



**FACULTAD DE POSTGRADO
TESIS DE POSTGRADO**

**ANÁLISIS Y CONTROL DE DISCREPANCIAS EN
INVENTARIO DE MATERIA PRIMA.**

**SUSTENTADO POR:
JHONNY ALBERTO TROCHEZ CANALES**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE
MÁSTER EN DIRECCIÓN EMPRESARIAL**

SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS, C.A.

JUNIO 2019

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA
UNITEC**

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

MARLON BREVÉ REYES

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

VICERRECTORA ACADÉMICA

DESIREE TEJADA CALVO

VICEPRESIDENTE UNITEC, CAMPUS S.P.S

CARLA MARÍA PANTOJA

DECANA DE LA FACULTAD DE POSTGRADO

CLAUDIA MARÍA CASTRO VALLE

**ANÁLISIS Y CONTROL DE DISCREPANCIAS EN
INVENTARIO DE MATERIA PRIMA.**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE
MÁSTER EN DIRECCIÓN EMPRESARIAL**

**ASESOR METODOLÓGICO
JUAN JACOBO PAREDES HELLER**

**ASESOR TEMÁTICO
JUAN JOSÉ FLORES**

**MIEMBROS DE LA TERNA:
NELLY ALCANTARA
LUIS JIMENEZ
JUAN CARLOS MUÑOZ MAYES**

DERECHOS DE AUTOR

© Copyright 2019

Jhonny Alberto Trochez Canales

Todos los derechos son reservados.

**AUTORIZACIÓN DEL AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE POSTGRADO**

Señores

**CENTRO DE RECURSOS PARA
EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN (CRAI)
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA (UNITEC)
SAN PEDRO SULA**

Estimados Señores:

Yo, JHONNY ALBERTO TROCHEZ CANALES, de San Pedro Sula, autores del trabajo de postgrado titulado: ANÁLISIS Y CONTROL DE DISCREPANCIAS EN INVENTARIO DE MATERIA PRIMA., presentado y aprobado en el mes de Junio de 2019, como requisito previo para optar al título de máster en Dirección Empresarial y reconociendo que la presentación del presente documento forma parte de los requerimientos establecidos del programa de maestrías de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), por este medio autorizamos a las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de UNITEC, para que con fines académicos puedan libremente registrar, copiar o utilizar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

- 1) Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en las salas de estudio de la biblioteca y/o la página Web de la Universidad.
- 2) Permita la consulta y/o la reproducción a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general en cualquier otro formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en los artículos 9.2, 18, 19, 35 y 62 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los derechos morales pertenecen al autor y son personalísimos, irrenunciables, imprescriptibles e inalienables. Asimismo, el autor cede de forma ilimitada y exclusiva a UNITEC la titularidad de los derechos patrimoniales. Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de UNITEC.

En fe de lo cual se suscribe el presente documento en la ciudad de San Pedro Sula a los ____ días del mes de _____ del año 2019.

Jhonny Alberto Trochez Canales

21813190



FACULTAD DE POSTGRADO

ANÁLISIS Y CONTROL DE DISCREPANCIAS EN INVENTARIO DE MATERIA PRIMA.

NOMBRE DEL MAESTRANTE:

Jhonny Alberto Trochez Canales

Resumen

En la presente investigación se logró encontrar las principales causas de discrepancias en el inventario de materia prima de la empresa Lear Corporation. Para lograr dicha investigación se identificaron las variables del proceso tanto internos como externos; a través de estudios de capacidad, análisis de modo y efectos de falla, análisis de varianza y diagramas de flujo en cada uno de los procesos. Se logró medir a través de las herramientas de seis sigma los datos obtenidos y crear un rumbo a la investigación para encontrar la causa potencial a las diferencias o pérdidas presentadas en el último inventario físico. En base a los resultados se aceptó la hipótesis nula, ya que los procesos internos de la organización no son significativamente la causante de pérdidas de materia prima y problemas en la planeación. Como resultado de la investigación se generó un reclamo a través de una notificación de calidad al proveedor quien asumió su responsabilidad. Como plan de contingencia se agregó al procedimiento de auditorías de calidad de recibo, validaciones físicas y se diseñó una aplicación para realizar mediciones a través de taras.

Palabras claves: Discrepancias, investigación, planeación, responsabilidad, contingencia, proceso, procedimiento, validación.



POSTGRADUATE FACULTY

ANALYSIS AND CONTROL OF DISCREPANCIES IN RAW MATERIAL INVENTORY.

AUTHOR:

Jhonny Alberto Trochez Canales

Abstract

In the present investigation it was possible to find the main causes of discrepancies in raw material inventory of the company Lear Corporation. To achieve this research, internal and external process variables were identified; through capacity studies, mode analysis and failure effects, analysis of variance and flow diagrams in each of the processes. It was possible to measure the data obtained through the six sigma tools and create a course for the investigation to find the potential cause of the differences or losses presented in the last physical inventory. Based on the results, the null hypothesis was accepted, since the internal processes of the organization are not significantly the cause of raw material losses and problems in the planning. As a result of the investigation, a claim was generated through a quality notification to the supplier who assumed his responsibility. As a contingency plan, physical validations were added to the receipt quality audit procedure and an application was designed to perform measurements through tares.

Keywords: Discrepancies, investigation, planning, responsibility, contingency, process, procedure, validation.

DEDICATORIA

A Dios por darme la sabiduría y fortaleza necesaria para lograr culminar con éxito un paso más en mi carrera profesional.

A mi Madre, Martha Elizabeth Canales, por todo su amor, consejos y sacrificios en todos estos años, gracias a usted he logrado llegar hasta aquí y convertirme en la persona que soy. Ha sido un privilegio ser su hijo.

A mis hermanos Juan Carlos, Jimmy, Yadira y Giovanna Trochez y a mi futura esposa Diana Sarahy Pineda por todo su apoyo incondicional y tiempo.

Jhonny Alberto Trochez Canales

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) por la oportunidad de crecer como profesional con excelente y valiosa educación.

A los catedráticos por siempre brindarme su apoyo y orientación tanto en la carrera como en la elaboración de nuestra tesis, por su valioso tiempo y compartir sus conocimientos para emprender y culminar este proyecto.

Al Doctor Juan Jacobo Paredes Heller, por su valiosa aportación en esta Tesis, y su tiempo brindado; por su valiosa retroalimentación en lo que metodológicamente respecta esta investigación. A Ud. Dr., muchas gracias.

A mis compañeros de maestría por el tiempo compartido, conocimientos y experiencias.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	2
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA	4
1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	6
1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	6
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO	6
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	7
1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	7
1.5 JUSTIFICACIÓN	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	9
2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	9
2.1.1 ANÁLISIS DEL MACROENTORNO.....	9
2.1.2 ANÁLISIS DEL MICROENTORNO	12
2.1.2.1 MERCADO DE LOS FABRICANTES DE ARNESES EN HONDURAS	12
2.1.3 ANÁLISIS INTERNO.....	16
2.2 TEORÍAS DE SUSTENTO.....	20
2.2.1 METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING:	20
2.2.2 SIX SIGMA	24
2.2.2.1 HERRAMIENTAS BÁSICAS SIX SIGMA	26
2.2.3 CONTEO CÍCLICO	27
2.3 CONCEPTUALIZACIÓN	27
2.3.1 ARNÉS ELÉCTRICO	27
2.3.2 EXACTITUD DE INVENTARIO.....	28
2.3.3 LISTA DE MATERIALES (BOM – BILL OF MATERIAL)	28
2.3.4 CONTEO CÍCLICO	28
2.3.5 PROCESO LEAD PREP	28
2.3.6 MERMAS O SCRAP.....	28
2.3.7 TRABAJO EN PROCESO -WIP (WORK IN PROCESS).....	29

CAPÍTULO III. METODOLÓGIA	30
3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA.....	30
3.1.1 MATRIZ METODOLÓGICA	30
3.1.2 DIAGRAMA DE VARIABLES.....	32
3.1.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	33
3.1.4 HIPÓTESIS.....	34
3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS	35
3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	36
3.3.2 MUESTRA	37
3.3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS	38
3.3.4 UNIDAD DE RESPUESTA	39
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS.....	39
3.4.1 INSTRUMENTOS.....	39
3.4.2 TÉCNICAS	39
3.4.3 CONFIABILIDAD	40
3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN	41
3.5.1 FUENTES PRIMARIAS	41
3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS	42
3.6 LIMITANTES	43
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	44
4.1 AJUSTES POR DESPERDICIOS O SCRAP.....	44
4.1.1 DESPERDICIOS GENERADOS POR UNIDADES DE ENSAMBLE.....	53
4.1.2 DESPERDICIOS GENERADOS POR PRUEBAS DE METROLOGÍA.....	54
4.1.3 DESPERDICIOS GENERADOS POR MANUFACTURA CORTE	55
4.1.4 DESPERDICIOS GENERADOS POR REPROCESOS Y DEFECTOS CALIDAD...56	
4.1.5 DESPERDICIOS GENERADOS POR MANEJO	57
4.1.6 DESPERDICIOS GENERADOS POR MACRO-CÉLULAS	58
4.1.7 DESPERDICIOS GENERADOS POR TURNOS	59
4.2 VARIACIÓN EN EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN	61
4.2.1 MAYOR CONSUMO DE CABLE POR CIRCUITO.....	62
4.2.2 CONFIGURACIÓN DE LA MÁQUINA	68

4.3 PROBLEMAS EXTERNOS DE DISCREPANCIAS DE INVENTARIO.....	69
4.3.1 DISCREPANCIA DE INVENTARIO EN RACK.....	71
4.3.2 RECIBAS DE ACUERDO CON LO FACTURADO POR EL PROVEEDOR	72
4.3.3 CAMBIOS AMBIENTALES	80
4.3.4 ERROR EN UNIDAD DE MEDIDA.....	81
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82
5.1 CONCLUSIONES.....	82
5.2 RECOMENDACIONES	83
CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD.....	84
ANEXOS.....	91
ANEXO 1. JUSTIFICACIÓN Y LECCIÓN APRENDIDA DEL PROVEEDOR:.....	91
ANEXO 2. JUSTIFICACIÓN Y LECCIÓN APRENDIDA DEL PROVEEDOR:.....	92
ANEXO 3. JUSTIFICACIÓN Y LECCIÓN APRENDIDA DEL PROVEEDOR:.....	93
ANEXO 4. JUSTIFICACIÓN Y LECCIÓN APRENDIDA DEL PROVEEDOR:.....	94
ANEXO 5. CALIBRACIÓN DE BÁSCULAS:.....	95
ANEXO 6. PROCESO DE RECOLECTA Y AJUSTE DE DESPERDICIOS:	96
ANEXO 7. TABULACIÓN Y VERIFICACIÓN Y ENTREGA.....	97
ANEXO 8. IMAGEN NIVELES DE CAPACIDAD DE LOS PROCESOS.....	98
ANEXO 9. IMAGEN SIGNIFICADO NIVEL SIGMA DE LOS PROCESOS.....	98
ANEXO 10. IMAGEN SIGNIFICADO NIVEL SIGMA DE LOS PROCESOS.....	99
ANEXO 11. ESTACIÓN DE AUDITORÍAS POR MEDIO DE TARAS PIES/LIBRAS.....	100
ANEXO 12. MINUTA INTEGRANTES EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Pérdidas identificadas.....	4
Tabla 2. Inventario físico por tipo de materia prima.....	5
Tabla 3. Inventario físico por tipo de localidad	5
Tabla 4. Principales Proveedores mundiales de auto partes.....	10
Tabla 5. Matriz metodológica de investigación	31
Tabla 6. Operacionalización de las variables metodología de investigación	33
Tabla 7. Figura explicativa del diseño de la investigación.	35
Tabla 8. Tamaño de la población	37
Tabla 9. Tamaño de la muestra.	37
Tabla 10. Tendencia de scrap o desperdicio por tipo de material	46
Tabla 11. Evaluación Gage R&R.....	52
Tabla 12. Resultado mediciones Consolidado	60
Tabla 13. Consolidación de resultados de la variación del proceso por longitud de circuitos.....	67
Tabla 14. Factor de conversión Pies / Libra.....	72
Tabla 15. Validación análisis de consumo cable calibre 0.50.....	73
Tabla 16. Validación análisis de consumo cable calibre 0.75.....	74
Tabla 17. Validación análisis de consumo cable calibre 1.00.....	75
Tabla 18. Validación análisis de consumo cable calibre 1.50.....	76
Tabla 19. Validación análisis de consumo cable calibre 2.00.....	77
Tabla 20. Validación análisis de consumo cable calibre 2.50.....	78
Tabla 21. Consolidación de resultados.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Causas de las pérdidas en EEUU - Global Retail Theft Barometer.....	2
Figura 2. Tendencia de los resultados de los últimos inventarios físicos.	3
Figura 3. Resultado Inventario Físico abril 2019	4
Figura 4. Ranking de empresas manufactureras de autopartes en el mundo.....	11
Figura 5. Producción mundial de vehículos	11
Figura 6. Participación de las Exportaciones Textiles y Arnesees de C.A. 2017	13
Figura 7. Índices de exportación de empresas manufactureras de arneses en Honduras.	14
Figura 8. Principales empresas manufactureras de arneses en Honduras.	15
Figura 9. Ubicación de Plantas de Lear en el Mundo	17
Figura 10. Principales clientes de LEAR Corp.	17
Figura 11. Principales regiones de exportaciones de LEAR.	18
Figura 12. Arnés Eléctrico	18
Figura 13. Programa C48X (Ford Escape), C483 (Lincoln MKC).....	19
Figura 14. Programa U55X, Carros (Ford Expedition), (Lincoln Navigator).....	19
Figura 15. Esquema principal de la metodología Lean.	21
Figura 16. Herramientas Básicas de Six Sigma	26
Figura 17. Diagrama de Variables.....	32
Figura 18. Global E- System Dashboard - abril 2019	44
Figura 19. Naco Plant Leading Indicator - SCRAP	45
Figura 20. Scrap Pareto Chart by Type	46
Figura 21. Procedimiento de ajustes por desperdicios	47
Figura 22. Orden de movida de scrap	48
Figura 23. Diagrama de procesos	49
Figura 24. Dimensiones a través de un análisis de modo y efecto de fallas AMEF	50
Figura 25. Resultado obtenido en el proceso de validación del instrumento	51
Figura 26. Medición del peso ajustado vrs Peso Físico recibido	53
Figura 27. Peso ajustado vrs Peso Físico recibido.	54
Figura 28. Peso ajustado vrs Peso Físico recibido	55
Figura 29. Peso ajustado vrs Peso Físico recibido	56

Figura 30. Peso ajustado vrs Peso Físico recibido.	57
Figura 31. Peso ajustado vrs Peso Físico recibido.	58
Figura 32. Desperdicios ajustados por turno y diferenciación lógica en cables	59
Figura 33. Prueba de normalidad de los datos	60
Figura 34. Análisis de modo y efecto de fallas	61
Figura 35. Pareto de volumen de producción por circuitos.....	63
Figura 36.Resultado medición de longitud física 910mm.....	64
Figura 37. Resultado medición de longitud física 604mm.....	65
Figura 38. Resultado medición de longitud física 200mm.....	66
Figura 39. Prueba de normalidad del resultado del proceso de transformación.	67
Figura 40. Diagrama de procesos	68
Figura 41. Diagrama de Proceso de Recibo de Materia Prima	69
Figura 42. Análisis de modo y efecto de fallas	70
Figura 43. Control de exactitud en almacén por racks.	71
Figura 44. Resultado mediciones en cable virgen calibre 0.50.....	73
Figura 45. Resultado mediciones de carretes o estándar pack en cable virgen calibre 0.75.....	74
Figura 46. Resultado mediciones de carretes o estándar pack en cable virgen calibre 1.00.....	75
Figura 47. Resultado mediciones de carretes o estándar pack en cable virgen calibre 1.50.....	76
Figura 48. Resultado mediciones de carretes o estándar pack en cable virgen calibre 2.00.....	77
Figura 49. Resultado mediciones de carretes o estándar pack en cable virgen calibre 2.50.....	78
Figura 50. Prueba de normalidad del resultado del proceso de transformación	79
Figura 51. Especificaciones de cables.	80
Figura 52. Configuración del sistema ERP.	81
Figura 53. Factores de cables automotriz y componentes.....	84
Figura 54. Etiqueta del proveedor	85
Figura 55. Proceso de auditoria por peso sin diferencias.....	85
Figura 56. Auditoria por peso con diferencias negativas recibido por el proveedor.	86

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

El presente capítulo tiene como propósito detallar elementos que comprenden el planteamiento de la investigación: Sistema de Medición y Control de Discrepancias en el Inventario de Materia Prima. Documento compuesto por la introducción con una explicación de lo que se trata el estudio, antecedentes del mismo desde sus orígenes hasta la situación actual, definición del problema contemplando el enunciado, formulación del problema, preguntas de investigación, objetivo general indicando cual es el propósito de realizar la propuesta y por último la justificación explicando porque es importante y necesaria la investigación. “El planteamiento del problema consiste en describir de manera amplia la situación objeto de estudio, ubicándola en un contexto que permita comprender su origen, relaciones e incógnitas por responder” (Arias, 2012, p. 41).

1.1 INTRODUCCIÓN

Lear Corporation, es una empresa dedicada a la fabricación de arneses eléctricos para automóviles, teniendo una trayectoria de más de 100 años en la industria, vendiendo sus productos a clientes como Ford, Nissan y General Motors como sus principales clientes. La fabricación diaria de arneses se realiza directamente con el personal contratado para este fin y mantener un flujo constante es una exigencia diaria para lograr los niveles de eficiencia y productividad de acuerdo con los requeridos de los clientes. Para asegurar el flujo continuo es necesario controlar todas las entradas y salidas de materia prima y mantener la exactitud de los inventarios para una correcta planeación. El inventario es considerado uno de los activos más sensibles financieramente y debe ser controlado de manera correcta.

Es necesario conocer e identificar las razones operativas y de gestión que generan la inexactitud de inventarios y que deberán ser minimizadas mediante la mejora de procesos de recepción, almacenamiento y despacho. A través de la mejora continua debemos identificar aquellas tareas que aumentan la probabilidad de error. El impacto en las diferencias de inventario no queda solo en los almacenes, esto impacta en forma directa en la cadena de suministros, insatisfacción del cliente, altos costos operativos e impactos financieros por discrepancias de inventarios.

1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Dependiendo de cómo la empresa gestiona su inventario, las pérdidas o mermas pueden clasificarse en dos categorías: conocidas y desconocidas. Las primeras son las que han sido identificadas y procesadas a través del sistema de inventario, y por lo tanto su valor ha sido registrado en la base de datos de la compañía y en sus libros. Las desconocidas, por el contrario, son las que se descubren durante los conteos de inventario, cuando se reconcilia el recuento físico de los bienes, con los que debería tener la empresa según su sistema de inventario. En un estudio realizado a las principales empresas en Estados Unidos se encontraron las siguientes causas de las pérdidas en los inventarios:

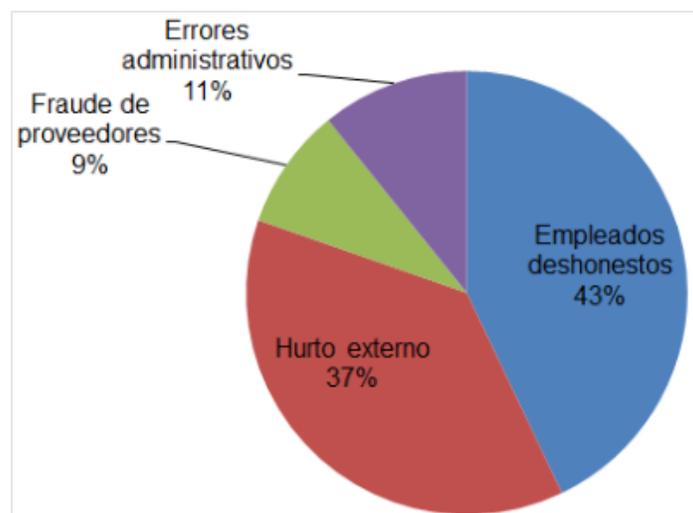


Figura 1. Causas de las pérdidas en EE.UU - Global Retail Theft Barometer

Fuente: (Ernesto Hontoria López, 2017)

Lear Corporation cuenta con una fuerte inversión en inventarios de materia prima por \$37 Millones, el cual es considerado un activo muy sensible financieramente y auditable, ya que cuenta con muchos controles, procedimientos, auditorías y un departamento de análisis de inventarios dedicados a verificar el cumplimiento de todos los procesos y verificación del inventario de manera diaria a través de conteos cíclicos en almacén, trabajo en proceso y producto terminado para asegurar la confiabilidad del sistema ERP contra Real físico. Además, la correcta verificación y el control tanto ajuste de todos los desperdicios generados en cada una de las áreas de manufactura. El control y registro de cada una de las entradas, entregas y salidas son procesos críticos para

asegurar el correcto funcionamiento y monitoreo de los procesos para estar siempre dentro de las exigencias de la organización asegurando una exactitud no menor a un 99.5%.

