a incrementar el flujo de procesos. Con lean manufacturing se obtiene eficiencia (es la relación entre los resultados obtenidos y los recursos que se utilizan).
- Sobre Six sigma. Se enfocan hacia la salida y su meta es eliminar defectos por medio de la reducción de la variabilidad. Hace énfasis en la eficacia (es el grado en el que cumples un objetivo).

Pero lo que realmente diferencia a seis sigma de otras metodologías es que esencialmente consiste en la aplicación del Método científico a la mejora der procesos.

En al siguiente imagen se muestra la descripción de visiblemente de lo que diferencia a Lean manufacturing vs Six Sigma.

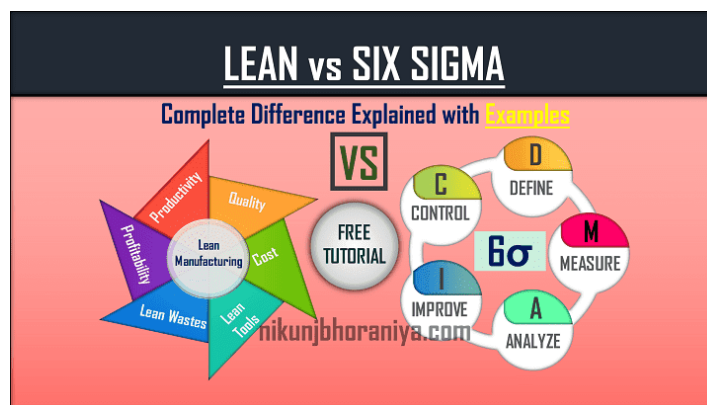


Figura 14: Diferencia entre Lean Manufacturing y six sigma.
Fuente: Imágenes de google.

2.3.3 Los principios de Six Sigma

- 1) Total compromiso de la empresa: Esta metodología requiere un cambio en la forma de realizar las operaciones y de tomar decisiones. La estrategia se apoya y compromete desde los niveles más altos de la dirección y la organización es decir, desde arriba hacia abajo.
- 2) Creación de una estructura directiva: Dicha estructura debe ser integrada por líderes de negocio, de proyectos ,expertos y facilitadores, cada uno tendrá roles y responsabilidades específicas para la creación de proyectos de mejora
- 3) Entrenamiento: cada actor del programa de Six Sigmas requiere un entrenamiento específico y amplio conocido como black belt.
- 4) La acreditación debe ser orientada al cliente y enfoque en los procesos: Lo que busca esta metodología es que todos los procesos cumplan con los requerimientos del cliente, los niveles de calidad y desempeño cumplan con los estándares establecidos en el six sigma.
- 5) Toma de decisiones basada en datos: La información, datos y estadísticas orientando los esfuerzos, son necesarios para identificar las variables de calidad procesos y áreas queden ser mejorados.
- 6) Metodologías robustas: Es importante resolver los problemas del cliente por medio del análisis y tratamiento de los datos obtenidos.
- 7) Los proyectos reducen los gastos, incrementan las ventas y generan ahorros
- 8) El trabajo es reconocido
- 9) Seis sigma se implementa en proyectos largos: Esta metodología tiene una iniciativa de larga duración, podría ser varios, es posible ser integrada y reforzada con otros tipos de iniciativa
- 10) Divulgación de la metodología: Los programas de Six Sigma se basan en una política de comunicación entre todos los integrantes y áreas de una organización. (LIDER DEL EMPRENDIMIENTO, s.f.)

2.3.4 Ciclo metodológico DMAIC

DMAIC es una herramienta metodológica enfocada en la mejora incremental de procesos existentes. El nombre es un acrónimo de los pasos de la metodología: (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y controlar). (LIDER DEL EMPRENDIMIENTO, s.f.)

- Definir:

Se identifican los posibles proyectos, deben ser evaluados por la dirección para evaluar la infrautilización de recursos. Cuando se selecciona alguno, se prepara su misión y se selecciona el equipo o participantes mejor preparados para el programa dándole la prioridad necesaria.

- Medir:

Consiste en la caracterización del proceso, es importante identificar los requisitos clave de los clientes, las características clave del producto, los parámetros que afectan el funcionamiento del proceso o aquellos datos que sean clave. En esta etapa se define el sistema de medida y se analizan la capacidad del proceso.

- Analizar:

Es la tercera fase, el equipo analiza los datos de resultados actuales e históricos se desarrollan y prueban hipótesis utilizando las herramientas estadísticas pertinentes. El equipo pretende describir las causas reales que afectan la respuesta. Para confirmar los determinantes del proceso es decir la causa-efecto.

- Mejorar:

Una vez determinada la relación causa-efecto se optimizan el funcionamiento del proceso permitiendo determinar las mejoras pero procurando minimizar la inversión a realizar.

- Controlar:

Consiste en diseñar y documentar los controles necesarios, para asegurar que lo obtenido mediante la incorporación de la metodología a Six Sigma se mantenga una vez que se haya implementado los cambios. El objetivo es garantizar la continuidad de la mejora y valorarla en términos económicos y de satisfacción del cliente.

2.4 Six Sigma a través de las herramientas de calidad

La satisfacción del cliente es parte de los principios Six sigma. Para garantizar que los mejores productos y servicios posibles se vendan a los clientes a un nivel constante las empresas deben utilizar las siete herramientas de control de calidad. El uso eficiente y efectivo de estas 7 herramientas de control de calidad puede ayudar a mantener la consistencia de los productos y servicios que se producen. El uso de las herramientas se extiende a través de las diferentes fases del proceso DMAIC.

Las 7 Herramientas de control de calidad definidas por la American Society for Quality (ASQ y aceptada en toda la comunidad de ingeniería de calidad incluyen:

- Diagramas de causa y efecto / Diagrama de espina de pescado
- Gráficos de Pareto
- Gráfica de control
- Diagramas de dispersión
- Histogramas
- Diagramas de flujo
- Listas de verificación

Todas las herramientas son diferentes y no pueden ser utilizadas sin criterio: algunas de ellas permiten recolectar los datos e información necesaria para recolectar los datos e información necesaria para analizar un proceso e identificar un problema, otras permiten visualizar los datos gráficamente y otras extraer información y comenzar el análisis del problema y sus potenciales causas. (SPC Consulting Group, 2005)

2.4.1 Diagrama de causa y efecto.

Es una técnica que permite la identificación y clasificación de ideas e información relativas a las causas de los problemas. De todas ellas, es la única que fue realmente creada por Kaoru Ishikawa. En este diagrama, se van identificando las posibles causas que pueden haber llegado a generar un problema, empezando por cuatro o cinco categorías principales, según el equipo de trabajo. Estas categorías suelen ser las siguientes:

- Materiales
- Personas
- Máquinas
- Procesos
- Entorno

A partir de ahí, se van identificando causas secundarias que se reflejan gráficamente en el diagrama como “ramas” de las categorías principales. Finalmente, el diagrama va adquiriendo forma de espina de pescado y de ahí uno de sus nombres más populares (Espina de Ishikawa). (Holmes, 2016)

En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de un diagrama de Ishikawa donde se clasifican 7 categorías principales y en las ramas las causas secundarias que se presentan en 3 productos para finalmente obtener los posibles factores que contribuyen al resultado ABC.



Figura 15: Ejemplo de un diagrama de causa-efecto.

Fuente: http://www.rcart.com.au/site_rcart_sp/7-herramientas-de-calidad.

2.4.2 Gráfica de Pareto

El nombre de Pareto fue dado por el Dr. Juran en honor del economista italiano Vilfredo Pareto (1848-1923)

El diagrama de Pareto es un método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema y las menos importantes. Se fundamenta en la teoría de que las causas de los problemas se pueden clasificar de dos formas: las importantes (las menos frecuentes) y las triviales (las más frecuentes)

Está basado en el Principio de Pareto, según el cual el 80% de los defectos están originados por un 20% de causas. (Holmes, 2016)

En el siguiente imagen se muestra un gráfico de Pareto que contiene barras y un gráfico de líneas, donde los valores individuales están representados en orden descendente por barras, y el total acumulado está representado por la línea. Prácticamente, usar el gráfico de Pareto significa:

- Dividir un gran problema en pedazos más pequeños,
- Identificar los factores más significativos,
- Mostrar dónde enfocar las prioridades,
- Permitir un mejor uso de recursos limitados,
- Identificar la regla 80:20 en el principio de Pareto, que dice que el 20% de las causas (vitales o pocas) son responsables del 80% de los efectos.

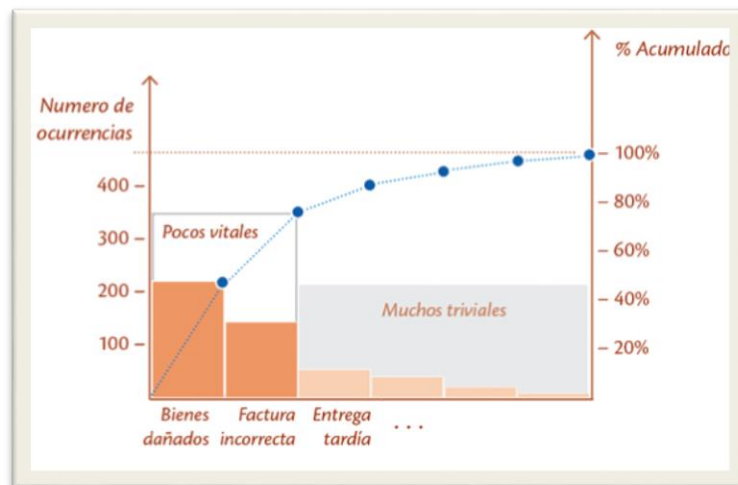


Figura 16: Ejemplo de un diagrama de Pareto.