El control y monitoreo se realiza en 3,988 números de parte diferentes, en los cuales tenemos: cables, terminales, conectores, sellos, mangueras, tapes, fusibles, etc. y están considerados dentro del programa de conteos cíclicos para cumplir el 100% de la adherencia requerida en el lapso de cuatro meses calendario. Además, existe un presupuesto para ajustes de los números de parte identificados con discrepancias o diferencias entre sistema contra Real. A raíz del resultado de inventario físico de abril 2019, se encontraron muchas diferencias y se obtuvo un porcentaje de exactitud de 99% y fuertes pérdidas debido a discrepancias negativas superiores a los \$359Mil.

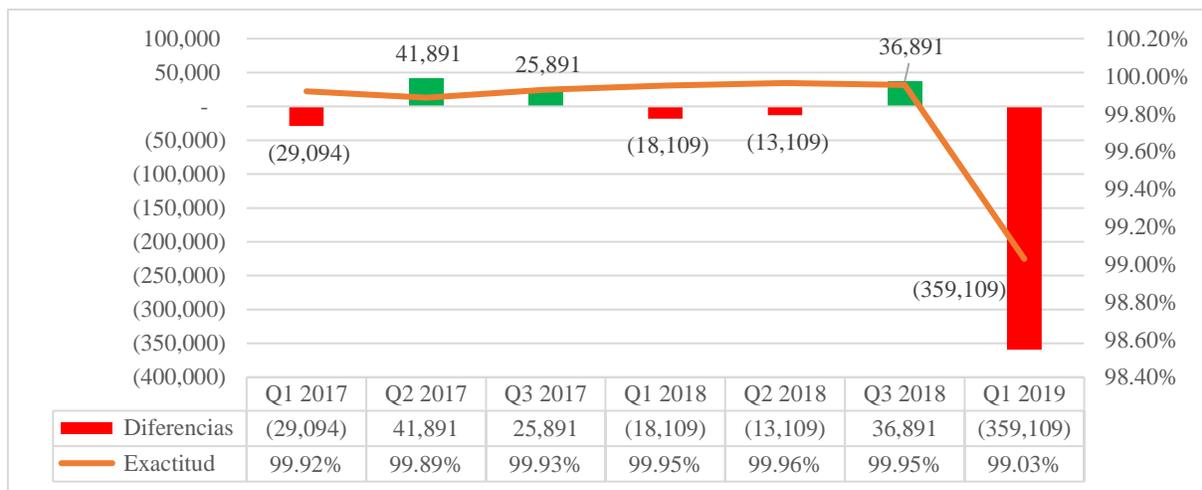


Figura 2. Tendencia de los resultados de los últimos inventarios físicos.

Fuente: (Lear,2019)

Se necesita identificar todos los modos de falla existentes y encontrar las fuentes de variación que generan estas discrepancias negativas que afectan económicamente la organización y generan desconfianza e incertidumbre acerca de los procesos y controles actuales.

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

“Es afinar y estructurar más formalmente la idea de investigación” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010, p. 36) .

Seguidamente se detalla el enunciado y formulación del problema, así como las preguntas de investigación sobre las causas potenciales de variación en relación con las discrepancias de inventario de materia prima, las cuales indicarán el rumbo de la investigación partiendo de sus objetivos.

1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

Como resultado de inventarios de materia prima durante el periodo del primer cuarto del año 2019 que corresponde de enero-abril, se registraron pérdidas superiores a los \$359Mil.

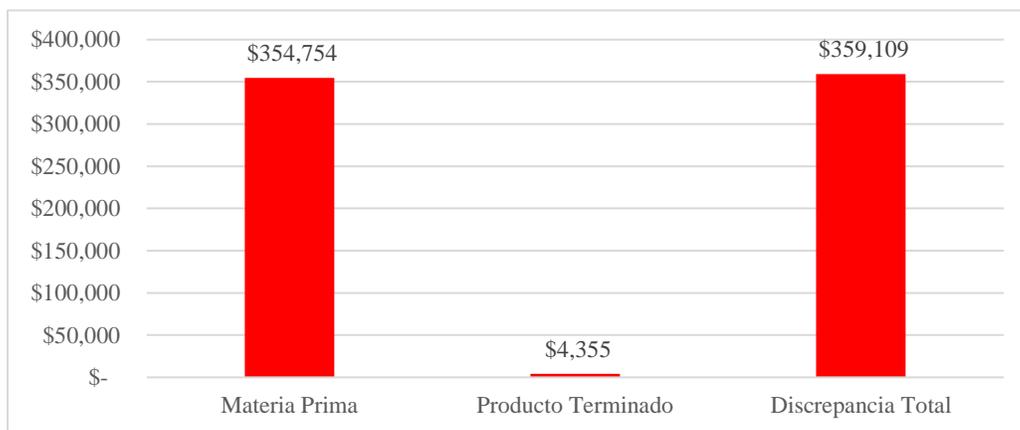


Figura 3. Resultado Inventario Físico abril 2019

Fuente (Lear;2019)

Se puede identificar que las pérdidas en el inventario físico se registraron en la materia prima con una discrepancia de \$354Mil lo cual representa casi el valor total de la pérdida. A continuación, se muestra la diferencia encontradas con respecto al valor congelado y valor inventariado tanto en materia prima como producto terminado.

Tabla 1. Pérdidas identificadas

Descripción	Valor Congelado	Valor Inventariado	Diferencia	Exactitud
Materia Prima	\$ 17,737,305	\$ 17,382,551	\$ (354,754)	98%
Producto Terminado	\$ 19,239,751	\$ 19,235,396	\$ (4,355)	100%
Total	\$ 36,977,056	\$ 36,617,947	\$ (359,109)	

Fuente (Lear;2019)

Individualmente se puede observar que la materia prima según los resultados se obtuvo una exactitud de 98% lo cual es considerado inaceptable ya que mínimo promedio de variación aceptado es 99.5% por el impacto financiero que representa.

Tabla 2. Inventario físico por tipo de materia prima

Descripción	Valor Congelado	Valor Inventariado	Diferencia	Exactitud
9001 - Cables	\$ 4,781,669	\$ 4,432,222	\$ (349,447)	92.7%
9002 - Terminales	\$ 2,266,786	\$ 2,260,555	\$ (6,231)	99.7%
9003 - Conectores	\$ 4,917,629	\$ 4,921,667	\$ 4,038	99.9%
9004 - Tubblings	\$ 2,075,584	\$ 2,072,491	\$ (3,093)	99.9%
9005 - Tapes	\$ 829,558	\$ 839,829	\$ 10,271	98.8%
9006 - Fusibles / Comp. Metálicos	\$ 7,370	\$ 7,218	\$ (152)	97.9%
9007 - Pre-emsanbles.	\$ 585,458	\$ 577,821	\$ (7,637)	98.7%
9008 - Multiconductores	\$ 679,155	\$ 685,985	\$ 6,830	99.0%
9009 – Comp. Plásticos	\$ 1,594,097	\$ 1,584,763	\$ (9,334)	99.4%
1B10 Producto Terminado	\$ 19,239,751	\$ 19,235,396	\$ (4,355)	100.0%
Total	\$ 36,977,056	\$ 36,617,947	\$ (359,109)	

Fuente (Lear;2019)

En la consolidación de la información del resultado de inventario físico por tipo de material, se encontró la mayor discrepancia en el cable automotriz, representando una pérdida de \$459Mil con un porcentaje de variación de 92.7% siendo este la causa potencial del problema.

Tabla 3. Inventario físico por tipo de localidad

Descripción	Valor Congelado	Valor Inventariado	Diferencia	Exactitud
Rack 01 - Rack 36	\$ 6,620,412	\$ 6,613,453	\$ (6,959)	99.9%
Planta Copán	\$ 3,580,646	\$ 3,582,188	\$ 1,543	100.0%
Planta Esperanza	\$ 3,931,022	\$ 3,927,371	\$ (3,651)	99.9%
Planta Lempira	\$ 4,139,967	\$ 4,135,015	\$ (4,952)	99.9%
Planta Cortés	\$ 4,497,311	\$ 4,498,207	\$ 896	100.0%
Planta Santa Barbara	\$ 4,625,126	\$ 4,629,779	\$ 4,653	99.9%
Lead Prep (Corte Ckt)	\$ 2,809,654	\$ 2,804,565	\$ (5,089)	99.8%
Servicio	\$ 546,251	\$ 547,306	\$ 1,055	99.8%
Trabajo en Proceso (WIP)	\$ 6,125,170	\$ 5,777,939	\$ (347,230)	94.3%
Bahías	\$ 56,910	\$ 56,878	\$ (32)	99.9%
Macro	\$ 44,587	\$ 45,245	\$ 658	98.5%
	\$ 36,977,056	\$ 36,617,947	\$ (359,109)	

Fuente (Lear;2019)

En la consolidación de la información del resultado de inventario físico por tipo de material, se encontró la mayor discrepancia en el WIP con un porcentaje de variación de 94.3% y una pérdida de \$347Mil siendo este la causa potencial del problema y es la localidad de todos los procesos.

1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Tal como lo indican Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio (2003), “plantear el problema no es sino afinar y estructurar más formalmente la idea de investigación” (p. 9). Al clarificar las ideas sobre el tema del estudio y con el propósito de orientar la investigación e identificar las variables vinculadas con el problema se plantea en forma de pregunta:

¿Qué procesos ocasionan pérdidas en el inventario de cable automotriz, provocando problemas en la planeación y altos costos para la organización?

1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

“Preguntas de investigación, orientan hacia las respuestas que se buscan con la investigación. Las preguntas no deben utilizar términos ambiguos ni abstractos” (Hernández Sampieri et al., 2010, p. 37).

- 1) ¿Todos los desperdicios de materia prima son registrados por número de parte y ajustados del inventario?
- 2) ¿Existe variación en el consumo de materia prima o corte de circuitos?
- 3) ¿Es validada la cantidad de materia prima recibida en base a lo facturado por los proveedores?

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

“Objetivos de investigación: Señalan a lo que se aspira en la investigación y deben expresarse con claridad, pues son las guías del estudio” (Hernández Sampieri et al., 2010, p. 37). En toda investigación es necesario conocer las necesidades del estudio e identificar las principales causantes que ayudarán a buscar caminos estratégicos en la investigación. A continuación, se presentan los objetivos que tienen como finalidad definir las variables que intervendrán en el presente estudio.

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de una investigación precisa la finalidad del estudio, en cuanto a sus expectativas y propósitos más amplios, dentro de consideraciones de factibilidad. El objetivo general orienta la investigación del proyecto y permite mantener una constante de referencia en el trabajo a ejecutarse. (Hurtado de Barrera, 2007) “Determinar mediante una investigación las causas potenciales que generan las discrepancias de inventario de materia prima y estrategias que contribuyan a su control para mejorar su exactitud de los procesos internos y externos”.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1) Evaluar la efectividad del proceso de registro y ajustes de los desperdicios de materia prima en el inventario.
- 2) Analizar la longitud del corte de cable en el proceso de transformación a circuitos (Lead Prep).
- 3) Verificar la cantidad física de cable recibido contra lo facturado por el proveedor.

1.5 JUSTIFICACIÓN

“En la Justificación se prueba y demuestra la validez del estudio. Indica el para que, de la investigación, presentando los argumentos que lo hacen necesarios” (Heller, 2015, p. 28). Al realizar el presente proyecto se pretende demostrar las causas de las pérdidas en inventario, ya que actualmente representa para la compañía un costo de más de \$359Mil y anualmente se podría convertir en una pérdida superior a \$1 Millón lo que podría generar problemas económicos y hasta despidos masivos por ajustes organizacionales por incumplimiento del presupuesto. Será de beneficio conocer mediante diversas mediciones, el ciclo y comportamiento del inventario en cada uno de los procesos del material. La implementación de un sistema de control es primordial para la eliminar las pérdidas económicas, ya que debe ser base fundamental medir todas las entradas y salidas de materia prima mediante el control estricto para eliminar las discrepancias y pérdidas económicas que hasta ahora se han presentado.

Realizar mediciones de los desperdicios generados en cada uno de los procesos y buscar la optimización de los procesos actuales permitiendo conocer en tiempo real la información de cada uno de estos bienes, así como conocer en qué área del proceso están ubicados y a su vez permitirá controlar el inventario del almacén lo cual facilitará saber con qué recursos cuenta la empresa, que materiales se han entregado a las diferentes áreas de manufactura, con que material se dispone y los pedidos pendientes por despachar. Toda esta información es de suma importancia y la misma con la optimización de los procesos podrá ser suministrada de manera oportuna, confiable y veraz. La implementación de un sistema de control es primordial para eliminar las pérdidas económicas, ya que debe ser base fundamental medir todas las entradas y salidas de materia prima mediante el control estricto para eliminar las discrepancias y pérdidas económicas que hasta ahora se han presentado y conocer cada uno de los procesos para identificar las causantes de las discrepancias de inventarios, además conocer mediante diversas mediciones.

Será beneficioso conocer cada ciclo y comportamiento del inventario en cada uno de los procesos tanto; recibo, acomodo, entregas, material en proceso y producto terminado. Se desea identificar procesos en los cuales pueda existir mal uso de los recursos o incumplimiento del procedimiento; como, por ejemplo: errores se recibo de materia prima, es imprescindible verificar la factura del proveedor en la recepción de la materia prima física para asegurar que no existan discrepancias de recibo tanto carretes o estándar packs faltantes como faltantes dentro del mismo carrete o estándar pack. Validación de la utilización efectiva y rebajas de materia prima de acuerdo con lo cargado en sistema para que no existan diferencias y asegurar que los procesos están generando la menor cantidad de desperdicio y al mismo tiempo es ajustado de manera oportuna. De tal forma de asegurar o implementar mejoras que permitan controlar cualquier variación generada que pueda perjudicar aún más financieramente la organización y afecten hasta la estabilidad laboral.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

“Como regla general el capítulo II; consiste en una reseña bibliográfica con el tema de investigación. Demuestra el grado de información previo que ha logrado el autor para iniciar el tema de investigación de su tesis” (Heller, 2015, p. 29). En el presente capítulo se realizará un análisis de la situación actual iniciando con un panorama general enunciado en el macro entorno para luego detallar más puntualmente los factores internos en la parte de micro entorno. También se brinda información sobre la teoría que fundamentará el presente proyecto, así como la definición de los conceptos técnicos utilizados para mayor comprensión del estudio.

2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

A continuación, se ampliarán los factores del macro, micro entorno y análisis interno del proyecto. Exponiendo en el macro entorno inicialmente el rubro y procesos de la empresa a la cual se está realizando la investigación y su posicionamiento a nivel mundial, exposición del sector económico al que pertenece para luego exponer sobre la importancia del proceso logístico de la recepción, planificación, organización y control de las actividades del mismo en las empresas globalmente. En el micro entorno de la investigación se plantearán todos aquellos factores externos (clientes, competidores, proveedores) tanto de la empresa como del proceso, que podemos influenciar para lograr los objetivos de la empresa a través de controlar y eliminar todas las discrepancias de inventario. Para finalizar con un análisis interno de la empresa y los procesos, haciendo énfasis en el control de todas las entradas y salidas de materia prima en el cual está enfocada la investigación.

2.1.1 ANÁLISIS DEL MACROENTORNO

Hoy en día el crecimiento de los mercados a nivel mundial en los distintos rubros ha llevado a las empresas a realizar cambios drásticos para adecuarse a sus exigencias, estos cambios involucran una evolución o actualización en sus procesos dependiendo de las exigencias del mercado, esto ha llevado a las organizaciones a enfocarse en uno de los procesos que absorbe un porcentaje considerable de sus costos como lo es la logística del negocio y su cadena de suministros

ya que esta es esencial para el establecimiento de su estrategia competitiva y la generación de ingresos Ballou (2004).

A nivel mundial existen aproximadamente más de 50 compañías dedicadas al rubro de manufactura de partes para automóviles, proveedores de las ensambladoras de las diferentes marcas de vehículos como ser Toyota, Ford, General Motors (GM), Kia, Nissan, Audi, BMW, Honda entre otros, las mayores ensambladoras a nivel mundial se encuentran localizadas en Estados Unidos de América, Europa y China (Informa d&b, 2019).

Tabla 4. Principales Proveedores mundiales de auto partes.

#	Compañía	Ventas en millones de \$
1	Robett Bosch GmbH	36,787
2	Denso Corp.	34,200
3	Continental AG	32,800
4	Magna International Inc.,	30,428
5	Aisin Selki Co.	30,080
6	Johnson Controls Inc.	22,515
7	Faurecia	22,500
8	Hyundai Mobis	21,351
9	ZF Friedrichshafen AG	18,614
10	Yazaki Corp.	15,801
11	Lear Corp.	14,567
12	Delphi Automotive PLC	14,432
13	TRW Automotive Holdings Corp.	14,141
14	BASF SE	13,168
15	Valeo SA	12,816
16	Sumitomo Electric Industries	11,232
17	Toyota Boshoku Corp.	10,484
18	JTEKT Corp.	9,793
19	Hitachi Automotive Systems	9,613
20	Cununins Inc.	9,025

Fuente: (Informa d&b, 2019).

Como se muestra en la tabla 4, Lear Corporation se encuentra dentro de los 15 principales proveedores para las ensambladoras a nivel mundial según el artículo “Top Supplier” emitido por la firma auditora PWC.

A continuación, se muestra el ranking a nivel mundial en ventas de las empresas manufactureras según el artículo, Top supplier de la firma auditora PWC.

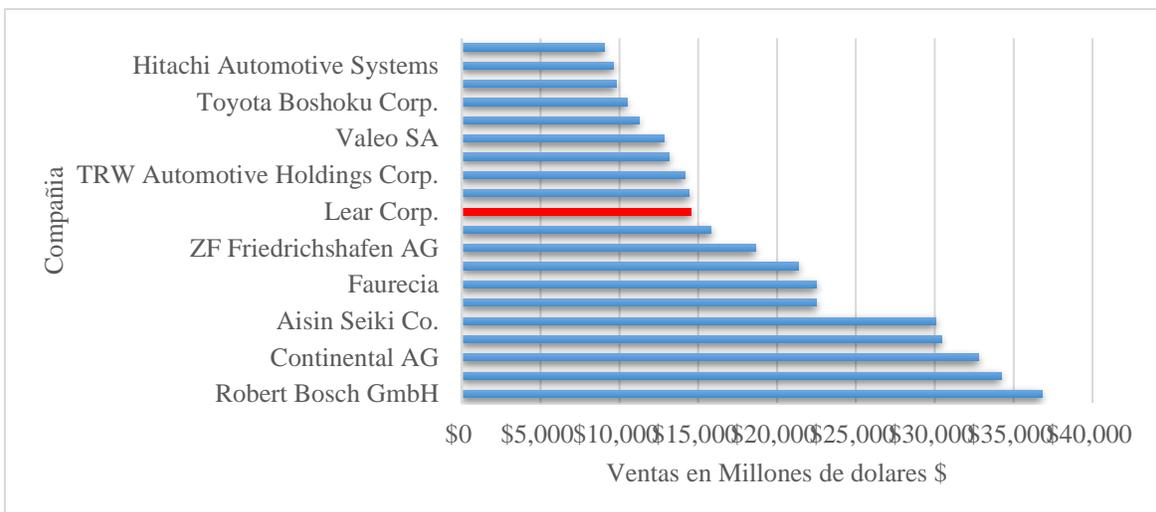


Figura 4. Ranking de empresas manufactureras de autopartes en el mundo.