Fuente: http://www.rcart.com.au/site_rcart_sp/7-herramientas-de-calidad.

2.4.3 Gráfica de control

Se trata de una herramienta muy visual en la que el control del proceso se hace vigilando que las medidas que se van representando en el gráfico se encuentran dentro de los límites de control.

Un gráfico de control se utiliza para ilustrar cómo algo cambia durante un período de tiempo, y en el control de procesos estadísticos, se utilizan para determinar si un proceso de fabricación o de negocio se encuentra en un estado de control estadístico. Si el análisis del gráfico de control indica que el proceso está actualmente bajo control (en otras palabras, estable, con variaciones que solo provienen de fuentes comunes al proceso), entonces no se necesitan o desean correcciones o cambios en los parámetros de control del proceso. Sin embargo, si el análisis muestra que no lo es, deberíamos comenzar a resolver problemas formales. (Holmes, 2016)

En la siguiente imagen se muestra el análisis del gráfico de control indica que el proceso está actualmente bajo control debido a que se encuentra las variaciones dentro del parámetro de control.

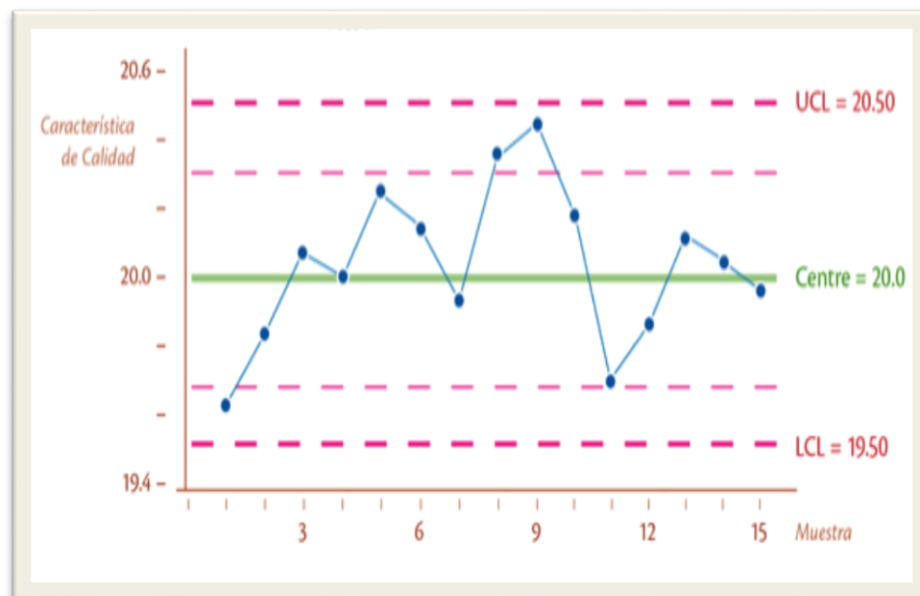


Figura 17: Ejemplo de una gráfica de control.

Fuente: http://www.rcart.com.au/site_rcart_sp/7-herramientas-de-calidad.

2.4.4 Diagrama de dispersión

Un diagrama de dispersión es un tipo de diagrama matemático utilizado para mostrar valores de dos variables para un conjunto de datos. Los datos se muestran en una colección de puntos, cada uno con el valor de una variable de control (también llamada variable independiente) que determina la posición en el eje horizontal y el valor de la otra variable dependiente que determina la posición en el eje vertical. Esta herramienta permite identificar la posible relación entre las dos variables. Por ejemplo, cuando el aumento de una de las variables supone que la otra crezca proporcionalmente o viceversa, cuando el aumento de una variable hace que la otra disminuya siguiendo una relación. Esta relación entre variables se denomina correlación. (Holmes, 2016)

En el siguiente gráfico se muestra un ejemplo de un diagrama de dispersión donde se representa en cantidad de tiempo (segundos) las erupciones de un volcán.

El gráfico representa una correlación positiva debido a que el valor X aumenta ligeramente a medida que aumenta el valor de Y.

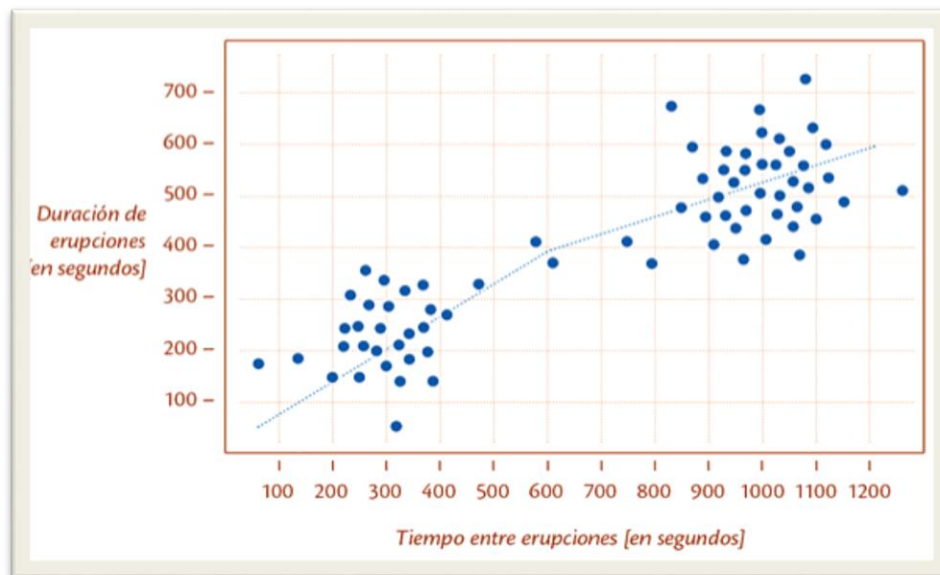


Figura 18: Ejemplo de un diagrama de dispersión
.Fuente: http://www.rcart.com.au/site_rcart_sp/7-herramientas-de-calidad.

2.4.5 Histograma

Los histogramas son probablemente una de las herramientas gráficas más utilizadas en el mundo para mostrar cómo se distribuye un conjunto de datos concreto. Se aplica en todos los sectores empresariales y para todo tipo de actividades, desde presentaciones comerciales hasta grupos de mejora.

Consiste en un grupo de gráficos de barras verticales, en la que cada barra muestra la cantidad de datos que corresponde a una categoría concreta. Junto con el gráfico de control, es una herramienta que permite visualizar los datos obtenidos mediante hojas de control y realizar un primer análisis sobre el comportamiento del proceso que se está siguiendo. (Holmes, 2016)

En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de un histograma tomando en cuenta la cantidad promedio que hay de niños en una escuela que cuenta con un total de 155 alumnos y se puede observar que la edad más frecuente es de niños de 7 años.

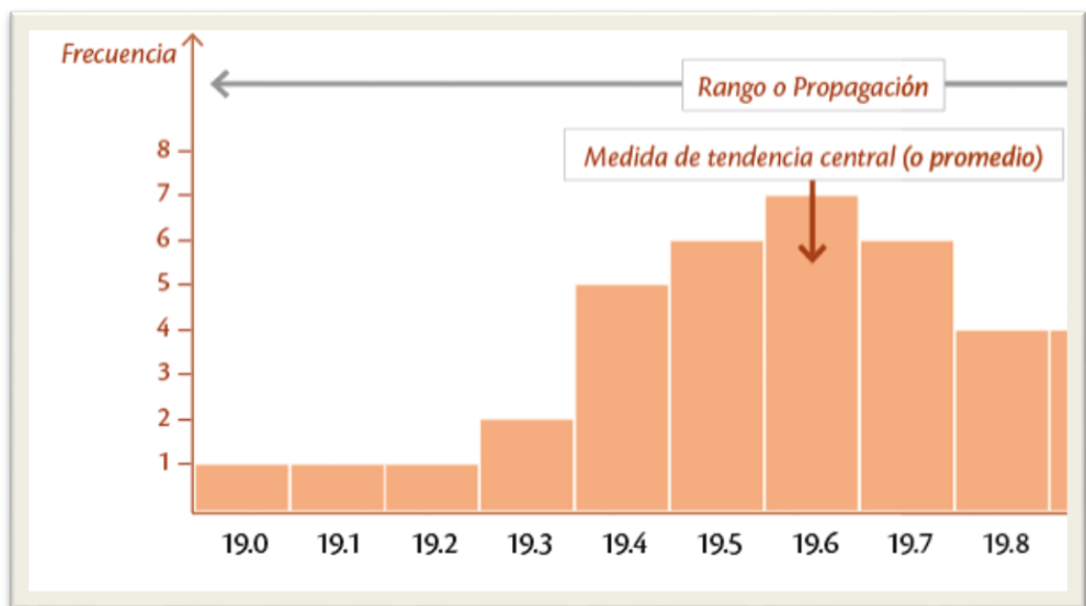


Figura 19: Ejemplo de un histograma.

Fuente: http://www.rcart.com.au/site_rcart_sp/7-herramientas-de-calidad.

2.4.6 Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo es la representación gráfica del flujo o secuencia de rutinas simples. Tiene la ventaja de indicar la secuencia del proceso en cuestión, las unidades involucradas y los responsables de su ejecución, es decir, viene a ser la representación simbólica o pictórica de un procedimiento administrativo.

Es considerada una herramienta de control de calidad debido a que representa un proceso que se puede ilustrar que actividades se completan, por quien, en que secuencia, y las transferencias entre departamentos o individuos, así como también los límites operacionales internos y externos.

Los diagramas de flujo emplean rectángulos, óvalos, diamantes y otras numerosas figuras para definir el tipo de paso, junto con flechas conectoras que establecen el flujo y la secuencia. (Holmes, 2016)

En la figura 19 se muestra el significado de las figuras que se emplean en un diagrama de flujo.

En la figura 20 se muestra un ejemplo de un diagrama de flujo representando el proceso de aprendizaje donde las tareas son secuenciales y se desvían dependiendo de las condiciones que se cumplan.

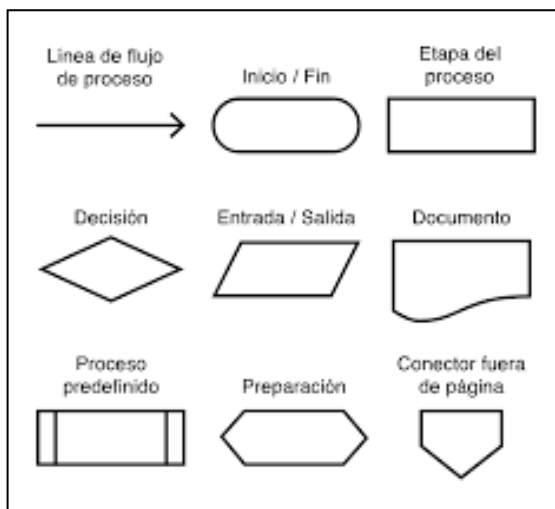


Figura 20: Figuras que se utilizan en el diagrama de flujo.

Fuente: Imágenes de google.

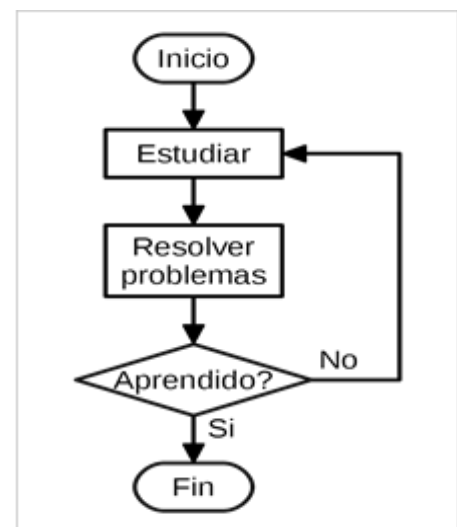


Figura 21: Ejemplo de un diagrama de flujo.

Fuente: Imágenes de google.

2.4.7 Lista de verificación

La última de las herramientas de control de calidad es la lista de verificación. El propósito de una lista de verificación es resumir, y en algunos casos; representar gráficamente un recuento de sucesos ocurridos. Se utiliza una lista de verificación cuando los usuarios están interesados en contar el número de ocurrencias de un evento, como defectos o no conformidades. En muchos casos, una lista de verificación resumirá los datos contables relacionados con ciertos tipos de defectos y proporcionará una representación gráfica aproximada de donde, en una parte o proceso, ocurrieron los defectos. (Holmes, 2016)

En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de una hoja de verificación donde se observa un listado de defectos que tiene una batería referente a su voltaje y la ocurrencia en la que se presenta cada tipo de defectos.

Tipo	Ocurrencia	Subtotal
Alta velocidad de giro		18
Alta corriente de ondulación		38
Alta fuga		12
Bajo rendimiento a baja velocidad		15
Bajo rendimiento a alta velocidad		7
Unidad muerta		4
Mal regulador		22
Punto de ajuste de voltaje malo		6

Figura 22: Ejemplo de una lista de verificación.

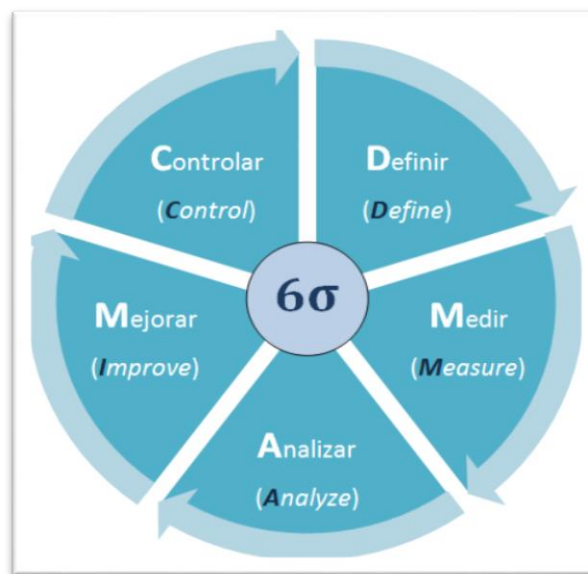
Fuente: http://www.rcart.com.au/site_rcart_sp/7-herramientas-de-calidad.

2.5 Aplicación de las 7 herramientas de calidad a través del proceso DMAIC

Las herramientas de control de calidad son un conjunto de técnicas gráficas identificadas como las más útiles para solucionar problemas relacionados con la calidad. Las herramientas de control de calidad son instrumentos fundamentales para mejorar el proceso y la calidad del producto.

Se utilizan para examinar el proceso de producción, identificar los problemas clave, controlar las fluctuaciones de calidad del producto y dar soluciones para evitar futuros defectos.

Las 7 herramientas de control de calidad son excelentes maneras de visualizar información relacionada con la resolución de problemas para mejorar la calidad de los procesos, productos y servicios. Estas herramientas pueden usarse durante todo el ciclo DMAIC.



*Figura 23: Metodología DMAIC con Six Sigma.
Fuente: Imágenes de google.*

En la fase de definición del proceso DMAIC, los diagramas de flujo son muy importantes. En la fase de Medición, las tres primeras de las 7 herramientas de CC son relevantes: Diagrama de espina de pescado, Gráfico de Pareto y Gráficos de control. En la fase de análisis, el diagrama de dispersión, el histograma y la lista de verificación son relevantes. La tabla de control también es relevante en la fase de mejora.

Capitulo III

Análisis y situación actual en el proceso de producción en el área del CBL

3.1 Descripción del proceso para la realización del CBL

Para entender mejor el funcionamiento dentro del área de producción de CBL se describirán las actividades que se llevan a cabo durante el proceso de la realización de los cables CBL'S.

Cada inicio de semana el coordinador del área de producción entrega un listado de los números de partes que son urgentes y que deben ser entregados en esa semana, por consiguiente se revisa el listado con las cuttags que se tienen archivadas, en el caso de que se coincidan las cuttags con algún número de parte del arnés se le da seguimiento a la realización del CBL.

Siguiendo con la misma situación teniendo las cuttags en mano se prosigue a buscar la hoja de proceso, para ello se identifica en la cuttag el número de parte y tipo de cable para así poder buscar las hojas en los folder donde están guardadas las hojas de proceso de acuerdo con cada tipo de cable.

Una vez teniendo cuttag y hoja de proceso se sigue con checar si se tiene el suficiente cable necesario para poder cubrir la orden, si es así se prosigue a la revisión de las cuttag junto con las hojas de procesos para asegurarnos de que las longitudes coincidan con la hoja de proceso.

Si todo va bien hasta el momento lo que sigue es medir y cortar el cable.

Mientras que algunos de los operadores realizan lo que es el stripeo del cable el ayudante general revisa si está completo el material que se va a utilizar para la realización del CBL como lo son gomas, identificaciones y terminales.

El stripeo del cable se realiza de acuerdo a como lo indica la hoja de proceso.

Una vez de que se tiene todo lo anterior descrito se prosigue a quemar gomas estas van a depender el tipo de CBL que sea y también viene indicada la medida y tipo de goma a utilizar en la hoja de proceso.

Después de que el CBL tiene las gomas se hace el desforre en los cables para poder colocar la terminal.

Antes de colocar las terminales se tiene que hacer una prueba de tensión, esta consiste en aplicar una terminal a un pedazo de cable igual al del CBL que se está realizando, esta prueba se realiza en el área de terminales y es la cual nos indica si el nivel de aire de la máquina de aplicación es correcta y no tienda a caerse la terminal, de acuerdo al calibre del cable debe de dar como resultado mayor a 20.5.