Fuente: Artículo Top Supplier de la firma auditora PWC

La producción mundial de vehículos está en auge y creciendo año con año, lo cual implica un crecimiento paralelo también para las empresas de manufactura de partes como Lear Corporation. Según el artículo, El Futuro del Sector Automotriz en el Mundo, para el 2020 se estima una producción mundial en miles de unidades de aproximadamente 112,535

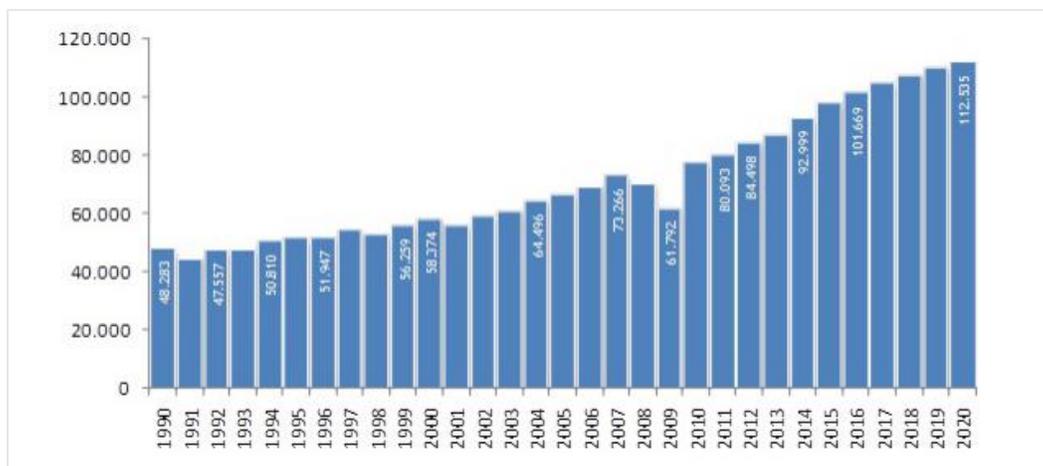


Figura 5. Producción mundial de vehículos

Fuente: Artículo sobre EL FUTURO DEL SECTOR AUTOMOTRIZ EN EL MUNDO (2025)

2019 y 2020 se proyectan como años de estabilidad para los proveedores de la industria automotriz en Latinoamérica sustentado, entre otros factores, por mejores condiciones macroeconómicas, medidas continuas para optimizar la eficiencia en costos, y el mantenimiento de las posiciones líderes en el mercado, entre otros. Así lo indica el informe "Industry Top Trends 2018 Autos", publicado recientemente por S&P Global Ratings y que resume las predicciones para esta industria globalmente y en América Latina, así como los riesgos y tendencias a tener en cuenta. Para nuestra región, el informe destaca que los proveedores de autos latinoamericanos siguen dependiendo en gran medida del mercado norteamericano, específicamente de Ford, FCA y General Motors, que representan una parte significativa de los ingresos de los proveedores automotrices. (Axioma B2B, 2018)

Esto es de mucho beneficio para las compañías dedicadas al sector automotriz en la región de Latinoamérica ya que representa una mayor inversión, por ende, una mayor estabilidad, aumento la cantidad de fuentes de empleo y mejora en la calidad la calidad de vida para las personas de estas regiones. Lear es una empresa a nivel mundial de 20 billones en ventas con presencia en 39 países, con 257 fábricas y un aproximado de 170,000 empleados.

2.1.2 ANÁLISIS DEL MICROENTORNO

En el análisis del micro entorno se muestra la situación a nivel nacional de la industria manufacturera de arneses, abordando puntos como, crecimiento de este mercado en el país, empresas dedicadas a este rubro, clientes locales, proveedores.

2.1.2.1 MERCADO DE LOS FABRICANTES DE ARNESES EN HONDURAS

Al cierre del año pasado, el valor de las exportaciones de partes eléctricas y equipo de transporte (en su mayoría arneses) fue de \$ 660 millones, reportando un crecimiento de 3.5% en los primeros meses de 2017. Las autoridades de la Asociación Hondureña de Maquiladores (AHM) reportaron que el crecimiento más inmediato de este sector quedara en atraer a los proveedores de las empresas fabricantes de arneses, otras partes y componentes para automotrices ubicadas en el país. Cabe destacar que la Industria Automovilística está constituida por un número reducido de grandes compañías que han establecido sus complejas cadenas den función a cálculos que van

desde beneficios fiscales, reglas de origen y de acceso, cercanía de mercado que sirven y el clima de inversión en general y en particular, la capacidad de hacer sencillas y expeditas las operaciones, relacionadas con trámites aduaneros y capacitaciones del personal (Diario La Prensa, 2015).

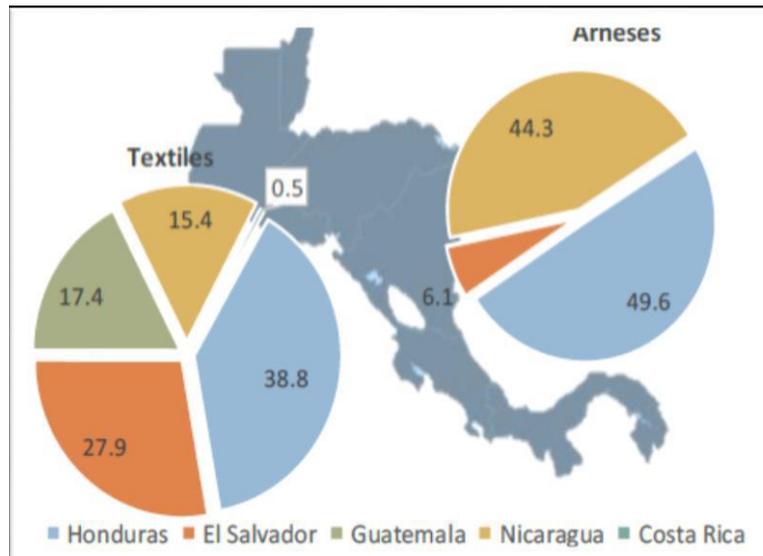


Figura 6. Participación de las Exportaciones Textiles y Arnese de C.A. 2017

Fuente: (BCH, 2018)

Las exportaciones de arneses a nivel de Centroamérica cada vez son mayores, con respecto a Honduras las exportaciones de arneses han superado con 49.6% en volumen a las exportaciones de manufactura textil que logran un 44.3%. A partir del 2017 las exportaciones de arneses fue superior y a partir de ese año la tendencia se ha ido manteniendo. Entre los principales factores que benefician a este rubro en Honduras se encuentra: La proximidad de Honduras a EE. UU. (Sólo dos horas por vía aérea y menos de tres días por mar) quien en su principal cliente y también considerar que Honduras cuenta con una fuerza laboral joven, conocida por su flexibilidad y alta productividad, con buenos hábitos laborales y rapidez de aprendizaje. Además, Las zonas libres, también reducen los costos de manufactura y aceleran la entrega a los mercados de destino lo cual son factores muy positivos para el crecimiento de este rubro en Honduras generando muchas fuentes de empleo y nueva puerta u oportunidades a futuros mercados.

En la siguiente imagen se muestra el crecimiento de la industria automotriz en Honduras debido a la estabilidad económica de Estados beneficiando al consumo de automóviles, según un artículo de (Diario La Prensa, 2015).



Figura 7. Índices de exportación de empresas manufactureras de arneses en Honduras.

Fuente: (Panting, 2015)

Como se muestra en el artículo, los crecimientos en las ventas de automóviles en Estados Unidos han incrementado, posicionándose muy cerca del mercado de China que se encuentra en primer lugar. El alza es en tendencia positiva en comparación a años anteriores y el incremento en la industria automotriz creció un 6% y hasta la fecha es estable.

Actualmente en Honduras se encuentra establecidas las siguientes empresas de manufactura de arneses, ordenadas según su tamaño por cantidad de empleados:

1	Lear Corporation	
2	Aptiv (Delphi)	
3	Empire Electronic	
4	FCI	
5	Novem	

Figura 8. Principales empresas manufactureras de arneses en Honduras.

Honduras cuenta con diferentes ventajas que nos han permitido que estas empresas manufactureras tomen la decisión de invertir en nuestro país, entre estas ventajas podemos mencionar (Pro Honduras, 2018):

- 1) Ubicación estratégica: La proximidad de Honduras a EE. UU. (Sólo dos horas por vía aérea y menos de tres días por mar), significa que los fabricantes pueden colocar sus productos y materiales rápidamente en EE. UU.
- 2) Mano de obra calificada: Honduras cuenta con una fuerza laboral joven, conocida por su flexibilidad y alta productividad, con buenos hábitos laborales y rapidez de aprendizaje. Adicionalmente, existe una gran variedad de oportunidades de inversión en la fabricación de partes automotrices en Honduras, especialmente en productos que requieren labores intensivas en mano de obra en sus procesos, tales como arneses, alfombras, forros para asientos, interiores y otros.

- 3) Regímenes especiales: Las zonas libres, también reducen los costos de manufactura y aceleran la entrega a los mercados de destino. Honduras ofrece un beneficio adicional al proveer el incentivo de las zonas libres a las empresas que se establezcan en cualquier lugar del país. Ningún tipo de impuesto es cargado a ninguna importación que entre a las zonas libres, siempre que la misma sea utilizada para la producción, procesamiento y/o manufactura de productos para exportación.
- 4) Acceso a Infraestructura: Honduras cuenta con espacios industriales con diversos servicios incluidos, dichas naves industriales se concentran en la zona norte del país, principalmente en la ciudad de San Pedro Sula. El rango promedio de costo de alquiler está entre US\$3.00 a US\$5.00 por metro cuadrado.
- 5) Costos de producción competitivos: Honduras ofrece una economía sólida y globalmente competitiva. La inflación 2015 se situó en 2.36 por ciento y el tipo de cambio se mantiene estable, en función de lo programado en los indicadores económicos del país.
- 6) Tratados Comerciales (36 países): Además de los incentivos existentes, Honduras mantiene tratados de libre comercio y acuerdos comerciales preferenciales con los principales mercados. Entre ellos, el Tratado de Libre Comercio (DR-CAFTA), que permite el libre comercio con Estados Unidos, adicional a este, mediante el Sistema de Integración Centroamericana permite el libre comercio entre los países de Centroamérica (Pro Honduras, 2018).

2.1.3 ANÁLISIS INTERNO

Lear Corporation ocupa el puesto # 154 en el Fortune 500 con productos de clase mundial diseñado y fabricado por un equipo diverso de empleados talentosos. Como proveedor líder de asientos automotrices y eléctricos, Lear presta servicios a sus clientes con capacidades globales manteniendo el compromiso individual. Con sede en Southfield, Michigan, Lear mantiene 240 sucursales en 36 países de todo el mundo y emplea a aproximadamente 140.000 empleados. Lear se comercializa bajo el símbolo [LEA] en la Bolsa de Nueva York. Lear net.

A continuación, se muestran las ubicaciones de las plantas Lear alrededor del mundo.



Figura 9. Ubicación de Plantas de Lear en el Mundo

Fuente: (Lear,2019)

Tal como se muestra en la imagen, a nivel global Lear cuenta con 257 empresas dedicadas a la fabricación de sistemas eléctricos automotrices, con una masa laboral de 165,000 empleos en 39 países del mundo, donde destacan México y China. En la siguiente figura se muestran los principales clientes de marcas de automóviles dentro de la cadena de clientes Lear.

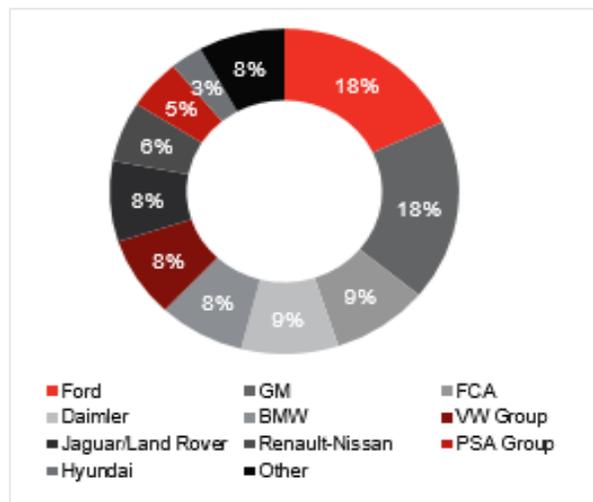


Figura 10. Principales clientes de LEAR Corp.

Fuente: (Lear,2019)

Como su principal cliente se posiciona Ford con el 18% del total de las ventas siendo el cliente de mayor volumen de producción, seguido por Hyundai.

A continuación, se muestra el volumen de producción y ventas por continente.

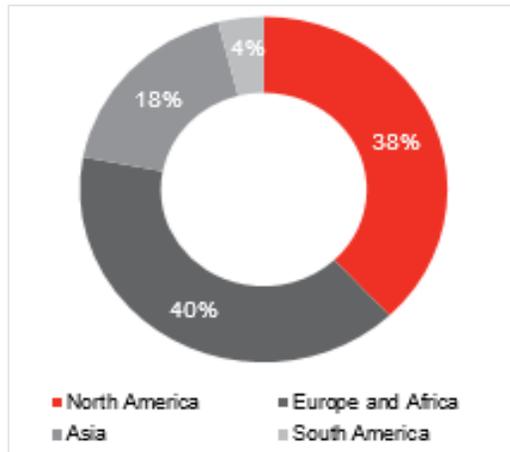


Figura 11. Principales regiones de exportaciones de LEAR.

Fuente: (Lear, 2019)

Norte América se sitúa en primer lugar como mayor exportador de sistemas automotrices, en el cual se destacan México y Honduras, seguido por Asia. En la Siguiete Figura, podemos ver la representación de un arnés eléctrico en la carcasa de un vehículo.



Figura 12. Arnés Eléctrico

Fuente:(Lear, 2019)

Como se muestra en la figura, el arnés es todo el sistema eléctrico que da función a un vehículo, a través de cables, conectores y terminales y una serie de componentes.

En la siguiente figura se muestra la imagen de los vehículos de la plataforma de FORD para el programa U55X, cuyos arneses eléctricos se manufacturan actualmente.



Figura 13. Programa C48X (Ford Escape), C483 (Lincoln MKC)

Fuente :(Lear, 2019)

Nuevos modelos de vehículos, cambio año modelo en C48X Ford Escape y lanzamiento 2019 de los programas C483 Lincoln MKC. En la siguiente figura se muestra la imagen de los vehículos de la plataforma U55X Lincoln Navigator y Ford Expedition, cuyos arneses eléctricos se manufacturan actualmente.



Figura 14. Programa U55X, Carros (Ford Expedition), (Lincoln Navigator)

Fuente (Lear, 2019)

Nuevos modelos de vehículos, cambio año modelo en Ford Expedition y lanzamiento 2019 de los programas U55X Lincoln Navigator, que están dentro de la gama de lujo y mayor complejidad en cada uno de los procesos y recursos. Todos los sistemas eléctricos son manufacturados con mano de obra hondureña y de gran aceptación por el cliente.

Lear Corporation Honduras actualmente cuenta con 7,000, ubicada en Naco y Quimistán Santa Bárbara. Cuenta con 2 Plantas, 1 ubicada en Naco Santa Bárbara con un aproximado de 5,000 empleados y la otra ubicada en Quimistán Santa Bárbara en el parque Industrial Green Valley con un aproximado de 2,000 empleados. Entre sus principales proveedores localmente se pueden mencionar, Coficab, Aptiv y Delfingen.

2.2 TEORÍAS DE SUSTENTO

La teoría se utiliza para ajustar sus postulados al “mundo empírico”. La teoría es un marco de referencia. La teoría se genera a partir de comparar la investigación previa con los resultados del estudio. De hecho, éstos son una extensión de las investigaciones antecedentes. “La teoría se construye básicamente a partir de los datos empíricos obtenidos y analizados y, desde luego, se compara con los resultados de estudios anteriores” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014, p. 11). A continuación, se enuncian las teorías que servirán de sustento para llevar a cabo la mejora.

2.2.1 METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING:

Metodología Lean también conocida como manufactura esbelta, es una filosofía que busca la mejora de procesos a través de la utilización de diferentes herramientas involucrando la colaboración y comunicación de todos los niveles de la empresa, con esta filosofía identificamos los procesos que no agregan valor al cliente y se tratan de mejorar o eliminar, metodología que nos ayudará a sustentar la investigación ya que nos permite dependiendo de la herramienta que utilicemos a identificar nuestra situación actual, elaborar un plan de mejora, verificar el avance de la mejora e implementar una mejora continua. Es una metodología de trabajo simple, profunda y efectiva que tiene su origen en Japón, enfocada a incrementar la eficiencia productiva en todos los procesos a partir de que se implanta la filosofía de gestión kaizen de mejora continua en tiempo, espacio, desperdicios, inventario y defectos involucrando al trabajador y generando en él un sentido de pertenencia al poder participar en el proceso de proponer sus ideas de cómo hacer las cosas mejor y encontrar herramientas que ayuden a eliminar todos los desperdicios y todas las operaciones que no le agregan valor al producto o a los procesos.

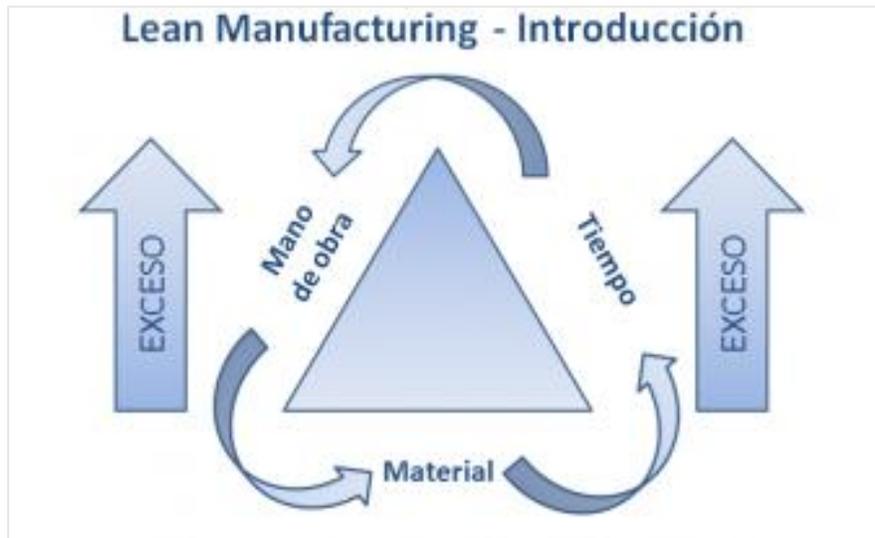


Figura 15. Esquema principal de la metodología Lean.

Fuente: (Lean Manufacturing 10, 2019)

El Lean Manufacturing tiene su origen en el sistema de producción Just in Time (JIT) desarrollado en los años 50 por la empresa automovilística Toyota. Con la extensión del sistema a otros sectores y países se ha ido configurando un modelo que se ha convertido en el paradigma de los sistemas de mejora de la productividad asociada a la excelencia industrial. De forma resumida puede decirse que Lean consiste en la aplicación sistemática y habitual de un conjunto de técnicas de fabricación que buscan la mejora de los procesos productivos a través de la reducción de todo tipo de “desperdicios”, definidos estos como los procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. La clave del modelo está en generar una nueva cultura tendente a encontrar la forma de aplicar mejoras en la planta de fabricación, tanto a nivel de puestos de trabajo como de líneas de fabricación y todo ello en contacto directo con los problemas existentes para lo cual se considera fundamental la colaboración y comunicación plena entre directivos, mandos y operarios (Hernández Matías, 2013)

Principios del Lean Manufacturing

Leansolutions (2019) Los principios básicos de Lean Manufacturing se esquematizan en los siguientes conceptos:

- 1) Hacerlo bien a la primera: cero defectos, esto se debe conseguir con la detección de los problemas y su solución en el origen.
- 2) Minimizando el derroche: excluyendo las actividades que no agregan valor al producto.
- 3) Mejora continua: teniendo como axioma el poder garantizar la calidad del producto o servicio, tratar continuamente de aumentar la productividad, y la reducción de costes.
- 4) Procesos “pull” : las cantidades producidas se fabrican en respuesta a la demanda (para evitar sobreproducción).
- 5) Flexibilidad: tener la capacidad de poder fabricar variedad de códigos de productos diferentes y en cantidades diferentes -a petición-.
- 6) Construcción y gestión de una relación y colaboración a largo plazo con los proveedores, llegando a acuerdos para compartir el riesgo, los costes y la información.
- 7) Cambio del enfoque principal: al cliente no se le vende un producto, si no que al cliente se le aporta una solución.
- 8) Se busca obtener las cosas correctas en el tiempo correcto, en el lugar indicado, con la cantidad perfecta, minimizando el desperdicio, siendo flexible y estando abierto a los cambios y mejora continua.

El pensamiento Lean evoluciona permanentemente como consecuencia del aprendizaje que se va adquiriendo sobre la implementación y adaptación de las diferentes técnicas a los distintos entornos industriales o de servicios.(Lean Manufacturing 10, 2019). Beneficios de producir con la

metodología Lean Manufacturing para seguir siendo competitivos y creando valor para el cliente, muchas empresas en el segmento industrial (o de servicios), deciden adoptar la metodología Lean. (Barcelona&Business, 2018). Este aumento de la competitividad se da a partir de una serie de beneficios que la empresa pasa a experimentar internamente en los diferentes niveles de la jerarquía Lean Manufacturing 10 (2019):

- 1) Reducción de Costos. Ahorros financieros (Costos de producción).
- 2) Incremento de la Productividad.
- 3) Flujo Continuo de Producción.

Sosa (2018) detalla algunos ejemplos de los beneficios obtenidos:

- 1) Incremento de la productividad
- 2) Incremento de la calidad
- 3) Incremento de las ganancias
- 4) Incremento de las ventas
- 5) Incremento de valor de la empresa
- 6) Reducción de inventario
- 7) Reducción de plazo de entrega
- 8) Reducción de los costes de producción.

La cultura de Lean Manufacturing garantiza resultados ya evidenciados en la industria de fabricantes de automóviles y las industrias de bienes de consumo, con una mejor gestión sus recursos internos, para asegurar el cumplimiento de los elementos críticos en calidad desde la perspectiva del cliente (Lean Manufacturing 10, 2019)

Mediante la aplicación de las herramientas Lean se buscará medir y encontrar resultados que nos ayuden a eficientar el proceso de la recepción analizado en el presente estudio.

2.2.2 SIX SIGMA

Six Sigma es un proceso disciplinado que ayuda a enfocarse en el desarrollo y entrega de productos y servicios casi perfectos. La palabra Sigma es un término estadístico que mide que tanto se desvía un proceso de la perfección. La idea central detrás de Six-Sigma es que si se puede medir cuantos “defectos” hay en un proceso se puede saber sistemáticamente como eliminarlos y acercarse lo más posible a la marca de “cero defectos”. (Chase et al., 2009, p. 307).

El planteamiento común de los proyectos Six Sigma es la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Implementar y Control), detallados a continuación Chase et al (2009):

1) Definir (D)

- 1.1) Identificar a los clientes y sus prioridades.
- 1.2) Identificar un proyecto adecuado para los esfuerzos de six sigma basado en los objetivos de la empresa.
- 1.3) Identificar las características cruciales para la calidad, que el cliente considera que influye más en la calidad.

2) Medir (M):

- 2.1) Determinar cómo medir el proceso y como se ejecuta.
- 2.2) Identificar los procesos internos clave que influyen en las características cruciales para la calidad y medir los defectos que se generan.

3) Analizar (A):

3.1) Determinar las causas más probables de los defectos.

3.2) Entender porque se generan los defectos identificando las variables que tienen más probabilidad de producir variaciones en los procesos.

4) Implementar (I):

4.1) Identificar los medios para eliminar las causas de los defectos.

4.2) Confirmar la variable clave y cuantificar sus efectos en las características cruciales para la calidad.

4.3) Identificar los márgenes máximos de aceptación de las variables clave y un sistema para medir las desviaciones de dichas variables.

4.4) Modificar los procesos para estar dentro de los límites

5) Control (C):

5.1) Determinar cómo mantener la mejora.

5.2) Fijar herramientas para que las variables clave se mantengan dentro de los límites máximos de aceptación en el proceso modificado.

2.2.2.1 HERRAMIENTAS BÁSICAS SIX SIGMA

A continuación, se muestran las herramientas básicas de six sigma para medición de procesos.

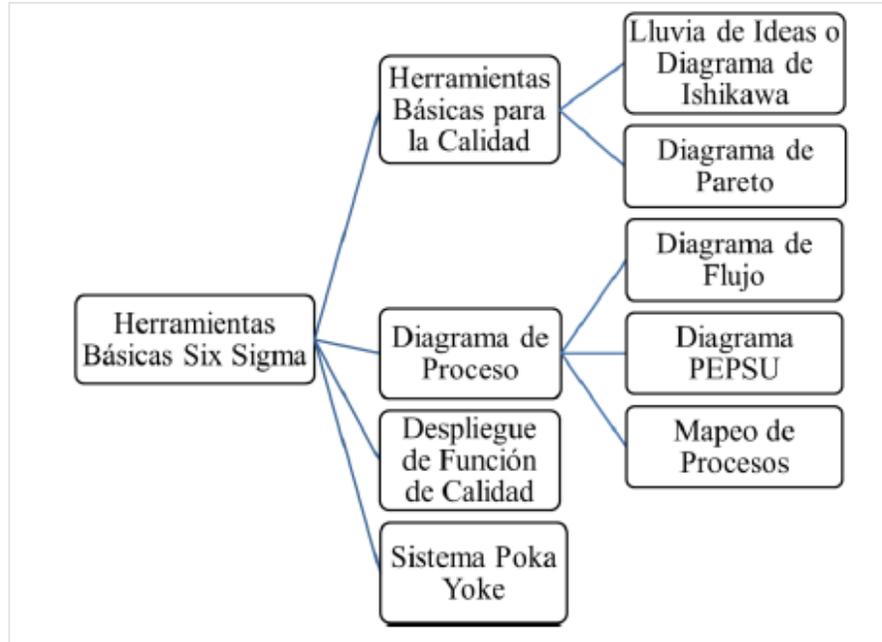


Figura 16. Herramientas Básicas de Six Sigma

Fuente:(Gutiérrez Pulido & Vara Salazar, 2013a, p. 136)

Las herramientas básicas de Lean Manufacturing son de gran utilidad para poder hacer una mejor gestión de sus recursos internos, para asegurar el cumplimiento de los elementos críticos en calidad desde la perspectiva del cliente. A continuación, se enuncian y describen las herramientas de Lean Manufacturing (Okoro, 2017).

- 1) Diagrama de Pareto: Gráfico de barras que ayuda a identificar problemas y causas. El principio de este diagrama se refiere a que pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto.
- 2) Diagrama de Ishikawa: Método gráfico que relaciona un problema o efecto con sus posibles causas. El método de las 6M es el más común, donde se agrupan 6 potenciales causas como ser: Mano de Obra, Método de trabajo, Materiales, Maquinaria, Medición y Medio Ambiente.

- 3) Flujo del Proceso: método de construcción de un diagrama de Ishikawa donde su línea principal sigue el flujo del proceso y en ese orden se agregan las causas. (H. Gutiérrez, 2013)
- 4) Lluvia de Ideas: Es una forma de pensamiento creativo encaminada a que todos los miembros de un grupo participen libremente y aporten ideas sobre un tema.
- 5) Diagrama PEPSU: Diagrama de proceso donde se identifican los Proveedores, Entradas, el Proceso mismo, sus Salidas y los Usuarios.
- 6) Mapeo de Procesos: Diagrama de flujo de proceso que se detalla de acuerdo con el objetivo.

2.2.3 CONTEO CÍCLICO

Es necesario el control de inventarios, por lo que es preciso validarlo frecuentemente y compararlo con los registros. Un método común se conoce como Conteo Cíclico.

El Conteo Cíclico es una técnica en la que el inventario se cuenta con frecuencia. La clave para un conteo cíclico eficaz y por ende para registros precisos radica en decidir que piezas se van a contar, cuándo y por quién. El momento para contar inventario con mayor facilidad es cuando no hay actividad tanto en el almacén con el piso de producción. Si no es posible, es necesario registrar y separar las piezas con mayor detenimiento para validar el inventario mientras ocurren las transacciones. La frecuencia de las validaciones depende del personal disponible, en la mayor parte de las compañías cuentan con personal permanente dedicado solo a esta actividad, y en otras subcontratan, dependerá de la necesidad de la empresa. (Chase et al., 2009)

2.3 CONCEPTUALIZACIÓN

En el siguiente subcapítulo, se describirán todos los conceptos los cuales se utilizan en esta investigación para efecto del entendimiento general del tema.

2.3.1 ARNÉS ELÉCTRICO

Conjunto de cables, conectores, terminales, sellos y sujetadores, que componen un circuito de interconexión dentro del automóvil para la correcta funcionalidad y su función es transmitir corriente a todos los dispositivos. (Tinjala, 2017)

2.3.2 EXACTITUD DE INVENTARIO

Chase et al., (2009) lo define como: La coincidencia de los registros de inventario y el conteo físico real.

2.3.3 LISTA DE MATERIALES (BOM – Bill Of Material)

El archivo con el BOM contiene la descripción completa de los productos y consigna materiales, piezas y componentes, además de la secuencia en la que se fabrican los productos. Este es uno de los principales elementos del MRP, ya que esta muestra cómo se arma el producto. Contiene la información para identificar cada producto y la cantidad usada por unidad de la pieza que forma parte. (Chase et al., 2009)

2.3.4 CONTEO CÍCLICO

Es necesario el control de inventarios, por lo que es preciso validarlo frecuentemente y compararlo con los registros. Un método común se conoce como Conteo Cíclico (ATOX SISTEMAS, 2019).

2.3.5 PROCESO LEAD PREP

Es el proceso de transformación de un circuito en el cual se corta el cable a la longitud requerida, se desforra y se troquela una terminal para el ensamble en conectores (Tinjala, 2017).

2.3.6 MERMAS O SCRAP

Son desechos o desperdicios generadas durante la configuración de un set up en un proceso o por materia prima dañada (Portalcalidad, 2015).

2.3.7 TRABAJO EN PROCESO -WIP (WORK IN PROCESS)

Es todo el material que pasa de una posición fija de materia prima virgen a el flujo del proceso de transformación de un arnés eléctrico.(Manufacturingterms., 2019)

CAPÍTULO III. METODOLÓGIA

En este capítulo se detalla la metodología empleada en la investigación, donde se ampliará los diferentes métodos y técnicas. Esto será posible una vez detallado el planteamiento de la investigación, y el desarrollo de la parte teórica de esta investigación para tener un mejor entendimiento del propósito de este proyecto. Todo esto con el objetivo de la recolección concisa y clara de la información que la investigación requiera. Una vez que se ha definido el problema, aclarado los objetivos del estudio se procede a detallar la metodología que se usará para poder realizar la investigación. Se mostrarán las técnicas utilizadas para lograr estos objetivos, y los instrumentos para obtener la información y analizarla.

3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA

En esta etapa de la investigación, se pretende establecer una relación entre el problema planteado, y los conceptos que se especifican en el capítulo I y II respectivamente. Con ello se busca la obtención de datos de importancia para efecto del análisis del proceso e identificar las principales causas de variación del proceso en la industria arnesera automotriz. Teniendo su principio en la formulación del problema, las discrepancias de materia prima, lo cual lleva a formular varias preguntas de investigación, en la que esta investigación busca su respuesta para la mejora que se espera obtener. Posteriormente se planteará los objetivos específicos que ayudarán a tener una perspectiva clara de la investigación para poder llegar al objetivo general; y que, dentro de este se detallan los objetivos específicos estableciendo las variables de investigación que serán de manera dependiente o independiente las que ayudarán a relacionar todo el enfoque con los objetivos específicos en la presente investigación.

3.1.1 MATRIZ METODOLÓGICA

En esta sección, se presenta detalladamente la matriz metodológica, que brinda una síntesis completa del problema por resolver, como se investigara, hacia donde se planea ir, y las diferentes incógnitas que se establecerán en la ecuación de la investigación.

Tabla 5. Matriz metodológica de investigación

MATRIZ METODOLÓGICA				
Título		Sistema de Medición y Control de Discrepancias en el Inventario de Materia Prima.		
Problema		¿Qué procesos ocasionan pérdidas en el inventario de materia prima, provocando problemas en la planeación y altos costos para la organización?		
Objetivo General		Determinar mediante una investigación las causas potenciales que generan las discrepancias de inventario de materia prima y estrategias que contribuyan a su control para mejorar su exactitud.		
Preguntas de Investigación		¿Todos los desperdicios de materia prima son registrados por número de parte y ajustados del inventario?	¿Existe variación en el consumo de materia prima o corte de circuitos?	¿Es validada la cantidad de materia prima recibida en base a lo facturado por los proveedores?
Objetivos Específicos		Evaluar la efectividad del proceso de registro y ajustes de los desperdicios de materia prima en el inventario.	Analizar la longitud del corte de cable en el proceso de transformación a circuitos (Lead Prep).	Verificar la cantidad física de cable recibido contra lo facturado por el proveedor.
Variables	Independiente	Ajustes por Desperdicios	Variación en el Proceso	Problemas externos de discrepancias de Inventario
	Dependiente	Pérdidas por Discrepancias de Inventario		

La matriz muestra todos los elementos de investigación, como el título, el problema, objetivo general y específicos, preguntas de investigación y las variables ya definidas tanto dependiente como independiente y la relación entre cada uno de ellos, se observa la congruencia entre cada parte, para que la investigación se vaya siguiendo de manera lógica y secuencial. Ya definidos estos puntos se parte en la identificación de las variables y las dimensiones o variables de cada una de ellas que se presenta a continuación.

3.1.2 DIAGRAMA DE VARIABLES

El siguiente diagrama muestra las diferentes dimensiones que serán de estudio para la investigación, relacionadas con las variables independientes.

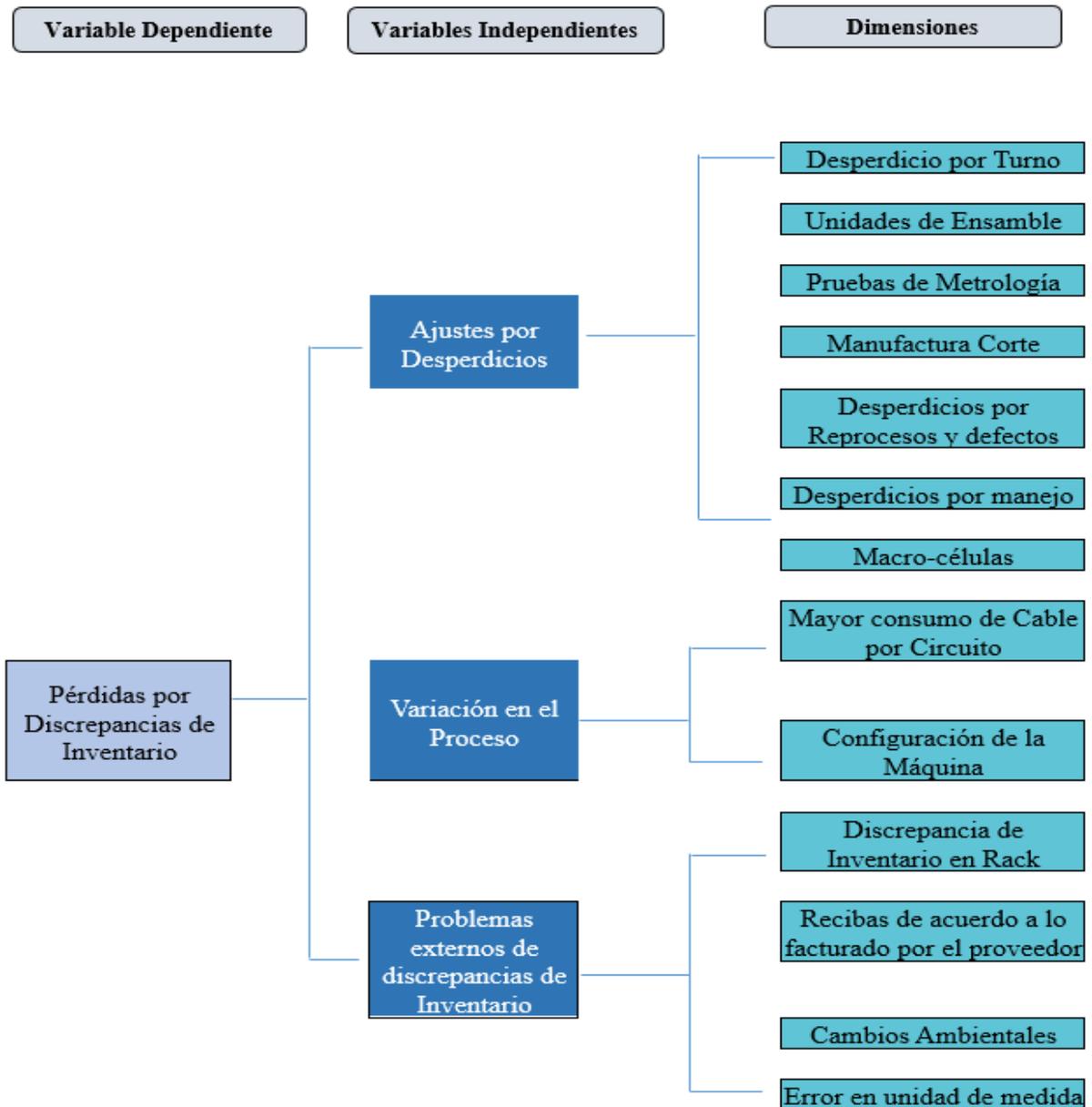


Figura 17. Diagrama de Variables

Ya que el objetivo del estudio se basa en las causas potenciales que generan las discrepancias de inventario, y así reducir los impactos financieros a la organización, se toma esta variable como dependiente, ya que su resultado es afectado directamente por las otras variables.