Como últimos pasos se prosigue aplicar terminales y después ponerles identificación a cada cable, las identificaciones son impresas en el área de gomas, estas identificaciones se componen de letras y números las cuales son utilizadas para que el CBL vaya identificado lo cual les servirá al área de mesa (Layout) para poder colocar cada cable a cada conector correctamente.

Una vez completado el proceso del CBL se le da salida y es entregado a Sorting (esta área se encarga de a completar los circuitos que llevan dicho arnés) o bien se lleva directamente al área de Layou donde se encargan de ensamblar todos los cables y conformar el arnés.

En la siguiente imagen se presenta un ejemplo de un CBL en proceso de producción del número de parte 155-07669.



*Figura 24: Ejemplo de un CBL.
Fuente: Imágenes de google.*

3.2 Herramientas y materiales en el área de CBL

- Herramientas:

La principal herramienta que se debe tener en el área de producción de CBL es la cinta métrica la cual se utiliza para medir las longitudes del cable.



Figura 25: Herramienta que utiliza para medir la longitud del cable.

Fuente: Imágenes de google.

Las Pinzas de corte también son parte de las herramientas que se deben tener en el área ya que con ellas se realiza el corte del cable.

Las tijeras también son fundamentales ya que con ellas se realiza el stripeo del cable.



Figura 26: Herramientas para cortar y stripear cable CBL.

Fuente: imágenes de google.

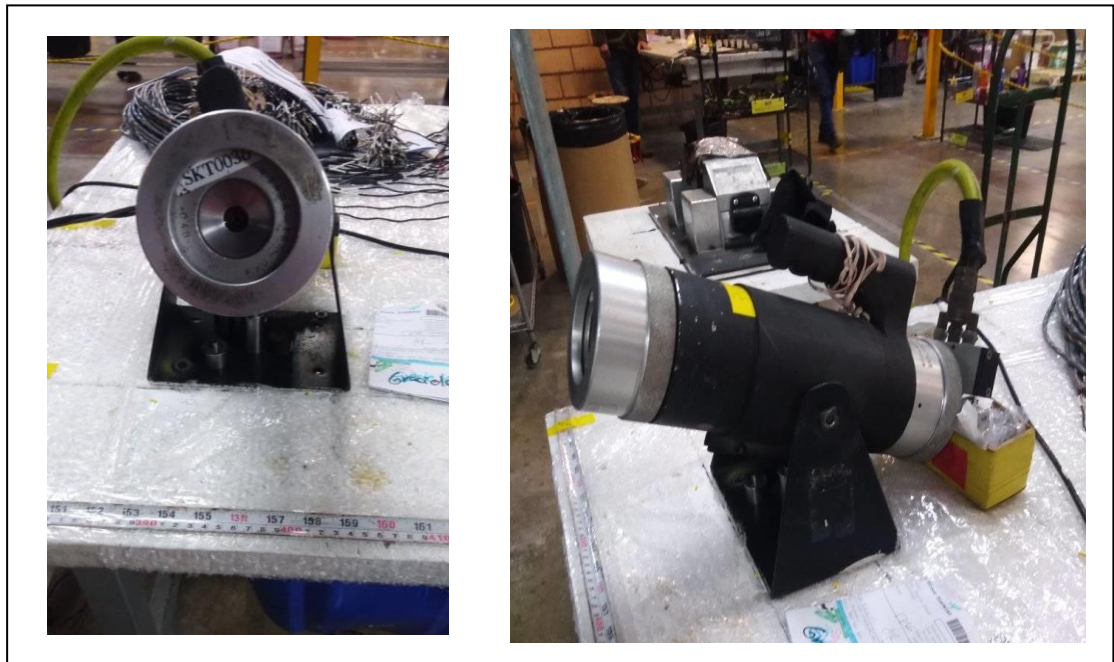
La pistola de calor se utiliza en el proceso de producción del CBL ya que nos sirven para quemar las diferentes gomas que lleva dicho cable.



Figura 27: Pistola de calor que se usa para quemar gomas.

Figura: Imágenes de google.

Pico 15 es un tipo de máquina que se utiliza para aplica las terminales que llevan los cables del CBL.



*Figura 28: Herramienta para aplicar terminales, Pico 15.
Fuente: Imagen tomada del área de producción de CBL.*

Desferradora esta es una máquina que como su nombre lo dice desforra la parte superior de los cables para que se le pueda aplicar las terminales.



Figura 29: Ejemplo de la desferradora.
Fuente: Imágenes de google.

- Materiales:

Cuttag es una hoja donde contiene ciertos datos los cuales sirven al personal del área para poder realizar el CBL.

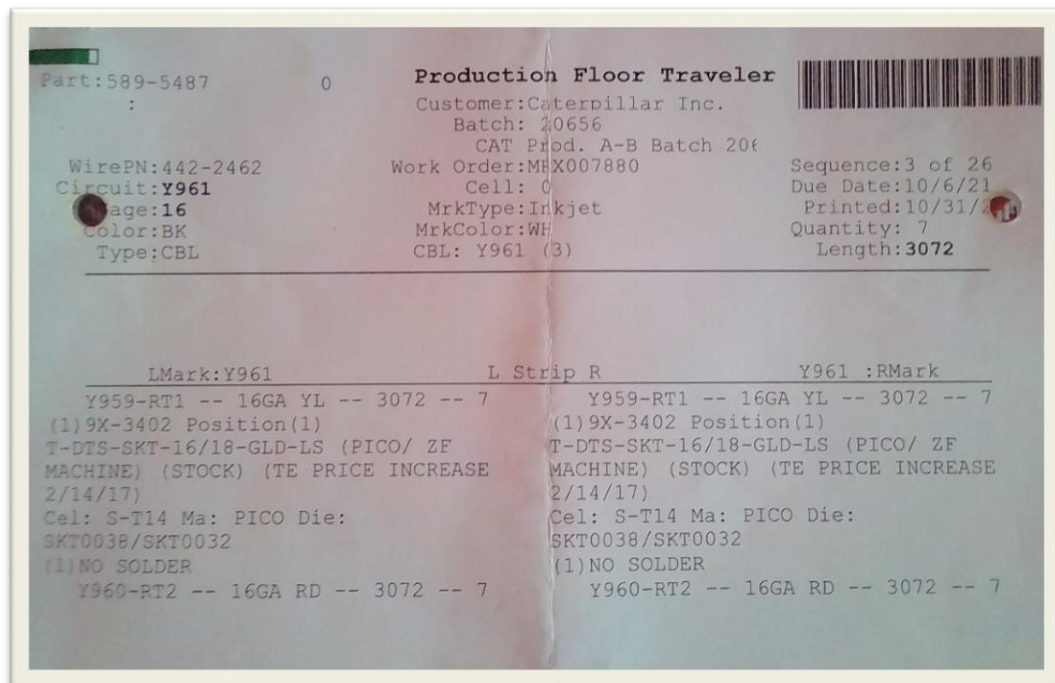


Figura 30: Ejemplo de una cuttag.
Fuente: Fotografía tomada en el área de producción del CBL..

Hoja de proceso son aquellas ayudas visuales las cuales son de utilidad para los operarios y realizar paso a paso la producción del CBL.

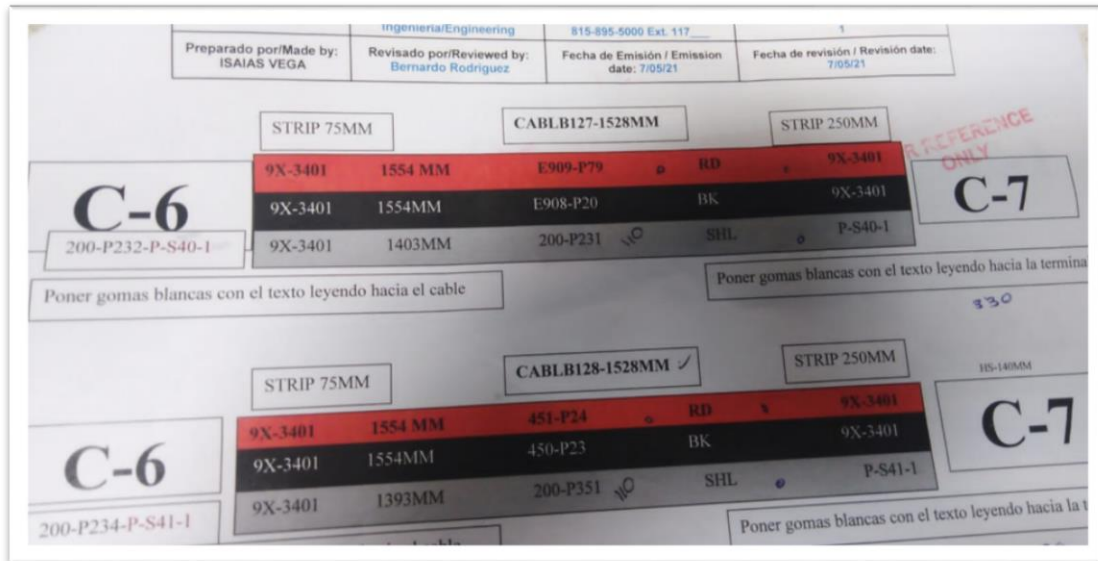


Figura 31: Ejemplo de una hoja de proceso.
Fuente: Fotografía tomada en el área de CBL.