3.1.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

“Cuando se construye un instrumento, el proceso más lógico para hacerlo es transitar de la variable a sus dimensiones o componentes, luego a los indicadores y finalmente a los ítems o reactivos y sus categorías.”(Hernandez Sampieri, 2014, p. 211)

Tabla 6. Operacionalización de las variables metodología de investigación

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES						
Variable Independiente	Definición		Dimensiones	Indicador	Métrica	Unidad
	Conceptual	Operacional				
Proceso de ajustes por Desperdicios	Proceso de ajustes o rebajas de las mermas o scrap del inventario en sistema	Incumplimiento al Procedimiento de ajustes de Inventario por desperdicios o scrap	Desperdicios por Turno	Cantidad de Cable Ajustado	100%	Lbs
			Unidades de Ensamble	Cantidad de Cable Ajustado	100%	Lbs
			Pruebas de Metrología	Cantidad de Cable Ajustado	100%	Lbs
			Manufactura Corte	Cantidad de Cable Ajustado	100%	Lbs
			Desperdicios por Reprocesos y defectos de calidad	Cantidad de Cable Ajustado	100%	Lbs
			Desperdicios por manejo	Cantidad de Cable Ajustado	100%	Lbs
			Macro-células	Cantidad de Cable Ajustado	100%	Lbs
Variación en el Proceso	Defecto de un proceso	Procesar circuitos con diferentes longitudes	Mayor consumo de Cable por Circuito	Longitud	+/- 3	mm
			Configuración de la Máquina	Set up Correcto	100%	N/A
Problemas externos de discrepancias de Inventario	Es una estadística física o conteo de los bienes existentes en una organización para identificarla y controlarla como existente en los libros	Resultado de la validación física de un material comparado con e inventario sistemático.	Discrepancia de Inventario en Rack Almacén	% de Exactitud	> 99.5%	%
			Recibas de acuerdo con lo facturado por el proveedor	% de Exactitud	100%	Pies
			Cambios Ambientales	Reduce o Contrae	0%	%
			Proveedor Factura en Metros en lugar de pies	Diferencia en volumen	100%	pies / Metros

Continuación de tabla 6.

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES						
Variable Dependiente	Definición		Dimensiones	Indicador	Métrica	Unidad
	Conceptual	Operacional				
Pérdidas por Discrepancias de Inventario	Pérdidas financieras incurridas que provocan impactos negativos en la Organización	Toma de inventario físico real contra sistema	Discrepancias de Inventario	% de Exactitud	> 99.5%	%

Para analizar el comportamiento de la variable dependiente en función a las variables independientes es indispensable la identificación de forma clara, junto con las dimensiones que se generan a partir de cada una de ellas. Esto para obtener los indicadores que permitan realizar la medición de cada variable a analizar. Se presenta a continuación la tabla resumen como parte de la operacionalización de variables, detallando las variables, dimensiones, indicadores, y unidades de respuesta para obtener la información para medir cada uno de los indicadores.

3.1.4 HIPÓTESIS

En la metodología Seis Sigma la hipótesis la declara en el paso número 6.

“Son unas guías para una investigación o estudio. La hipótesis indica lo que tratamos de probar y se definen como explicaciones tentativas del fenómeno investigado. Se derivan de la teoría existente (Williams, 2003) y deben formularse a manera de proposiciones” (Hernández Sampieri et al., 2010, p. 92).

A continuación, se presentan las hipótesis de la investigación en relación con el problema planteado a analizar.

Hi: Los procesos internos ocasionan pérdidas en el inventario de cable automotriz provocando problemas en la planeación y altos costos para la organización.

Ho: Los procesos internos No ocasionan pérdidas en el inventario de cable automotriz provocando problemas en la planeación y altos costos para la organización.

3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

Luego de establecer nuestras hipótesis de investigación, se procederá a darle un enfoque conciso de la investigación, sabiendo así donde concentrar el análisis de las diferentes variables en mención, y así una vez en la correcta dirección, encontrar el método de investigación, el cual existen métodos cualitativos y métodos cuantitativos, e identificando cual será el tipo en la investigación presentada.

Tabla 7. Figura explicativa del diseño de la investigación.

Enfoque Mixto		
Enfoques	Cualitativo	Cuantitativo
Tipo de Estudio	Teoría Fundamentada	No Experimental
Tipo de Diseño	Transversal	
Alcance	Correlacional Causal	
Métodos	Análisis Técnico	Pre-Experimental
Tipo de Muestra	Muestra Dirigida	Muestra no probabilística
Técnicas		Análisis de modo y efecto de fallas - AMFE
	Diagramas de Flujo	Herramientas de Seis Sigma
		Diagrama de Pareto

En la Figura explicativa del diseño de la investigación se muestra un diseño de investigación mixto, tanto cualitativo como cuantitativo. En el tipo de estudio cualitativo se utilizará la teoría fundamentada, ya que es una metodología que "relaciona datos de manera sistemática y analizados por medio de un proceso de investigación" (Strauss & Corbin, 2002, p. 14). El tipo de diseño es transversal porque es un método no experimental para recoger y analizar datos en un momento determinado, de tipo correlacional causal porque tienen como objetivo describir relaciones entre dos o más variables en un momento determinado y en el análisis técnico se pretende verificar por medio del uso de gráficas, predecir futuros comportamientos. Ya identificadas las variables se seleccionan de un proceso en específico a través de muestras dirigidas a la fuente y son analizados en los diferentes tipos de diagramas y graficas que serán necesarios para identificar las variables o fuentes de variación de cada proceso. (TDE, 2019)

En el enfoque cuantitativo, el tipo de estudio es no experimental, debido a que “(...) se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos”. Descriptivo ya que, “(...) lo que se pretende es identificar y describir los distintos factores que ejercen influencia en el fenómeno estudiado” (Martínez Carazob, 2006, p. 171). Tipo de diseño de la investigación, es transversal, ya que “ (...) implica obtener una sola vez información de una muestra dada de elementos de la población” (Malhotra, 2008, p. 81). Correlacional porque “(...) expresa una posible asociación o relación entre dos o más variables (Avila Baray, 2006, p. 27). Concluyendo en que el instrumento para la obtención de datos será la encuesta.

Con respecto al: “Enfoque cualitativo, consiste en la construcción de una teoría a partir de una serie de proposiciones extraídas de un cuerpo teórico que servirá de punto de partida al investigador, para lo cual no es necesario extraer una muestra representativa, (...)” (Martínez Carazo, 2006, p. 169). Para llevar a cabo la obtención de datos, se aplicó una serie de preguntas a expertos del tema de la reforma de la ley de tarjeta de créditos.

3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

“Diseño, plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación” (Hernández Sampieri et al., 2010, p. 120). Para este paso la metodología seis sigma define la etapa número tres de análisis, que está compuesta por dos pasos, determinar las causas más probables de los defectos y entender porque se generan los defectos identificando las variables que tienen más probabilidad de producir variaciones en los procesos. Es aquí donde se hace uso de herramientas como lluvia de ideas, matriz causa y efecto, Pareto, para validar si las variables independientes afectan directamente a la variable dependiente, este se hace para descartar una variable mediante un modelo estadístico.

3.3.1 POBLACIÓN

“Población o universo Conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones”(Sampieri, 2014, p. 174). Teniendo así definida nuestra unidad de análisis, que

en este caso son las bobinas de cable automotriz en almacén, se delimitara la población que vamos a estudiar para determinar los resultados encontrados en esta investigación.

Tabla 8. Tamaño de la población

Descripción	Tipo	Población
Cable Conductor Automotriz	Cantidad de Carretes o estándar pack en Almacén	405

La población es tomada en base al inventario de seguridad dentro del almacén, el cual se mantiene un diseño es de cinco días en mano que representan 405 carretes. Unos adecuados niveles de seguridad permiten a las empresas enfocar sus objetivos hacia un determinado sentido. En cierta manera el stock de seguridad es una manera de prepararse ante épocas en las que pueda escasear cierto artículo. Sirve a las compañías para satisfacer la demanda de los consumidores, aunque surjan alguna de las siguientes situaciones. (Bueno Martin, 2019)

3.3.2 MUESTRA

“La muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población” (Hernandez Sampieri, 2014)

Tabla 9. Tamaño de la muestra.

Descripción	Tipo	Población	Muestra
Cable Conductor Automotriz	Cantidad de Carretes o estándar pack en Almacén	405	197
Procesos de Producción	Cantidad de Procesos o circuitos de manufactura	1,209	428

Margen: 5%

Nivel de confianza: 95%

Población: 405

Tamaño de muestra: 197

(1)
$$n = \frac{z^2(p \cdot q)}{e^2 + \frac{z^2(p \cdot q)}{N}}$$

n = Tamaño de la muestra
z = Nivel de confianza deseado
p = Proporción de la población con la característica deseada (éxito)
q = Proporción de la población con la característica deseada (fracaso)
e = Nivel de error dispuesto a cometer
N = Tamaño de la población

En base al resultado de la ecuación, considerando un nivel de confianza de 95% y un margen de error de 5%, se obtiene un total de mediciones o elementos que se tomarán en cuenta para analizar cada una de las dimensiones o variables que pueden causar problemas de discrepancias de inventario, se analizarán 197 muestras de toda la población de carretes de cable automotriz considerados en almacén.

3.3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS

Para la selección de una muestra, lo primero que hay que hacer es definir la unidad de análisis (individuos, organizaciones, periódicos, comunidades, situaciones, eventos). Una vez definida la unidad de análisis se delimita la población. Luego, se procede a la etapa de recolección de los datos pertinentes sobre los atributos, conceptos o variables de las unidades de análisis o casos. (Hernández Sampieri et al., 2010, p. 173). Partiendo del planteamiento del problema, y teniendo una visión más clara del alcance, se puede identificar el objeto de estudio con el cual se pretende abordar un análisis para la solución a mejora al problema en investigación. Tomando en cuenta, los objetivos específicos, previamente descritos en capítulos anteriores, en los cuales conllevan a las preguntas de investigación, se puede establecer que la unidad de análisis en esta investigación serán la cantidad de números de parte ajustados, evaluar la longitud de los circuitos y la cantidad recibida contra la cantidad facturada por el proveedor, factores ambientales, y evaluando todo lo que respecta en sus variables que involucran.

De tal forma de medir y analizar todos los procesos internos y externos para poder encontrar la casual de las discrepancias de inventario.

3.3.4 UNIDAD DE RESPUESTA

En la investigación la unidad de respuesta está conformada por las diferencias entre el material ajustado contra el material entregado, las variaciones encontradas en la longitud y diferencias entre los facturados por el proveedor contra lo recibido, de tal forma de analizar todos los factores internos y externos para identificar las fuentes de variación y encontrar la unidad de respuesta.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

A continuación, se detallan las técnicas e instrumentos empleado en esta investigación para las recolecciones de datos y así mismo la de objetivos que se plantean en dicha investigación. Como se menciona en el enfoque cualitativo las técnicas que se utilizarán serán los grupos de discusión dirigida a los involucrados en el proceso. Se realizará una matriz de causa y efecto, y se mostrará gráficamente en un diagrama de Pareto. La metodología DMAIC de Six Sigma es una estrategia basada en la estadística buscando la mejora. Cada paso busca tener clara la idea del problema y poder resolverlo minimizando la cantidad de errores o descartando hipótesis hasta llegar a lo que causa el problema. Se detallarán tanto en el método cuantitativo como cualitativo.

3.4.1 INSTRUMENTOS

Siguiendo la metodología, el uso de una matriz de causa efecto permitirá mostrar las relaciones propuestas hipotéticamente entre causas potenciales y el problema que se estudia. “Cuando se tiene un diagrama de causas y efectos, procedería el análisis para averiguar cuál de las causas potenciales contribuiría al problema” (Chase et al., 2009a, p. 315). Para éstos es importante mostrarlo gráficamente en una gráfica de Pareto, esta gráfica desglosa un problema en las contribuciones relativas de sus componentes. Se basan en el resultado empírico común de que un gran porcentaje de los problemas se deben a un pequeño porcentaje de causas. Es decir, que el 80% de los problemas son 20% de las causas. (Chase, Richard B.; Jacobs, F. Robert; 2009, p.315)

3.4.2 TÉCNICAS

“Se entenderá por técnica de investigación, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información” (Arias, 2012, p. 67). En esta sección se enumeran y describen las diferentes técnicas que se emplearan en esta investigación para la obtención de datos certeros y confiables.

Se aplicarán las diferentes técnicas y herramientas que pertenecen a la metodología Six Sigma para el análisis y mejora de los procesos a través de su metodología DMAIC:

- 1) Definir: aquí planteamos la situación actual, se plantea el problema y los objetivos del proyecto, se detalla el proceso actual.
- 2) Medir: Se determina la exactitud del sistema de medición, se definen los datos recolectados.
- 3) Analizar: Se analizan los datos recolectados para luego proponer las mejoras.
- 4) Mejora: Se plantea y mejora el proceso según la mejora propuesta.
- 5) Controlar: en esta parte se asegura que todos los involucrados en el proceso comprendan y sean parte de la mejora.

3.4.3 CONFIABILIDAD

La validez y confiabilidad siempre está limitada según sea la evidencia disponible, permitiendo afirmar que determinado instrumento es válido y confiable para determinado uso y bajo ciertas condiciones. Factores que pueden afectar la confiabilidad TDE (2019):

- 1) La improvisación. Algunas personas creen que elegir un instrumento de medición o desarrollar uno es algo fácil y que no requiere de supervisión alguna. Para poder construir un instrumento se requiere conocer muy bien la variable que se pretende medir y la teoría que la sustenta. b) El no estar validados en el contexto donde se aplican. Traducir un instrumento, aun cuando adaptemos los términos a nuestro lenguaje no es ni remotamente validarlo.
- 2) Es simplemente un primer paso ya que validar un instrumento implica realizar una investigación extensa y compleja. Los grupos, las personas cambian y tienen valores diferentes

de acuerdo con la cultura. Por lo tanto, se deben aplicar instrumentos ya validados en el contexto. c) El instrumento es inadecuado o no es empático. Hay instrumentos que tienen un lenguaje muy elevado para el entrevistado o no toma en cuenta diferencias de sexo, edad nivel ocupacional y educativo; todo esto puede resultar en errores de validez y confiabilidad del instrumento de medición d) Condiciones en que se aplica el instrumento. El ruido, presionar para que una persona conteste un instrumento largo en un período de tiempo corto, el hambre o falta de motivación para responder influirá negativamente en la validez y confiabilidad de la medida. e) Aspectos mecánicos.(Albarran, 2014)

3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes de información pueden ser primarias o secundarias. A continuación, se detallan las fuentes usadas en el estudio. “Las fuentes primarias proporcionan datos de primera mano, pues se trata de documentos que incluyen los resultados de los estudios correspondientes. Por ejemplo, libros, monografías, tesis, documentos oficiales” (Hernández Sampieri et al., 2010, p. 53).

3.5.1 FUENTES PRIMARIAS

“Las referencias o fuentes primarias proporcionan datos de primera mano, pues se trata de documentos que incluyen los resultados de los estudios correspondientes. Ejemplos de fuentes primarias son: libros, antologías, artículos de publicaciones periódicas, monografías, tesis y disertaciones, documentos oficiales, reportes de asociaciones, trabajos presentados en conferencias o seminarios, artículos periodísticos, testimonios de expertos, documentales, videocintas en diferentes formatos, foros y páginas en internet, etcétera.” (Sampieri, 2014, p. 61) Estas son las siguientes fuentes utilizadas en esta investigación, con el propósito de brindar datos confiables y exactos en nuestro informe, que dentro de las cuales se pueden mencionar:

- 1) Tesis de Logística, para tener mejor perspectiva en esta investigación.
- 2) Reportes de recepción.
- 3) Reportes de órdenes de compra y recibos de materia prima.

- 4) Diagramas de causas y efectos
- 5) Procedimientos actuales dentro de la organización.

3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS

Estas fuentes, tienen sus fundamentos en información obtenida de fuentes principales recolectadas por otras personas, que también puede ser periódicos, revistas, libros, estudios, etc.

Como estas fuentes se utilizaron las siguientes:

- 1) Manual de Metodología de la Investigación
- 2) Periódicos nacionales e internacionales.
- 3) Artículos de revistas.
- 4) Libros de texto.
- 5) Documentos de control de procesos.
- 6) Internet / Portal de Lear

3.6 LIMITANTES

- 1) Actualmente no se cuenta con un sistema de medición en base a pesos o taras.
- 2) Todos los procesos están apegados a un procedimiento, cualquier cambio o mejora de debe documentar y realizar una nueva revisión o actualización del procedimiento.
- 3) La información base, es la proporcionada por la empresa, a la fecha de inicio del proyecto, y sus proyecciones están en base a la misma, cualquier cambio o tiempo, modificaría las cifras financieras.
- 4) Alguna implementación o inversión de ser necesario, queda a criterio del director y Staff de la empresa.
- 5) El tiempo de realización para realizar todas las mediciones, para completarlas se realizaron en ambos.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el presente capítulo se dará a conocer la información obtenida a través del proceso de investigación mediante el análisis de datos históricos para medir la estabilidad en la tendencia de las variables, mediciones y análisis a través de la aplicación de herramientas de la metodología six sigma. Incluirá a detalle cada fase para llegar al proceso de mejora y control en el estudio realizado. Se necesitan analizar y medir cada una de las variables independientes identificadas que afectan a la variable dependiente, además las mediciones de cada uno de los procesos o dimensiones identificados en cada variable independiente y por último verificar los resultados y análisis.

4.1 AJUSTES POR DESPERDICIOS O SCRAP

Lear tiene establecido procedimientos para ajustes por desperdicios o scrap en cada una de las áreas productivas y cada uno de los procesos son controlados a través de un métrico o presupuesto que debe de mantener cada área para cumplir con un presupuesto financiero. Actualmente Lear Honduras a nivel mundial se posiciona como la tercera planta con menos generación de desperdicios, por debajo de dos plantas de diferente región dedicadas a la producción de tarjetas electrónicas para automóviles, como se muestra en la siguiente imagen.

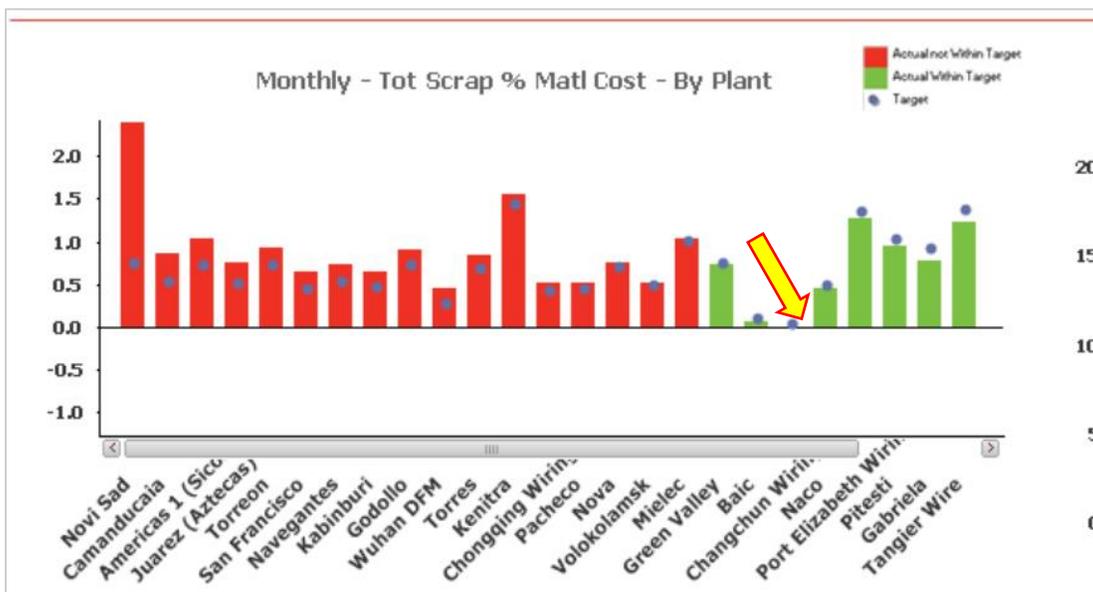


Figura 18. Global E- System Dashboard - abril 2019

Fuente (Lear,2019)

En la figura se puede observar que Lear Honduras cumple con la meta de desperdicios o scrap que situándose en primer lugar a nivel de empresas dedicadas a la fabricación de arneses o sistemas eléctricos para automóviles cumpliendo con la meta de 0.5% con respecto a su producción. En la siguiente figura se muestran los datos históricos de desperdicios o scrap generados por Planta Naco Honduras.