Cable CBL es la materia prima con la que se trabaja para la producción de un CBL.



Figura 32: Diferentes tipos de carretes de cables para la producción del CBL.
Fuente: Fotografía tomada del área de CBL.

Engomado como ya se ha mencionado anteriormente los cables CBL llevan diferentes tipos de gomas dependiendo el tipo de cable estas gomas cubren la parte ideal stripeo y de uno de los cables que es llamado Shild.



*Figura 33: Ejemplo de Goma 0702.
Fuente: Fotografía tomada en el área de CBL.*

Por otro lado también se les llama goma de identificación aquellas gomas blancas las cuales tienen escrito letras y número para identificar cada cable.



*Figura 34: Cable CBL con gomas de identificación.
Fuente: Fotografía tomada en el área de producción CBL.*

Solo son algunas terminales las cuales se aplican en el área de producción de CBL, estas son aplicadas por el operador con la ayuda de la maquina Pico 15.



*Figura 35: Algunos tipos de terminales para los cables CBL.
Fuente: Fotografía tomada en el área de CBL.*

3.3 Descripción de la situación actual del área.

Últimamente la empresa SKX S.A de C.V ha tenido días muy críticos debido a que se realizaron rechazos de arneses completos por parte de algunos clientes, ciertos defectos que presentaban era por un cable dañado, algunas gomas mal colocadas, cables demasiados largos y dispares, ensambles mal realizados, tejido dañado, etc., en si todo esto afecta no solo a un área sino que involucra a toda la planta. Esto ha llenado de preocupación a directiva y parte obrera de la empresa, ya que en consecuencia de ello se presentan pérdidas económicas.

Lo que se dieron cuenta con esta situación que se presento es que se necesita mejorar la calidad en todas las áreas y poder cumplir con el objetivo de entregarle al cliente los productos en buen estado.

Con lo anteriormente descrito, al área de CBL también se le realizaron rechazos de arneses ya completos pero que se tenían que reparar debido a que algunos cables estaban colgados y las terminales se doblaban y lo que se tenía que realizar era despuchar el cable (sacarlo del conector) y tener que recortar el cable, emparejar las puntas y aplicar nuevamente la terminal. Siguiendo con esto se puede observar que al estar re trabajando CBL'S se está perdiendo tiempo y terminales. Entonces se está trabajando para que se vigile cada proceso de la realización del CBL.

Capitulo IV

Desarrollo del plan de control en el área de producción del CBL

4.1 Desarrollo de las herramientas de calidad a través del DMAIC.

En el desarrollo de la propuesta del plan de control se realizó el estudio del Six Sigma con ayuda de las herramientas de calidad en cada etapa del DMAIC. Esto para observar los factores que causan el defecto del cable CBL y así poder darle prioridad y mejorar esa etapa del proceso.

A continuación se presenta el desarrollo de las herramientas de calidad de acuerdo a las fases del DMAIC.

- a) En la primera fase que es definir se utilizara el diagrama de flujo ya que en él se describirá el proceso de producción del CBL.
- b) En la fase dos de medición serán el diagrama de Ishikawa o espina de pescado ya que en él se describirán las posibles causas de defecto en el proceso de producción del CBL. También en esta fase se utilizara el diagrama de Pareto para detectar a que tipos de cables se les tiene que dar mayor prioridad.
- c) En la fase tres de análisis será el diagrama de dispersión donde se observara que tanta correlación existe entre el eje X con el eje Y para así detectar si es positiva o negativa. Y también se usara el histograma en esta fase para analizar la frecuencia en la que se presenta los tipos de defectos que influyen en un producto no conforme.
- d) En la fase cuatro de mejora se utilizaran la lista de verificación donde se plasmara los datos del tipo de turno y los problemas que se presentan en la realización del CBL.
- e) En la última fase de control se describen algunas recomendaciones en las que se deben seguir para que la metodología del Six Sigma funcione y se evite el producto no conforme.

4.1.1 Fase 1: Definir

- Diagrama de flujo del proceso de producción del CBL.

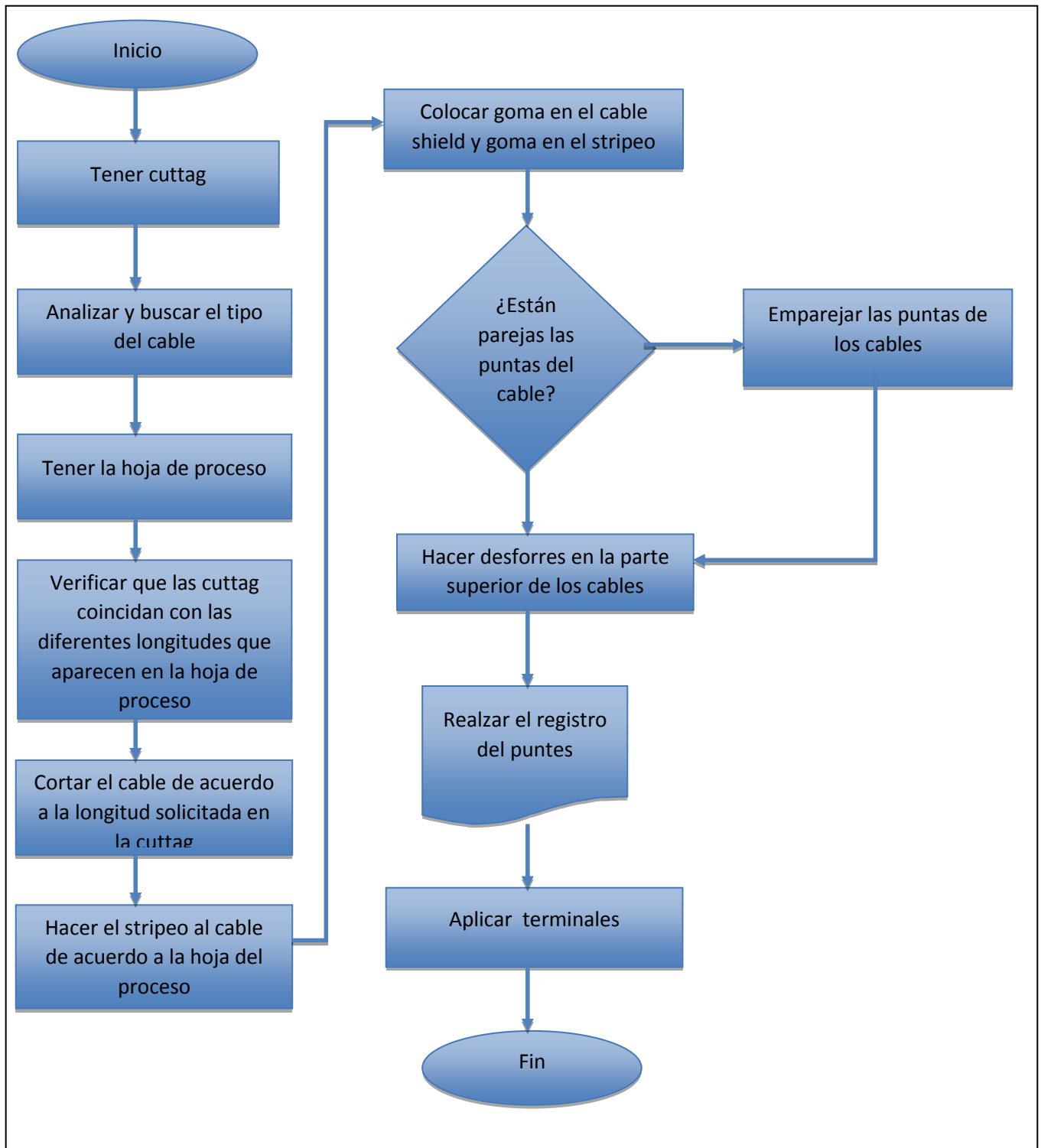
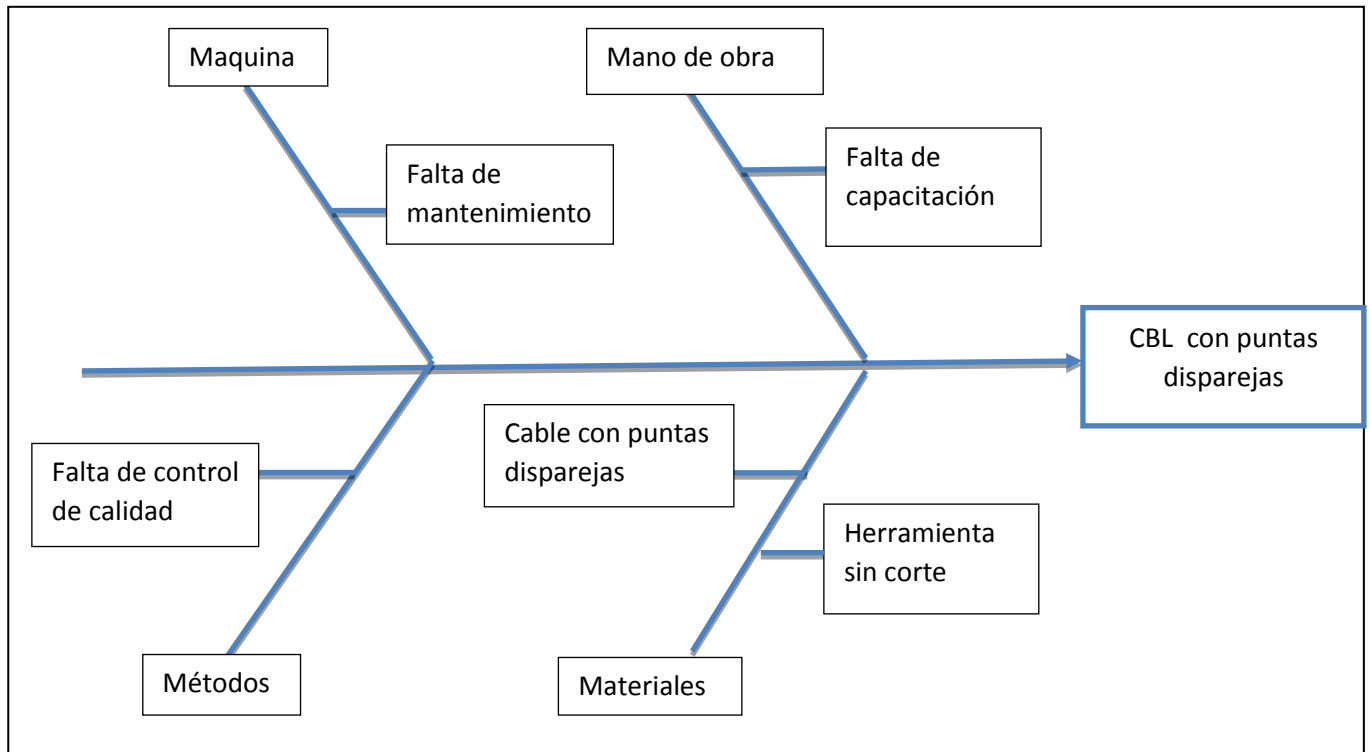


Figura 36: Diagrama de flujo del proceso de producción del CBL.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 Fase 2: Medición

- Diagrama de causa y efecto



*Figura 37: Diagrama de Ishikawa de la producción del CBL.
Fuente: Elaboración propia.*

En el diagrama anterior se observa cuáles pueden ser los posibles factores que influyen para que el CBL salga defectuoso como lo es:

- Maquina: Que le falte mantenimiento y no funcione adecuadamente.
- Mano de obra: La falta de capacitación al personal que realiza dicha actividad puede ser un factor de que exista un CBL defectuoso.
- Métodos: El no tener un control de calidad en el área cuando se realiza la producción del CBL.
- Materiales: Que la herramienta no corte adecuadamente o la aplicación de terminales y obtener cables con puntas disperejas

Todos estos factores anteriormente mencionados pueden ser las causas de que se tenga productos no conformes o productos rechazados.

- Gráfico de Pareto

Para poder realizar cálculos probabilísticos se recolectaron datos del 11 de octubre al 07 de Noviembre de la cantidad de CBL'S que salían defectuosos por día durante 4 semanas de acuerdo a los dos turnos de trabajo día/noche.

En la tabla siguiente se muestra el tipo de turno que se tuvo en cada semana, el tipo de numero de parte que se trabajó en cada semana y la cantidad de CBL'S que salían defectuosos por día y también los que se registraron en el tiempo extra.

Cabe mencionar que el total de cables defectuosos presentaban diversos errores es decir unos estaban dañados por la parte inferior y no pasaban corriente, otros por gomas de identificación equivocadas y otros por tener puntas disperejas, que ese es problema que se va a analizar por representar la mayor cantidad.

Tabla 1 Cantidad de CBL'S del 11 de Octubre al 07 de Noviembre

Cantidad de CBL'S defectuosos por día/semana									
Turno	Semana	N° Parte	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	T. Extra Sábado/Domingo	Total de CBL defectuosos
Día	1	568-0060	15	17	22	21	0	15	90
		603-7258	0	11	0	14	20	0	45
		566-9105	0	0	8	0	4	0	12
Noche	2	568-0061	13	10	8	15	6	20	72
		576-2775	5	7	12	4	2	0	30
Día	3	566-9107	3	0	0	2	0	5	10
		533-4023	0	4	5	0	10	6	25
Noche	4	568-0062	8	5	10	16	8	13	60
		524-3649	2	1	0	1	0	0	4
		602-7385	20	18	1	0	11	5	55

En el mes de Octubre-Noviembre se presentaron más rechazos de lo normal debido a que la empresa estaba pasando por un momento crítico y se realiza anotaciones de la cantidad de productos que salían defectuosos y tenían que ser re trabajados en ambos turnos del área de CBL.

Con los datos de la tabla anterior solo se extrajeron algunos datos que para la investigación son importantes como lo es el número de parte y la frecuencia que se obtuvo del total de CBL'S defectuosos.

Tabla 2: Datos de los números de parte de CBL'S y su frecuencia de defectos.

N° Parte	Frecuencia
568-0060	90
568-0061	72
568-0062	60
602-7385	55
603-7258	45
576-2775	30
533-4023	25
566-9105	12
566-9107	10
524-3649	4
Total	403

Posteriormente se realizaron los siguientes pasos.

- 1) Ordenar de mayor a menor la cantidad total de CBL'S defectuosos que se representa con el encabezado Frecuencias y tipo de cable que se representa con el número de parte.
- 2) Realizar la suma total de la frecuencia.
- 3) Agregar otra columna para sacar el % correspondiente a la cantidad de frecuencia. En esta parte solo se seleccionó la cantidad de frecuencias / Total de la suma de frecuencias y así se obtuvo el porcentaje de cada tipo de cable.
- 4) Agregar otra columna para calcular el porcentaje acumulado. Lo que se va a realizar es, en la primera fila solo es pasar la cantidad de frecuencia del primer número de parte (90), en la segunda fila es donde ya se va a empezar a realizar los cálculos y para ello se va a tomar el dato anteriormente mencionado y se le sumara al número de frecuencia del segundo número de parte .Y quedaría de la siguiente forma:

$$90+72=162$$

En la tercera fila sería:

$$162+60=222 \text{ y así sucesivamente...}$$

- 5) Para finalmente obtener el % acumulado solo se toman datos de la columna del %, en la primera fila solo se pasó el porcentaje del primer número de parte que se obtuvo, en la segunda fila se suma el % anterior más el porcentaje que corresponde a esta segunda fila esto sería:
- $22\% + 18\% = 40\%$ Acumulado
- $40\% + 15\% = 55\%$ Acumulado y así sucesivamente....

A continuación se presenta la tabla con la frecuencia de productos que fueron rechazados de cada número de parte que se trabajó durante el mes de Octubre a Noviembre.

Tabla 3: Datos del mes de Octubre- Noviembre de los CBLs defectuosos.

CBL'S DEFECTUOSOS				
N° Parte	Frecuencia	%	Acumulado	%Acumulado
568-0060	90	22%	90.00	22%
568-0061	72	18%	162.00	40%
568-0062	60	15%	222.00	55%
602-7385	55	14%	277.00	69%
603-7258	45	11%	322.00	80%
576-2775	30	7%	352.00	87%
533-4023	25	6%	377.00	94%
566-9105	12	3%	389.00	97%
566-9107	10	2%	399.00	99%
524-3649	4	1%	403.00	100%
Total	403	100%		

Con los datos de la tabla anterior se realizaron algunos cálculos para mostrar a cuales números de parte hay que tenerle mayor cuidado en la realización del CBL para que no exista un rechazo.

Obteniendo lo anterior se realizó la gráfica de Pareto.

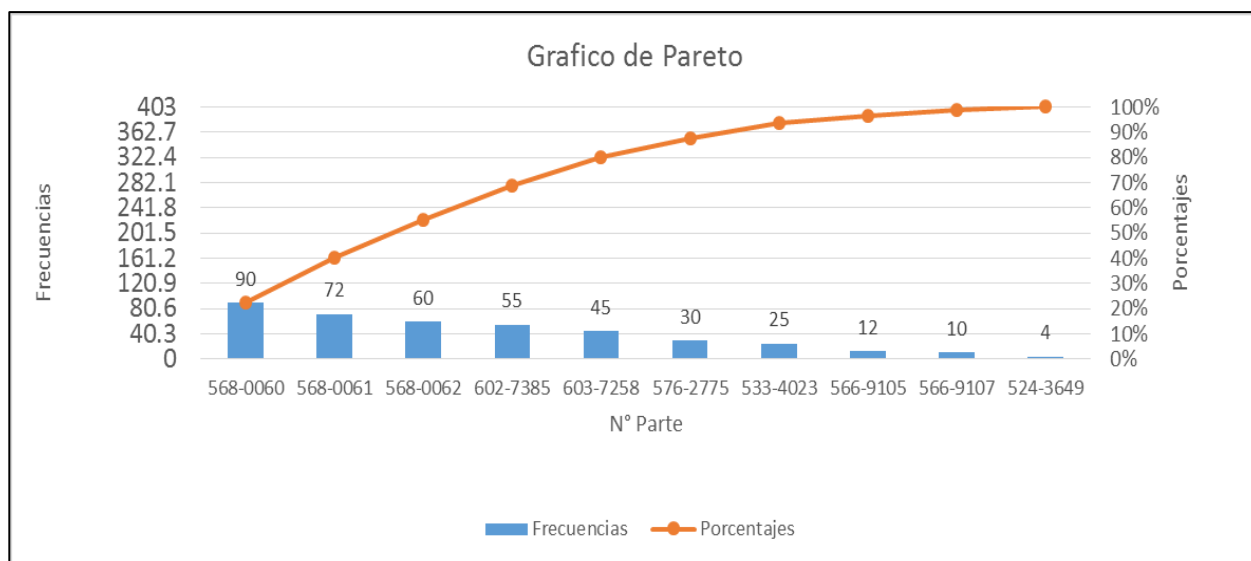


Figura 38: Gráfico de Pareto de los CBL'S defectuosos.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4: Datos de los CBL'S defectuosos.