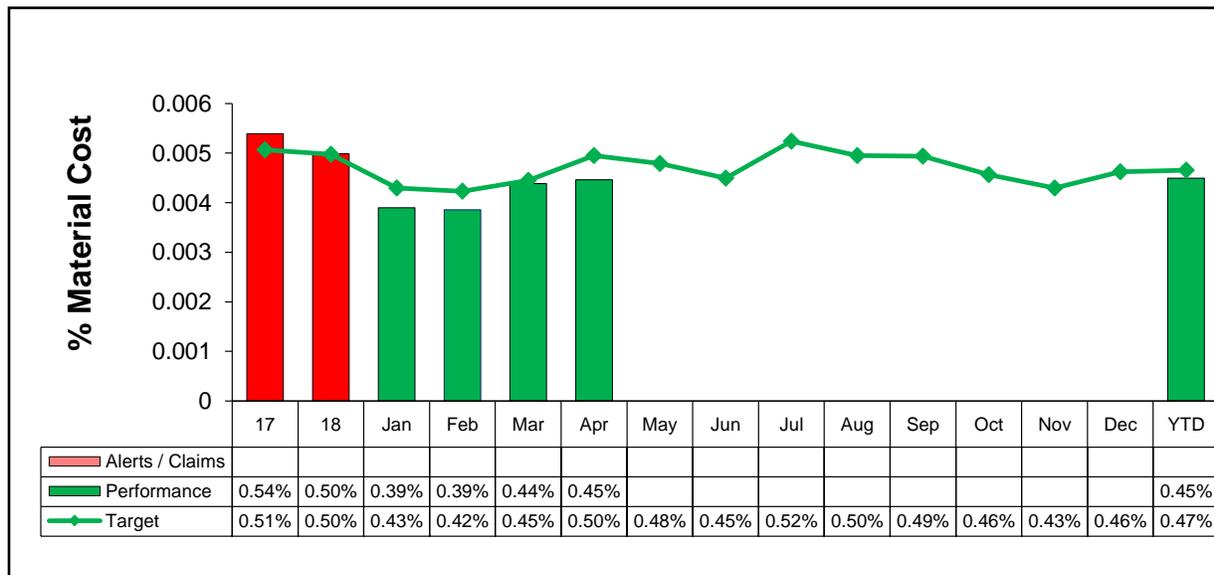


Figura 19. Naco Plant Leading Indicator - SCRAP

Fuente (Lear,2019)

Como se puede observar en la imagen, el cumplimiento del métrico por desperdicios o scrap de enero hasta abril ha estado dentro de las metas establecidas, considerando los resultados obtenidos en años anteriores 2017 y 2018 se ve una diferencia muy significativa de mejoras, por lo cual se necesitan medir los procesos para la confiabilidad del mismo asegurando que todo el desperdicio generado se ajuste sin importar una meta por cumplir, si bien es cierto que ambos deben estar de la mano pero no realizar el procedimiento correcto podría generar acumulación de inventario en proceso o incrementar los días en mano en proceso por no ajustarse debidamente, por lo cual se necesita un análisis más robusto por medio de mediciones y contabilización del desperdicio generado para asegurar que se aplique su ajuste para eliminar ese inventario del sistema y que son discrepancias negativas que en las tomas del inventario físico representan una pérdida.

A continuación, se muestra una imagen de ajustes o scrap por tipo de material.

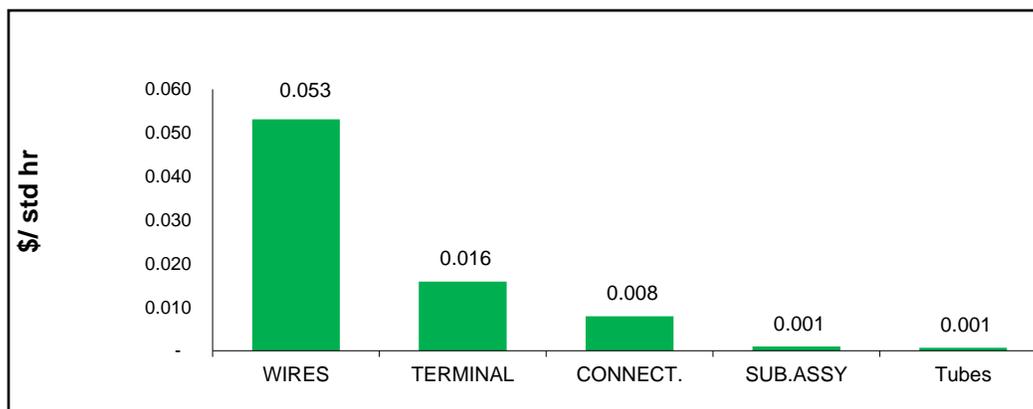


Figura 20. Scrap Pareto Chart by Type

Fuente (Lear, 2019)

Como se muestra en la imagen, los cables son el tipo de material que mayor costo por desperdicios y ajustes representan, seguido por las terminales, conectores y subensambles. En la siguiente tabla se muestra el costo ajustado por tipo de materia prima.

Tabla 10. Tendencia de scrap o desperdicio por tipo de material

Ítem	Jan	Feb	Mar	Apr.	Total
WIRES	\$ 29,473	\$ 30,582	\$ 41,679	\$ 32,107	\$ 133,841
TERMINAL	\$ 10,106	\$ 10,636	\$ 15,325	\$ 9,600	\$ 45,667
CONNECT.	\$ 6,277	\$ 6,706	\$ 7,717	\$ 4,766	\$ 25,466
SUB.ASSY	\$ 610	\$ 859	\$ 1,040	\$ 596	\$ 3,105
TUBES	\$ 284	\$ 383	\$ 510	\$ 402	\$ 1,579
TAPE	\$ 180	\$ 321	\$ 398	\$ 459	\$ 1,358
TOTAL	\$ 46,930	\$ 49,486	\$ 66,669	\$ 47,931	\$ 211,015

Fuente (Lear, 2019)

Los cables representan el 63% del presupuesto total por ajustes. Se requiere analizar los procesos para validar la confiabilidad de la información proporcionada por la organización y asegurar que cada uno de los procesos realiza sus ajustes correspondientes y la segregación del material se realiza de acuerdo con lo que el procedimiento controlado de segregación y ajustes por desperdicios o scrap establece, además considerar que cada departamento tiene un métrico por cumplir y para ello se ajustan al presupuesto, se necesita evaluar si son aplicados todos los ajustes correspondientes a cada uno de los desperdicios o scrap generados.

En la siguiente imagen se muestra el procedimiento para llevar a cabo la segregación de desperdicios o scrap en cada uno de los procesos de manufactura.

LEAR CORPORATION
ESD HONDURAS, S.A.

COPIA MAESTRA
Sistemas de Calidad

Sistema de Procedimientos de Operación

Página Número:	1 de 8	Número de Procedimiento:	FN08-101
Número de Revisión:	11.0		
Fecha de Revisión (día/mes/año):	8/Abril/15		
Fecha Efectiva	10/ Abril/15		

TITULO: Sistema de Control de Scrap
TEMA: Sistema de Control de Scrap

- PROPOSITO**
 - Definir el proceso por el cual el scrap es clasificado, reportado, contabilizado y exportado.
- ALCANCE**
 - Este procedimiento define las clasificaciones de scrap y las responsabilidades de los departamentos involucrados en el control del mismo.
- UTILIZACION**
 - Este procedimiento se aplica a todas las clasificaciones de scrap.
- RESPONSABILIDAD**
 - Este procedimiento es responsabilidad de los departamentos de Control de Producción y Materiales, Manufactura, Calidad del Producto y Finanzas.

Figura 21. Procedimiento de ajustes por desperdicios

Fuente (Lear, 2019)

Lear mantiene un procedimiento actualizado del proceso de segregación de desperdicios o scrap, por ser un documento auditable tanto interno como externo, se puede considerar que el proceso de validación o segregación del desperdicio o scrap es confiable, por lo cual se necesita medir y evaluar si se cumplen todos sus principios. El cual establece lo siguiente:

- 1) Cada proceso tendrá una persona asignada en realizar recolección de scrap quien será el responsable de llevar dicho desperdicio o scrap al área de disposición.
- 2) Todo el material tiene que entregarse segregado por tipo o descripción y los circuitos debe estar separados terminal y cables, realizando un corte.
- 3) El ajuste identificar llevar el total de libras encontradas por proceso.
- 4) La recolección es responsabilidad de manufactura y será recolectado en los horarios establecidos por operaciones.
- 5) Se designará por parte de finanzas personal encargado de control de ajustes y supervisión del supervisor de costos.

A continuación, se muestra el reporte de generación de ajuste por desperdicios o scrap, en el cual se hace un registro por tipo de material, la unidad de medida utilizada en su orden de compra, la cantidad registrado, el costo unitario y costo total que representa el ajuste. La siguiente figura muestra el Orden de movida de scrap que se genera para realizar ajustes

LEAR CORPORATION		Orden de Movida de Scrap Lead Prep [Numeros de Parte]		APROBADO		Rev. 1.2	
Orden de Movida: <input type="text" value="L1,500"/>		Usuario Imprime: Oscar Chavez		Fecha de Impresión: 8/27/2018			
Fecha: 5/26/2018 12:00:00AM		Fecha de Generación: 5/26/2018 3:25:46PM		Usuario Cierre: copan1			
Turno: 1							
Programa	NumeroParte	Tipo Scrap	UM	Cantidad	Total FT	Costo	TotalDolares
C346/C344	-381425-JL48-	TERMINAL	EA	88.000	0.000000	\$ 0.116700	\$ 10.269600
Power Pack	TAPES	TAPES	EA	0.440	0.000000	\$ 0.016500	\$ 0.007300
Power Pack	TERMINAL	TERMINAL	EA	500.000	0.000000	\$ 0.016800	\$ 8.380000
C346/C344	WIRES	WIRES	FT	2.970	74.250000	\$ 0.151700	\$ 11.261500
C346/C344	WIRES	WIRES	FT	2.860	70.910000	\$ 0.203700	\$ 14.446300
Control de Calidad	WIRES	WIRES	FT	0.500	12.500000	\$ 0.151700	\$ 1.895900
Control de Calidad	WIRES	WIRES	FT	0.500	12.500000	\$ 0.151700	\$ 1.895900
Grand Total:				1,029.060			\$135.064400

Figura 22. Orden de movida de scrap

Fuente (Lear,2019)

Mediante este reporte se detalla todo el material que se ajusta del sistema de inventarios por área, tipo, lbs y peso. Por turno se realizan siete recorridos y cada recorrido representa una orden, por lo cual se generan siete órdenes de desperdicios o scrap por cada área. Al hacer la segregación, contabilización de pesos y conteos de unidades, se procede a generar la orden de scrap que posteriormente al ser aprobado por manufactura se entrega junto con el desperdicio físico en un área controlada. El ajuste o rebaja en sistema se realiza por medio del departamento de finanzas junto análisis de inventarios quienes mueven los desperdicios del sistema ERP a una posición “scrap” para luego finanzas aplica el ajuste y poder sacar del sistema las libras de desperdicios.

Diagrama de Procesos. A continuación, se muestra el diagrama de procesos de cada uno de los pasos para la recolecta y ajuste de los desperdicios o scrap.

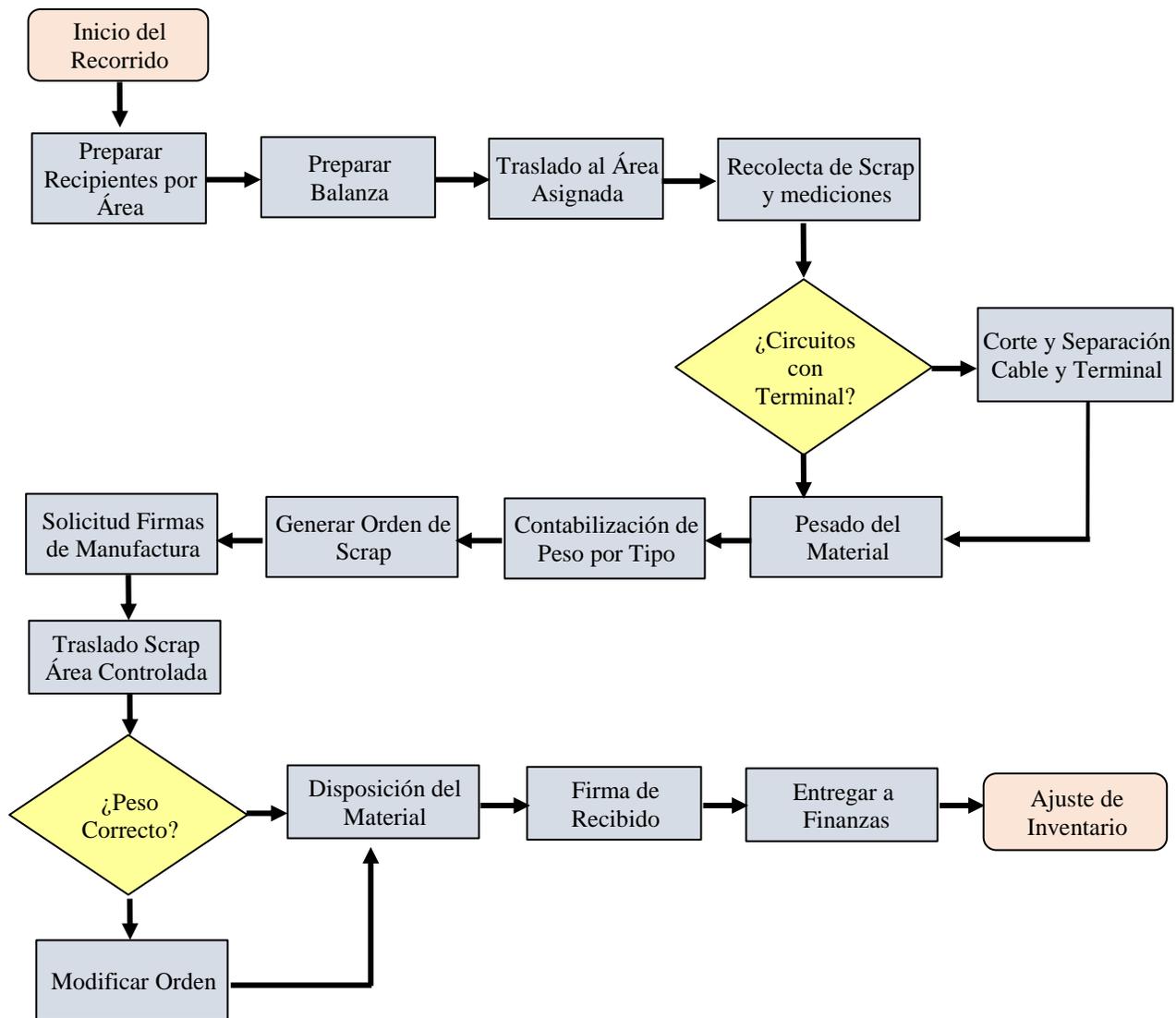


Figura 23. Diagrama de procesos

Como se muestra en el diagrama, el flujo del proceso es en base a 14 pasos diferentes, en cada uno de los procesos se realiza el mismo procedimiento. Inicialmente se preparan el equipo o materiales necesarios para realizar cada recorrido de recolecta de desperdicios y se realiza una segregación por tipo de material que en caso de ser circuito se realiza un corte para separar terminal y cable, luego se registra el peso. Esta actividad se realiza en cada una de las áreas hasta terminar los recorridos, por último, se generan las órdenes de ajustes para luego dar disposición.

A continuación, se realizarán análisis de cada una de las variables o dimensiones a través de un análisis de modo y efecto de fallas AMEF.

Process / Product Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)											
Process or Product Name:	Pérdidas por Discrepancias de Inventario en Cable Automotriz					Prepared by: Equipo Materiales / Manufactura / Ingeniería / Calidad / Planeación / Almacén			Page <u> 1 </u> of <u> 1 </u>		
Responsible:	Jhonny Alberto Trochez Canales					FMEA Date (Orig) 05/28/19			(Rev) #1		
Key Process Input	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OC	Current Controls	DET	RPN	Actions Recommended	Resp.	Actions Taken
Proceso de Ajuste por Desperdicios	Desperdicios generados por Turno	Diferencias significativas reportadas	9	Discrepancias negativas \ pérdidas financieras	3	Generar orden de scrap y ajustar en sistema	5	135	Validación del Proceso	Manufactura	En base a la muestra de la población, se realizarán 197 mediciones
	Unidades de Ensamble	Entregas fisico no coinciden con ajustes	7	Discrepancias negativas \ pérdidas financieras	2	Generar orden de scrap y ajustar en sistema	8	112	Validación del Proceso	Manufactura	En base a la muestra de la población, se realizarán 197 mediciones
	Pruebas de Metrología	Entregas fisico no coinciden con ajustes	8	Discrepancias negativas \ pérdidas financieras	3	Generar orden de scrap y ajustar en sistema	6	144	Validación del Proceso	Calidad	En base a la muestra de la población, se realizarán 197 mediciones
	Manufactura Corte	Diferencia en peso (Lbs)	9	Discrepancias negativas \ pérdidas financieras	3	Auditar de peso fisico contra orden de scrap.	5	135	Validación del Proceso	Manufactura	En base a la muestra de la población, se realizarán 197 mediciones
	Desperdicios por Reprocesos y defectos de calidad	No ajustar desperdicios	8	Discrepancias negativas \ pérdidas financieras	2	Generar orden de scrap y ajustar del sistema	7	112	Validación del Proceso	Manufactura	En base a la muestra de la población, se realizarán 197 mediciones
	Desperdicios por Manejo	No ajustar desperdicios	8	Discrepancias negativas \ pérdidas financieras	2	Generar orden de scrap y ajustar del sistema	9	144	Validación del Proceso	Almacén	En base a la muestra de la población, se realizarán 197 mediciones

Figura 24. Dimensiones a través de un análisis de modo y efecto de fallas AMEF

El análisis de modo y efecto de fallas se realizó con la participación de un equipo multidisciplinario con conocimientos en cada una de las áreas y a criterio y mutuo acuerdo se asignó un grado de severidad, ocurrencia y detección a cada una de la variables o dimensiones. Se determinó que se deben analizar cada una de las variables debido al valor del RPN, ya que es superior a 100 lo que es un claro indicador de que deben implementarse acciones de prevención o corrección para evitar la ocurrencia de las fallas, de forma prioritaria. (Salazar López, 2016a)

La medición de cada uno de los procesos se realizará por medio de una auditoria de peso generado en una orden de ajuste contra el peso real físico, con el propósito de asegurar que no exista discrepancia y se ajuste exactamente lo que se genera en cada uno de los procesos. Para asegurar la correcta medición se deben validar los instrumentos, en este caso se utilizará una balanza con unidad de medida libras. Se quiere asegurar que el operador realiza correctamente el método, y que dicho instrumento no presenta variación o diferencia en el peso, por lo que será necesario un análisis del instrumento a través de la herramienta Gage R&R para asegurar la confiabilidad de la ejecución de tal forma de poder medir la repetitividad y la reproducibilidad y de esta manera asegurar que no existan datos no confiables. A continuación, se muestra el resultado obtenido en el proceso de validación del instrumento de medición el cual se realizó mediciones de peso en una balanza una báscula para determinar exactitud.

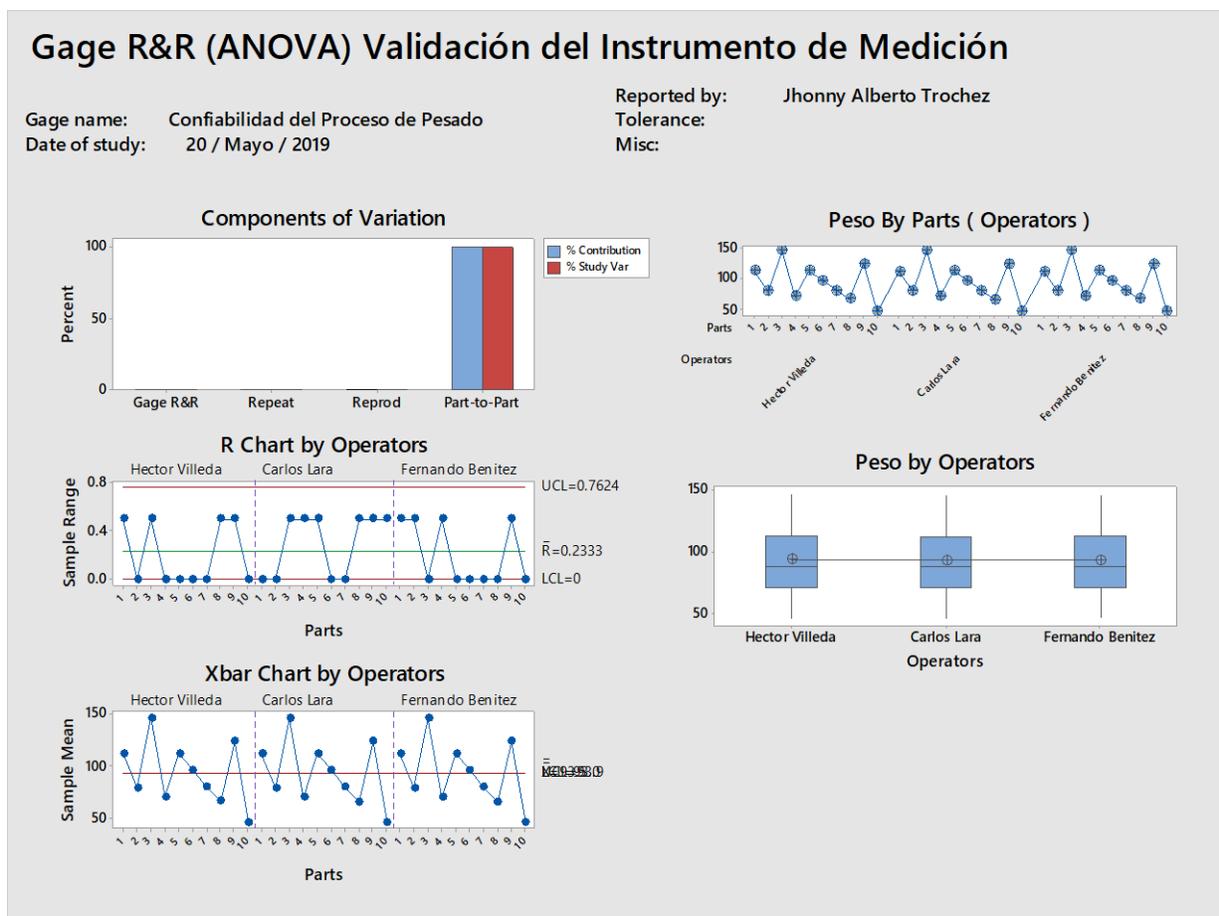


Figura 25. Resultado obtenido en el proceso de validación del instrumento

Los datos obtenidos fueron realizados a tres operadores quienes realizaron tres réplicas de diez mediciones a desperdicios o scrap generados en el proceso y los datos se analizaron en base a la repetitividad y reproducibilidad. Resultados del estudio de análisis de varianza a través de un Gage R&R.

Tabla 11. Evaluación Gage R&R

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 × SD)	%Study Var (%SV)
Total Gage R&R	0.2415	1.449	0.80
Repeatability	0.2415	1.449	0.80
Reproducibility	0.0000	0.000	0.00
Part-To-Part	30.2222	181.333	100.00
Total Variation	30.2232	181.339	100.00

En el resultado del análisis del gage R&R se puede observar que no existe diferencia significativa tanto del operador ni el instrumento de medición la repetitividad y la reproducibilidad. Se obtuvo un resultado de 0.80 que es considerada muy confiable la medición realizada. Si no se confía en su sistema de medición, no puede confiar en los datos que produce. Por eso el Análisis del sistema de medición (MSA) es un componente clave para establecer, mejorar y mantener sistemas de calidad y es básico en los proyectos de mejora con la metodología Six Sigma. Este estudio ayuda a identificar problemas con el sistema de medición y a determinar si puede confiar en los datos. Los datos obtenidos se tomaron a 3 operadores dedicados a realizar esa operación de recolecta y medición de desperdicios, los operadores fueron seleccionados en base a antigüedad y destreza alta, media y baja, quienes hicieron 3 réplicas de 10 mediciones a desperdicios o scrap generados en el proceso, lo cual se midió entre ellos mismos para determinar la variación con respecto a la media y la variación encontrada parte a parte.

Criterios para la aceptación de un estudio Gage R&R:

- 1) %GRR menor al 10% Se considera que el sistema de medición es aceptable.
- 2) %GRR entre 10% y 30% Puede ser aceptable para algunas aplicaciones.

3) %GRR mayor al 30% No aceptable. Identificar y corregir el problema (Delgado, 2017)

4.1.1 DESPERDICIOS GENERADOS POR UNIDADES DE ENSAMBLE

A continuación, se muestran los datos de la medición de peso de los desperdicios o scrap generados en cada una de las unidades de ensamble, la medición se hizo en base a la orden de scrap contra la validación física.

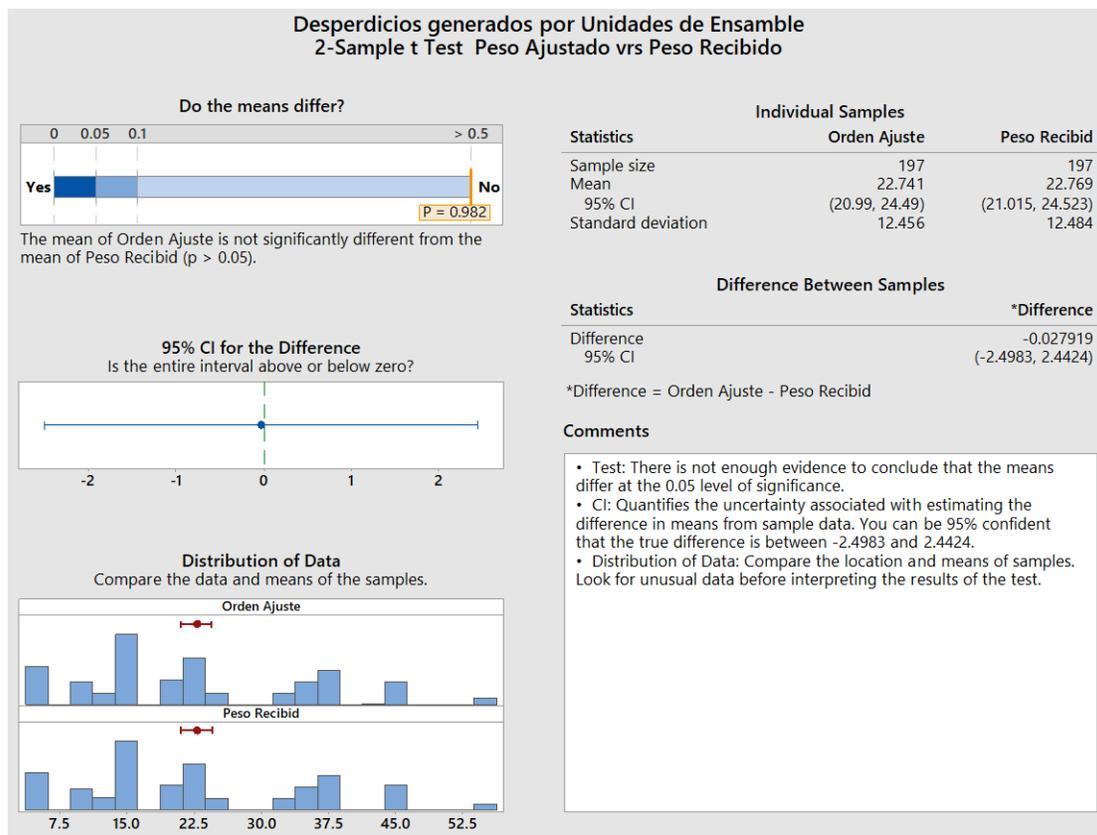


Figura 26. Medición del peso ajustado vrs Peso Físico recibido

En el resultado de la medición del peso en orden de scrap contra el peso validado físico, se declara el siguiente análisis. Del total de las 197 mediciones en base a la muestra obtenida, la media promedio en orden por desperdicios ajustada en sistema fue de 22.74 lbs contra 22.77 lbs de la validación física, con una desviación estándar de 12.45 y 12.48, lo que significa que existe mucha exactitud y la mínima diferencia es despreciable. Por lo tanto, se concluye que utilizando los resultados de la figura con respecto al p-value y el nivel de significancia el proceso es confiable.

4.1.2 DESPERDICIOS GENERADOS POR PRUEBAS DE METROLOGÍA

A continuación, se muestran los datos de la medición de peso de los desperdicios o scrap generados por pruebas de metrología, en este proceso se realizan las mediciones de todas las configuraciones de troquelado de terminales, en cada configuración se debe hacer una validación que se convierte en desperdicio o scrap. La medición del desperdicio se hizo en base a la orden de scrap contra la validación física.

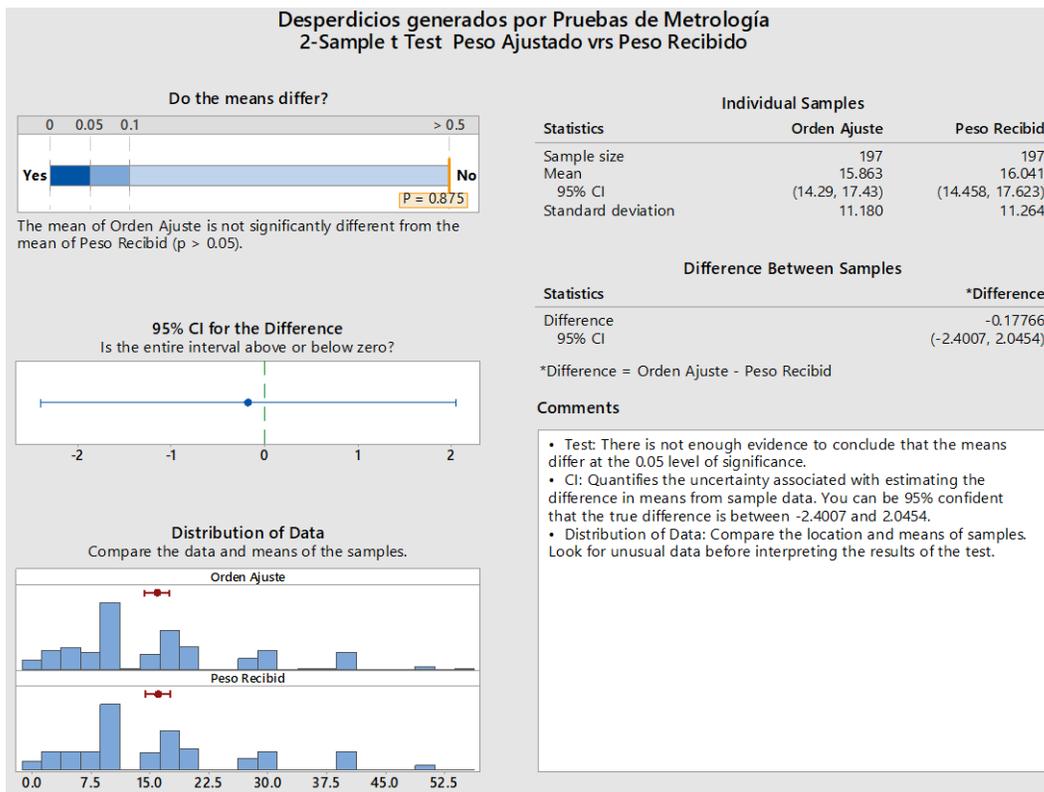


Figura 27. Peso ajustado vrs Peso Físico recibido.

Con los resultados obtenidos de la medición del peso en orden de scrap contra el peso validado físico, se declara el siguiente análisis. Del total de las 197 mediciones en base a la muestra obtenida, la media promedio en orden por desperdicios ajustada en sistema fue de 15.86 lbs contra 16.04 lbs de la validación física, con una desviación estándar de 11.18 y 11.26, lo que significa que existe mucha exactitud y la mínima diferencia es despreciable. Por lo tanto, se concluye que utilizando los resultados de la figura con respecto al p-value y el nivel de significancia el proceso es confiable.

4.1.3 DESPERDICIOS GENERADOS POR MANUFACTURA CORTE

En la siguiente imagen se muestran los datos de la medición de peso de los desperdicios o scrap generados por Manufactura corte que representa un volumen alto de producción y desperdicios, ya que, durante este proceso troquelado de cable y terminal para convertirse en circuito, la medición se hizo en base a la orden de scrap contra la validación física.

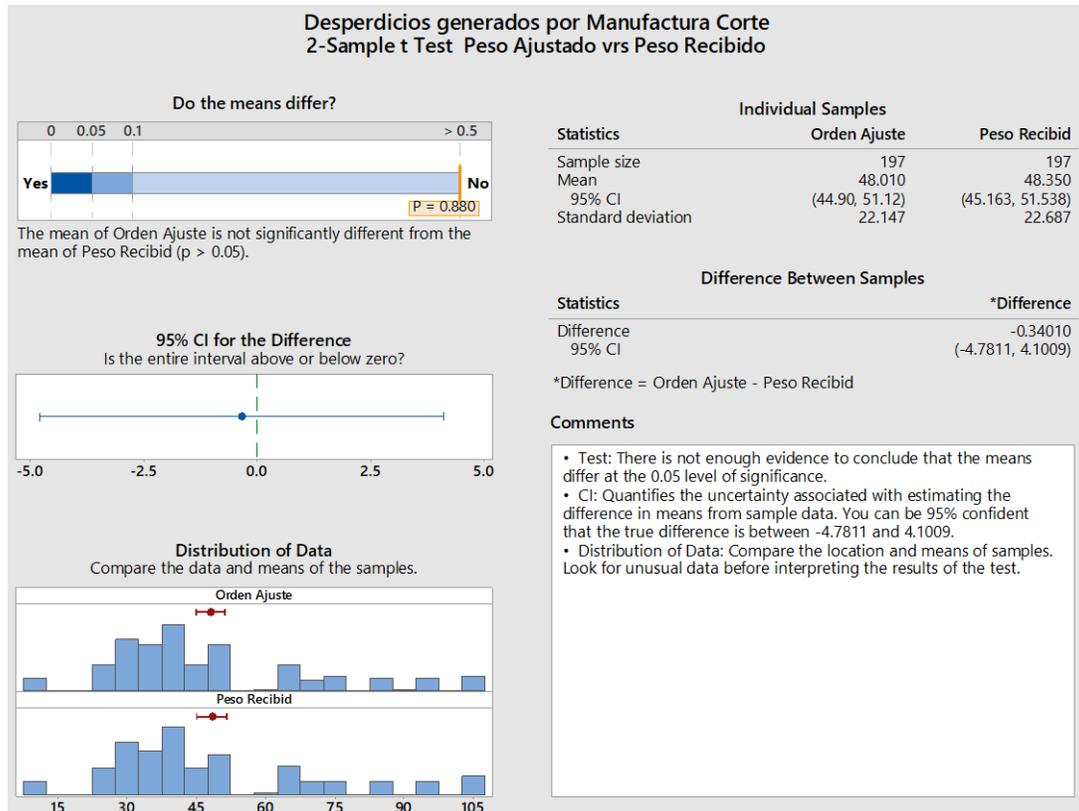


Figura 28. Peso ajustado vrs Peso Físico recibido

En la imagen se muestra el resultado de la medición del peso en orden de scrap contra el peso validado físico, en el cual se declara el siguiente análisis. Del total de las 197 mediciones en base a la muestra obtenida, la media promedio en orden por desperdicios ajustada en sistema fue de 48.01 lbs contra 48.35 lbs de la validación física, con una desviación estándar de 22.15 y 22.69, lo que significa que existe buena exactitud. Por lo tanto, se concluye que utilizando los resultados de la figura con respecto al p-value y el nivel de significancia el proceso es confiable.

4.1.4 DESPERDICIOS GENERADOS POR REPROCESOS Y DEFECTOS CALIDAD

A continuación, se muestra en la siguiente imagen los datos obtenidos de la medición de peso de los desperdicios o scrap generados por Reprocesos o defectos de Calidad en cada una de las áreas de producción y se pretende investigar si todos los desperdicios por dichas causas son dados de baja o eliminados del sistema de inventarios, la medición se hizo en base a la orden de scrap contra la validación física.

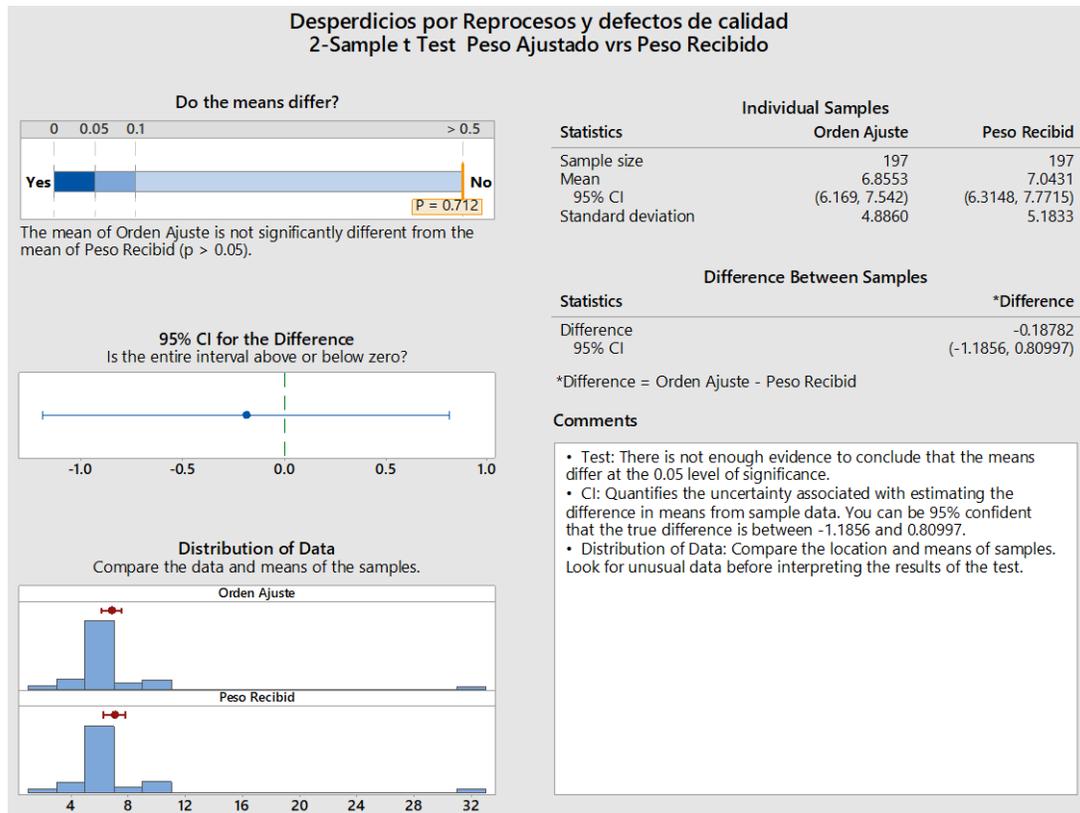


Figura 29. Peso ajustado vrs Peso Físico recibido

Como resultado de la medición del peso en orden de scrap contra el peso validado físico, se declara el siguiente análisis. Del total de las 197 mediciones en base a la muestra obtenida, la media promedio en orden por desperdicios ajustada en sistema fue de 6.86 lbs contra 7.04 lbs de la validación física, con una desviación estándar de 4.88 para la orden de ajuste y 5.18 para a validación física, lo que significa que existe buena exactitud. Por lo tanto, se concluye que utilizando los resultados de la figura con respecto al p-value y el nivel de significancia el proceso es confiable.