CBL'S DEFECTUOSOS				
N° Parte	Frecuencia	%	Acumulado	%Acumulado
568-0060	90	22%	90.00	22%
568-0061	72	18%	162.00	40%
568-0062	60	15%	222.00	55%
602-7385	55	14%	277.00	69%
603-7258	45	11%	322.00	80%
576-2775	30	7%	352.00	87%
533-4023	25	6%	377.00	94%
566-9105	12	3%	389.00	97%
566-9107	10	2%	399.00	99%
524-3649	4	1%	403.00	100%
Total	403	100%		

Con la herramienta del gráfico de Pareto se define que los números de partes que se deben dar mayor prioridad en el proceso de realización de los CBL'S son los primeros 5 que se muestran en la tabla anterior, ya que en ellos se ha presentado el 80% de los productos defectuosos.

4.1.3 Fase 3: Análisis

- Diagrama de dispersión

Siguiendo con lo anterior en esta fase del análisis se realizó una tabla con los datos de los primeros 5 números de partes y se analizó la cantidad de cables que tienen las puntas disperejas del total de cables defectuosos.

Tabla 5: Datos de los CBL'S con puntas disperejas

CBL'S con puntas disperejas		
N° Parte	Cantidad de cables	Puntas disperejas
568-0060	90	83
568-0061	72	70
568-0062	60	60
602-7385	55	48
603-7258	45	35

Analizando la lista anterior se realizó una gráfica de dispersión con dichos datos y quedo de la siguiente manera:

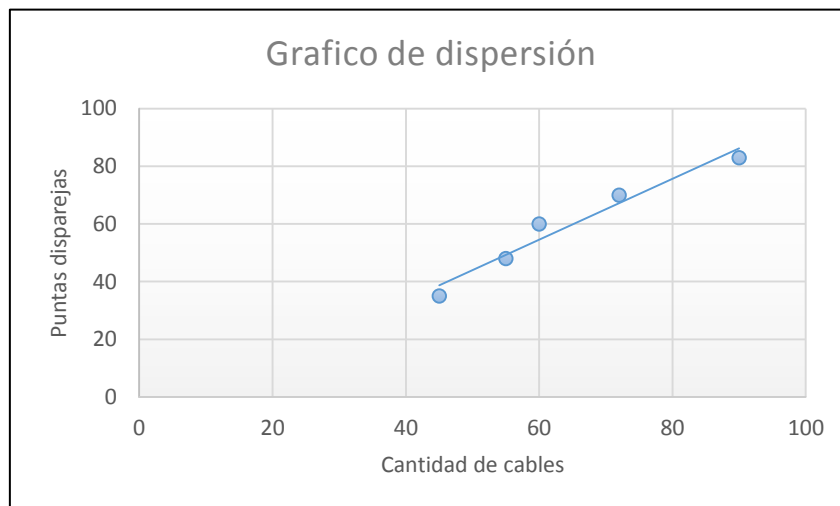


Figura 39: Gráfico de dispersión de los cables con puntas disperejas.
Fuente: Elaboración propia.

Se puede concluir que la correlación es positiva porque entre más crece el valor de las X el valor de Y incrementa, es decir entre más CBL'S de esos números partes realicemos más puntas disperejas tendremos si no se supervisa el proceso de desforre de los cables.

- Histograma

Para seguir con el análisis de la fase 3 se realizó el conteo de cuantas puntas disperejas había de los 5 números de partes anteriormente analizados. Esto dio un total de 296 puntas disperejas del mes de Octubre a Noviembre.

Tabla 6: Total de puntas disperejas.

CBL'S con puntas disperejas		
N° Parte	Cantidad de cables	Puntas disperejas
568-0060	90	83
568-0061	72	70
568-0062	60	60
602-7385	55	48
603-7258	45	35
Total		296

Teniendo en cuenta el total de puntas disperejas se analizaron las causas de ello, a continuación se muestra una tabla con las causas principales de que existan cables con puntas disperejas.

Tabla 7: Principales causas de que las puntas de los cables estén disperejas.

Motivos de las puntas disperejas	Cant. De puntas de los cables
Desforre sesgados	5
Alambres cortados	9
Desforre muy corto	15
Cables marcados	23
Cables muy largos	28
Desforre ligeramente marcados	37
Desforre ligeramente sesgados	38
Alambres un poco cortados	45
Desforre con mordisqueo de maq.	47
Desforre de más	49
Total de puntas disperejas	296

La tabla anterior muestra la cantidad de puntas disperejas de los cables organizados de menor a menor.

De la tabla anterior se obtuvieron datos importantes para poder realizar algunos cálculos y obtener una tabla de frecuencias como se muestra a continuación.

Tabla 8: Datos para poder obtener la tabla de frecuencias.

Datos	
No. Datos	10
Dato Mayor	49
Dato Menor	5
Rango	44
No. Clases	5
Intervalo	9

Tabla 9: De frecuencias.

No. Clases	Lim Inf.	Lim. Sup	Frecuencia (F)	Marca De clase	Frec. Acumulad	Frec. Rel.
1	5	14	2	9	2	0
2	14	23	1	18	3	0
3	23	31	2	27	5	0
4	31	40	2	36	7	0
5	40	49	3	45	10	1
			$\sum = 10$			

Posteriormente se presenta el histograma con los datos obtenidos en la tabla de frecuencias:

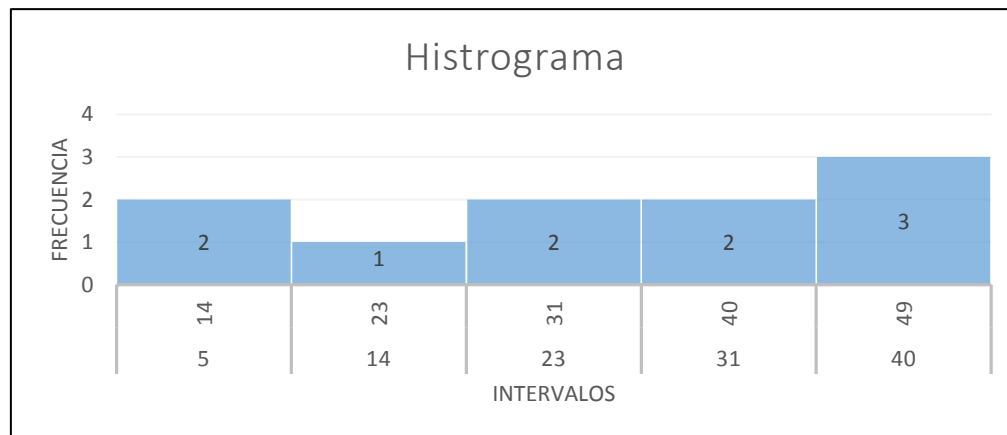


Figura 40: Histograma de las causas principales de las puntas disperejas de los CBL'S.
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a lo anterior analizado se puede observar en el histograma que la causa principal de que las puntas estén disperejas en los CBL'S se debe a que existe un desforre de más, y es mostrado gráficamente debido a que se presenta mayor frecuencia en ese último intervalo ya que en ese se concentra la mayor cantidad de puntas disperejas.

4.1.4 Fase 4: Mejorar

- Lista de verificación

Con lo anteriormente analizado se dieron a conocer cuáles son los motivos por los cuales se da lo que son los cables con puntas disperejas en el penúltimo paso del proceso de realización del cable CBL y es que todo esto se detecta cuando se realiza el desforre en la máquina de desforres.

En esta fase se va a utilizar la lista de verificación de acuerdo al tipo de turno, para verificar que es lo que necesita la desferradora para que esté funcionando adecuadamente.

Hoja de verificación					
Nombre del Proceso	Desforre en el cable CBL				
Nombre del Encargado	Yetzamin Hernández Salas				
Fecha	11- Octubre-2021 / 07-Noviembre-2021				
Tiempo de Observación	Durante el turno				
N° de Hoja	1				
Producto/Maquinaria/Equipo	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Total
Desferradora	Turno Día	Turno Noche	Turno Día	Turno Noche	
Calibrar corte	Si	Si	Si	Si	4
Navajas afiladas	No	No	No	Si	4
Milímetros de corte	Si	Si	Si	Si	4
Gage	Si	Si	Si	Si	4
Mantenimiento	No	Si	No	No	4
Descripción	Si		No		Totales
	14		6		
Observaciones Adicionales					
La desferradora necesita mas mantenimiento y mas filo en las navajas para que corte adecuadamente el cable.					
Herramienta-digital.com					

Figura 41: Hoja de verificación.

Fuente: Plantilla tomada de <https://herramienta-digital.com/plantilla/formato-hoja-verificacion/>

Con la hoja de verificación se puede notar que se debe de mejorar la desferradora para poder disminuir las puntas disperejas de los CBL y así evitar los defectos del mismo. En esta fase de mejorar se debe dar prioridad a que se realice mantenimiento de la máquina más a menudo ya que en el tiempo analizado solo se le dio mantenimiento en una semana durante el turno de noche.

4.1.5 Fase 5: Controlar

En esta última fase se propone que para llegar a un control en la parte del desforre en el proceso de realización del CBL se necesita crear un plan de supervisión y control para reevaluar continuamente el procesos de producción del CBL.

Lo que se busca en esta etapa es que la mejora de la etapa anterior se mantenga a través del tiempo y esto con ayuda de mecanismos de control para garantizar los beneficios obtenidos y asegurar que cualquier variación ha sido corregida antes de que se convierta en defecto.

Algunas recomendaciones para poder llevar un adecuado control en el proceso de producción del CBL serían:

- Supervisión del líder o encargado del área.
- Apoyo del equipo de trabajo.
- Herramientas con adecuado mantenimiento.
- Revisiones frecuentes del departamento de calidad.
- Analizar el proceso de producción en todos los números de partes de CBL'S que se producen no solo en los 5 números de partes que se estudiaron en esta tesis.
- Disposición del departamento de mantenimiento.
- Generar recomendaciones del proceso de producción del CBL a los operarios.

4.2 Desarrollo del plan de control en el área de producción del CBL.

Se le propone un plan de control en la empresa SKX S.A de C.V en el área de producción del CBL ya que se realizó un estudio mediante la metodología del Six Sigma a través de las etapas del DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y controlar) y se analizaron datos estadísticos de un determinado tiempo.

A continuación se presentan las instrucciones para que los operarios sepan y tengan el conocimiento del proceso en la producción del CBL si se encuentran con el problema de las puntas disperejas del cable.

- ✓ Mantenimiento adecuado de desferradora.
- ✓ Navajas correctamente colocadas y afiladas.
- ✓ Mantenerla calibrada.
- ✓ Realizar una prueba con un cable de scraft (desperdicio).
- ✓ Si la desferradora esta descalibrada al realizar la prueba poner los datos necesarios manualmente en un número menor es decir, gage (Calibre del cable - 1), tamaño del desforre (-1) y cantidad del desforre (para no cortar hilos del cable).
- ✓ Que el encargado del área este vigilando el proceso del operador.
- ✓ Si están disperejas las puntas del cable que el operario se encargue de emparejarlas manualmente.
- ✓ Al realizar el desforre y aparentemente este bien, que el operario minuciosamente observe la parte desferrada para que no resulte defectuoso.
- ✓ El operador que aplique terminal mida el desforre con una terminal de muestra.
- ✓ Si el desforre esta grande cortar el sobrante para que la terminal no quede muy despegada de la insolación del cable.
- ✓ Capacitar al operario para tener conocimiento del mantenimiento de la desferradora.
- ✓ Que los técnicos de mantenimiento estén en la mejor disposición de darle mantenimiento a la máquina.
- ✓ Si el operario no le entiende a la desferradora que se acerque al encargado del área para que le aclare las dudas.

- ✓ Que el operario se encargue de ver cuando la charola de la desferradora se encuentre llena del sobrante de cables y lo deposite en el scratf.
- ✓ Inspeccionar la maquina antes de utilizarla.
- ✓ Apagar y desconectar la desferradora cuando ya no se vaya a utilizar.
- ✓ Si la desferradora no corta es preferible no realizarlo manualmente debido a que puede dañar el cable.
- ✓ Capacitar a los trabajadores para poder realizar reparaciones en caso de que el encargado del área no se encuentre o este ocupado.
- ✓ Capacitar a los operarios a que puedan poner terminales de manera manualmente.
- ✓ Enseñar a los operarios llenar las hojas de petición de mantenimiento en tiempo y forma para que esta sea atendida de manera inmediata si una maquina no funciona.

Si se siguen esas instrucciones si se puede llegar a un control en ese proceso de la realización del CBL, pero para ello se necesita el apoyo de todos los que conforman el área así también como la disposición y tiempo de técnicos de mantenimiento.

CONCLUSIÓN

Los datos recolectados fueron tomados de acuerdo al tipo de rotación de turno en que se vieron involucrados en el proceso de producción de CBL.

Se desarrolló el plan de control de acuerdo a la metodología de Six Sigma con ayuda de las herramientas de calidad debido a que son completas para poder visualizar información relacionada con el problema detectado y así mejorar la calidad de los procesos de producción del CBL y usar las herramientas durante el ciclo del DMAIC.

La metodología de Six Sigma no solo depende de los métodos estadísticos sino del compromiso y disposición que muestren las personas que conforman el área hasta los directivos y que los costos de la mala calidad sean primero identificados, y luego convertirlos en una oportunidad de mejora, es decir reducir hasta eliminar las causas que lo producen.

El adoptar una metodología así en el área puede generar mayor competitividad a la empresa al ofrecer CBL'S mejorados y libres de defectos que cumplan con los requerimientos de calidad exigidos y terminen de cumplir su función en el ensamble del arnés para que el cliente quede satisfecho con dicho producto.

COMPETENCIAS DESARROLLADAS

La realización de esta tesis presentada, permitió adquirir conocimiento dentro de la empresa principalmente en el proceso de producción de algo no tan conocido como lo es la producción del tipo de cable llamado CBL, posteriormente el conocimiento sobre la metodología Six Sigma, las herramientas de calidad y el ciclo DMAIC.

Así como también competencia en el ámbito laboral como lo es trabajar en equipo, toma de decisiones, organización y capacitación de adaptación.

BIBLIOGRAFÍA

ambit BST. (2016). Obtenido de <https://www.ambit-bst.com/blog/herramientas-lean-manufacturing-mas-importantes>

Breyfogle III, e. (2001).

EUROINNOVA. (s.f.). Obtenido de <https://www.euroinnova.mx/blog/que-es-un-plan-de-control#>

Garza Rios, R., Gonzalez Sanchez, C., & Rodrigue Gonzalez, E. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de seis sigma. *METODOS CUANTITATIVOS PARA LA ECONOMIA Y LA EMPRESA*, 19-35.

Hernandez, M. M. (s.f.). El sigma. *¿La Estrategia hacia la Calidad en las Empresas?*

Holmes, B. (2016). *RCA Rt*. Obtenido de http://www.rcart.com.au/site_rcart_sp/7-herramientas-de-calidad

Lean Solano, A. (1987). Facultad de Administración de Empresas.

LIDER DEL EMPRENDIMIENTO. (s.f.). Obtenido de <https://liderdelemprendimiento.blogspot.com/2017/10/que-es-six-sigma.html>

SPC Consulting Group. (2005). Obtenido de <https://spcgroup.com.mx/nosotros/>

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/9503/1/85T00500.pdf>

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=qwumngQPLmUC&oi=fnd&pg=PA11&dq=fundamentos+del+seis+sigma&ots=jV7dsgs4WZ&sig=YapStnWjC0-sjJgmQtePW4Gnhg4#v=onepage&q&f=false>

<https://arrizabalagauriarte.com/dmaic-las-5-fases-del-proceso-implementacion-six-sigma/>

<https://spcgroup.com.mx/nosotros/>

[https://www.researchgate.net/profile/Emilio-L-](https://www.researchgate.net/profile/Emilio-L-Cano/publication/250309966_Calidad_Seis_Sigma_con_R_Competitividad_e_Innovacion/links/543a86ec0cf24a6ddb97609e/Calidad-Seis-Sigma-con-R-Competitividad-e-Innovacion.pdf)

[Cano/publication/250309966_Calidad_Seis_Sigma_con_R_Competitividad_e_Innovacion/links/543a86ec0cf24a6ddb97609e/Calidad-Seis-Sigma-con-R-Competitividad-e-Innovacion.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Emilio-L-Cano/publication/250309966_Calidad_Seis_Sigma_con_R_Competitividad_e_Innovacion/links/543a86ec0cf24a6ddb97609e/Calidad-Seis-Sigma-con-R-Competitividad-e-Innovacion.pdf)

<https://www.3ciencias.com/articulos/articulo/metodologia-e-implementacion-six-sigma/>

<https://spcgroup.com.mx/six-sigma-a-traves-de-las-7-herramientas-de-calidad/>

<https://aprendiendocalidadyadr.com/diagrama-de-dispersion/>

<https://www.youtube.com/watch?v=dSWqiWzNSfk>

<https://www.youtube.com/watch?v=6Lj4ikWPWVs>

<https://www.youtube.com/watch?v=X13qrE8AoaQ>