4.1.5 DESPERDICIOS GENERADOS POR MANEJO

En la siguiente imagen se muestran los datos de la medición de peso de los desperdicios o scrap generados por Manejo que por lo general se dan en el almacén por falta de entrenamiento de los montacarguistas y se da durante el acomodo en racks, la medición se hizo en base a la orden de scrap contra la validación física.

Imagen de la medición del peso ajustado vrs Peso Físico recibido.

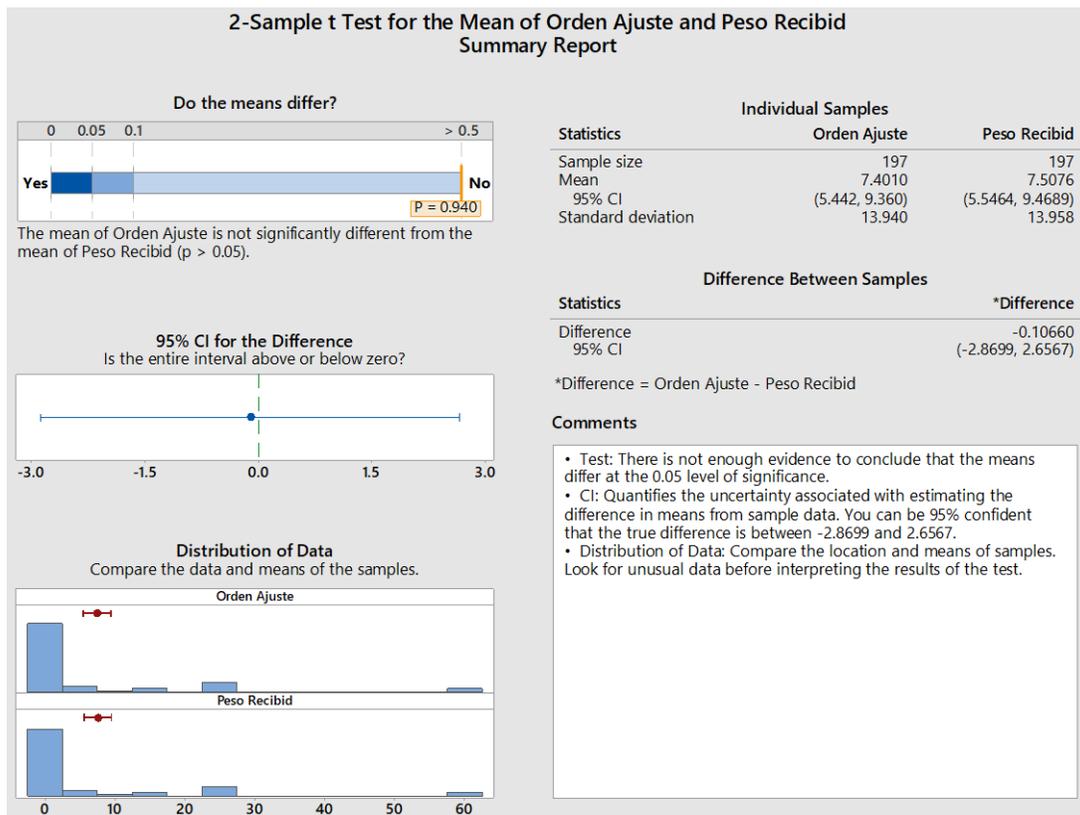


Figura 30. Peso ajustado vrs Peso Físico recibido.

En la imagen se muestra el resultado de la medición del peso en orden de scrap contra el peso validado físico, en el cual se declara el siguiente análisis. Del total de las 197 mediciones en base a la muestra obtenida, la media promedio en orden por desperdicios ajustada en sistema fue de 7.40 lbs contra 7.50 lbs de la validación física, con una desviación estándar de 13.94 y 13.96, lo que significa que existe buena exactitud. Por lo tanto, se concluye que utilizando los resultados de la figura con respecto al p-value y el nivel de significancia el proceso es confiable.

4.1.6 DESPERDICIOS GENERADOS POR MACRO-CÉLULAS

A continuación, se muestra en la siguiente imagen los datos obtenidos de la medición de peso de los desperdicios o scrap generados por Macro-células, los desperdicios generados en este proceso se ocurren por problemas de temperatura en la operación de soldadura. La medición se hizo en base a la orden de scrap contra la validación física.

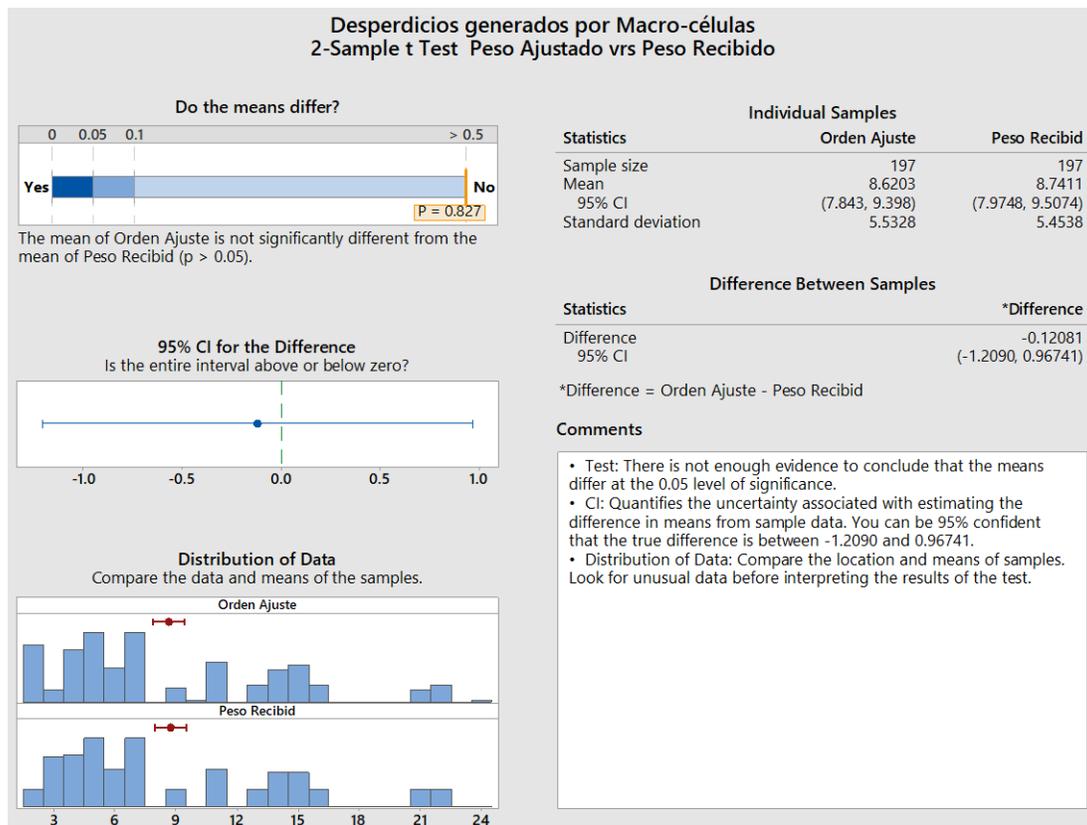


Figura 31. Peso ajustado vrs Peso Físico recibido.

Como resultado de la medición del peso en orden de scrap contra el peso validado físico, se declara el siguiente análisis. Del total de las 197 mediciones en base a la muestra obtenida, la media promedio en orden por desperdicios ajustada en sistema fue de 8.62 lbs contra 8.74 lbs de la validación física, con una desviación estándar de 5.53 para la orden de ajuste y 5.45 para a validación física, lo que significa que existe buena exactitud. Por lo tanto, se concluye que utilizando los resultados de la figura con respecto al p-value y el nivel de significancia el proceso es confiable.

4.1.7 DESPERDICIOS GENERADOS POR TURNOS

A continuación, se muestra en la siguiente imagen los datos obtenidos de la medición del desperdicio generado por turno para determinar si existe alguna diferencia en los ajustes de inventarios, ya que ambos turnos trabajan a igual capacidad y la tendencia de ajustes no debería de verse afectada significativamente. La medición se hizo en base a datos históricos proporcionados.

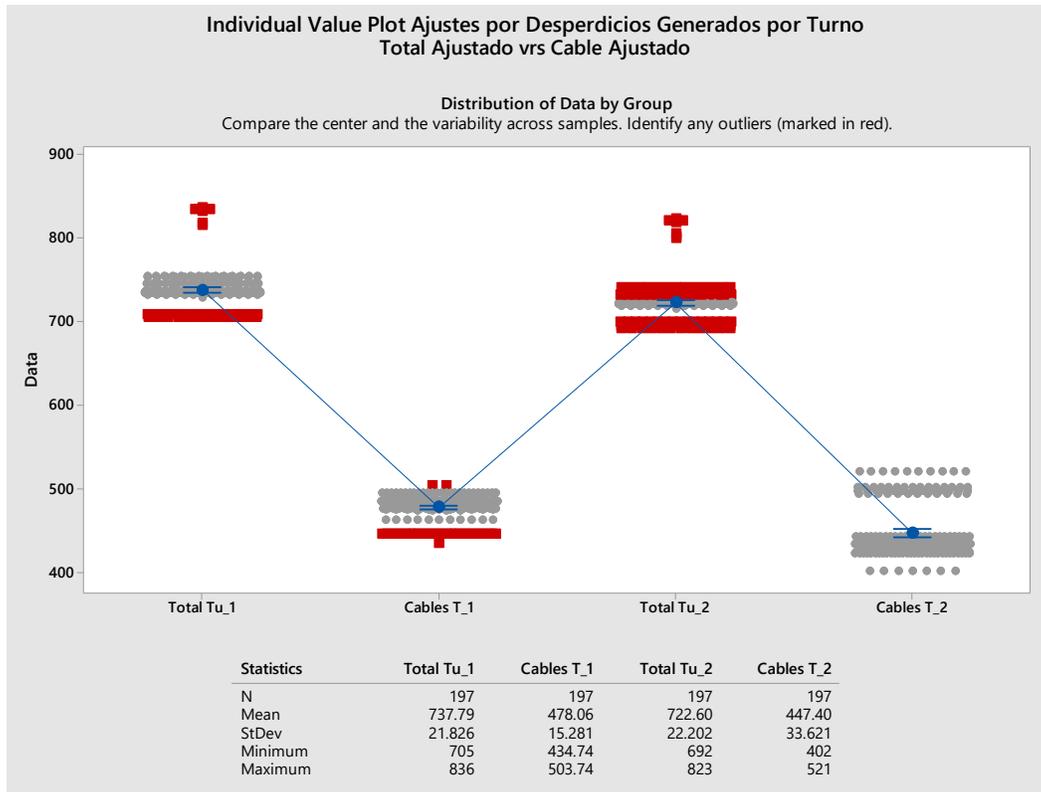


Figura 32. Desperdicios ajustados por turno y diferenciación lógica en cables

En la imagen se muestra el resultado consolidado de cada uno de los ajustes por desperdicios realizados por turno y la cantidad de cable ajustado de la orden. La media promedio en orden por desperdicios ajustado en Turno A fue de 737.79 lbs, del cual ajuste por cables representan 478.06 lbs con un porcentaje de 65% del total ajustado, contra 722.60 lbs en turno B, del cual los ajustes por cables representan 447.40 lbs con un porcentaje de 62%, lo que indica que la tendencia es muy cercana al porcentaje general proporcionado por Lear que es un “63%”. Por lo tanto, se concluye que utilizando los resultados de la figura con respecto al p-value y el nivel de significancia el proceso es confiable.

A continuación, se muestra una tabla con las mediciones y el análisis consolidado del resultado de las medias de cada proceso.

Tabla 12. Resultado mediciones Consolidado.

Desperdicio por Tipo de Proceso	Media Lbs Orden Generada	Media Lbs Recibidas Medición	Diferencia Media no Ajustar	Total Ajustes Generados	Diferencia Libras no Ajustado	Costo Unitario	Valor Pérdida
Unidades de Ensamble	22.741	22.769	0.03	1,190	33.32	\$ 2.0270	\$ 67.54
Pruebas de Metrología	15.863	16.041	0.2	1,190	211.82	\$ 2.0270	\$ 429.36
Manufactura Corte	48.010	48.350	0.3	1,190	404.60	\$ 2.0270	\$ 820.12
Reprocesos y defectos de calidad	6.855	7.043	0.2	1,190	223.72	\$ 2.0270	\$ 453.48
Desperdicios por Manejo	7.401	7.507	0.1	1,190	126.14	\$ 2.0270	\$ 255.69
Macro-células	8.620	8.741	0.1	1,190	143.99	\$ 2.0270	\$ 291.87
					1,143.59		\$ 2,318.06

Como resultado se puede concluir que todos los desperdicios generados en cada proceso de Lear están bien controlados y estadísticamente, el valor pendiente por ajustar en base a la media encontrada es \$2,318 lo cual solo explica el 1% de la discrepancia total. Por lo tanto, los procesos internos por ajustes de desperdicios o scrap no son la causante de las pérdidas en inventario.

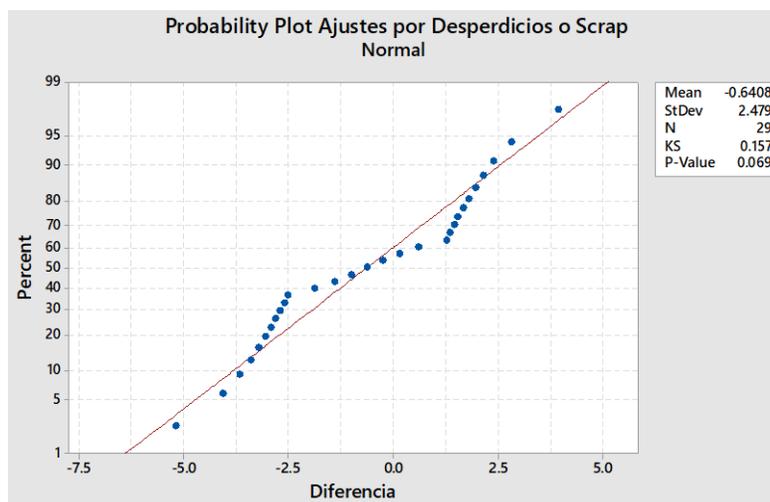


Figura 33. Prueba de normalidad de los datos

En la prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov se muestra que los datos tomados en base a la muestra por desperdicios o scrap son confiables y siguen una distribución normal.

4.2 VARIACIÓN EN EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN

Las causas especiales de variación frecuentemente son llamadas causas asignables. Se refiere a cualquier factor o factores que causan variación en relación con una operación específica o en un momento particular en el tiempo. Solo si todas las causas especiales de variación son identificadas y corregidas, ellas continuarán afectando la salida del proceso de una manera impredecible. Si hay causas especiales de variación, la salida del proceso no es estable a través del tiempo y por supuesto tampoco es predecible. Cuando en el proceso existen causas especiales de variación, la distribución del proceso toma cualquier forma y es por lo tanto impredecible. Por causas comunes de variación se entienden aquellas fuentes de variación en un proceso que están bajo control estadístico. Esto significa que todas las mediciones se encuentran dentro de los límites de variación normal, los cuales se determinan sumando y restando tres desviaciones estándar al promedio de esas mediciones. (Medina, 2010)

A continuación, se muestra un análisis de modo y efecto de fallas para las dimensiones identificadas como potenciales causantes de pérdidas en los inventarios.

Process / Product Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)											
Process or Product Name:		Pérdidas por Discrepancias de Inventario en Cable Automotriz				Prepared by: Equipo Materiales / Manufactura / Ingeniería / Calidad			Page <u> 1 </u> of <u> 1 </u>		
Responsible:		Jhonny Alberto Trochez Canales				FMEA Date (Orig) <u> 05/28/19 </u> (Rev) <u> #1 </u>					
Key Process Input	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OC	Current Controls	DET	RPN	Actions Recommended	Resp.	Actions Taken
Variación en el Proceso en Transformación	Mayor consumo de Cable por Circuito	Diferencia en la longitud	7	Máquina mala	5	Auditoria de tres primeras piezas	5	175	Validación del Proceso	Manufactura	En base a la muestra de la población, se realizarán 197 mediciones
	Configuración de la Máquina	Diferencia en la longitud	10	Set up Incorrecto	0	Poka Yoke en cada máquina	10	0	El proceso es seguro	Manufactura	No se puede medir, ya que el sistema de detección es seguro.

Figura 34. Análisis de modo y efecto de fallas

Como resultado del análisis de modo y efecto de fallas se analizaron las dos variables que identificadas que pueden generar pérdidas en el inventario, que son; mayor consumo de cable por circuito o producir cables con mayor longitud y problemas con la configuración o set up asignado

a la maquinaria. Se determinó a través del criterio de un equipo multidisciplinario que se realizará validación de la causa de mayor consumo de cable por circuito y descartar la variable de configuración de la maquinaria, debido a que existe un excelente proceso de detección a través de un diseño a prueba de errores Poka Yoke el cual impide colocar un set up diferente al nombre del circuito a fabricar, de ser una asignación deferente a la requerida en la configuración la maquina se bloquea y no permite su uso sino hasta asignar la configuración correcta.

Poka-Yoke es una herramienta procedente de Japón que significa “a prueba de errores”. Lo que se busca con esta forma de diseñar los procesos es eliminar o evitar equivocaciones, ya sean de origen humano o automatizado. Este sistema se puede implantar también para facilitar la detección de errores. Si nos centramos en las operaciones que se realizan durante la fabricación de un producto, estas pueden tener muchas actividades intermedias y el producto final puede estar formado por un gran número de piezas. Durante estas actividades, puede haber ensamblajes y otras operaciones que suelen ser simples pero muy repetitivas. En estos casos, el riesgo de cometer algún error es muy alto, independientemente de la complejidad de las operaciones. Los “Poka-Yokes” ayudan a minimizar este riesgo con medidas sencillas y baratas. (González González & Bernal, 2012)

4.2.1 MAYOR CONSUMO DE CABLE POR CIRCUITO

Por medio de esta variable se necesita validar el proceso de corte para asegurar que no exista variaciones que afecten los inventarios, en este caso representa una pérdida por lo cual se requiere verificar si existen variaciones positivas ósea mayor longitud por circuito fabricado y afectan la productividad de la organización. Por medio de la productividad se pone a prueba la capacidad de una estructura para desarrollar los productos y el nivel en el cual se aprovechan los recursos disponibles. La mejor productividad supone una mayor rentabilidad en cada empresa. De esta manera, la gestión de calidad busca que toda firma logre incrementar su productividad. En una empresa, la productividad es fundamental para crecer o aumentar la rentabilidad y para alcanzar una buena productividad deben analizarse con detenimiento los métodos utilizados.(Rombiola, 2012)

A continuación, se muestra un diagrama de Pareto con el resultado de los circuitos de mayor volumen de producción para considerar el 80% de las principales fuentes de variación.

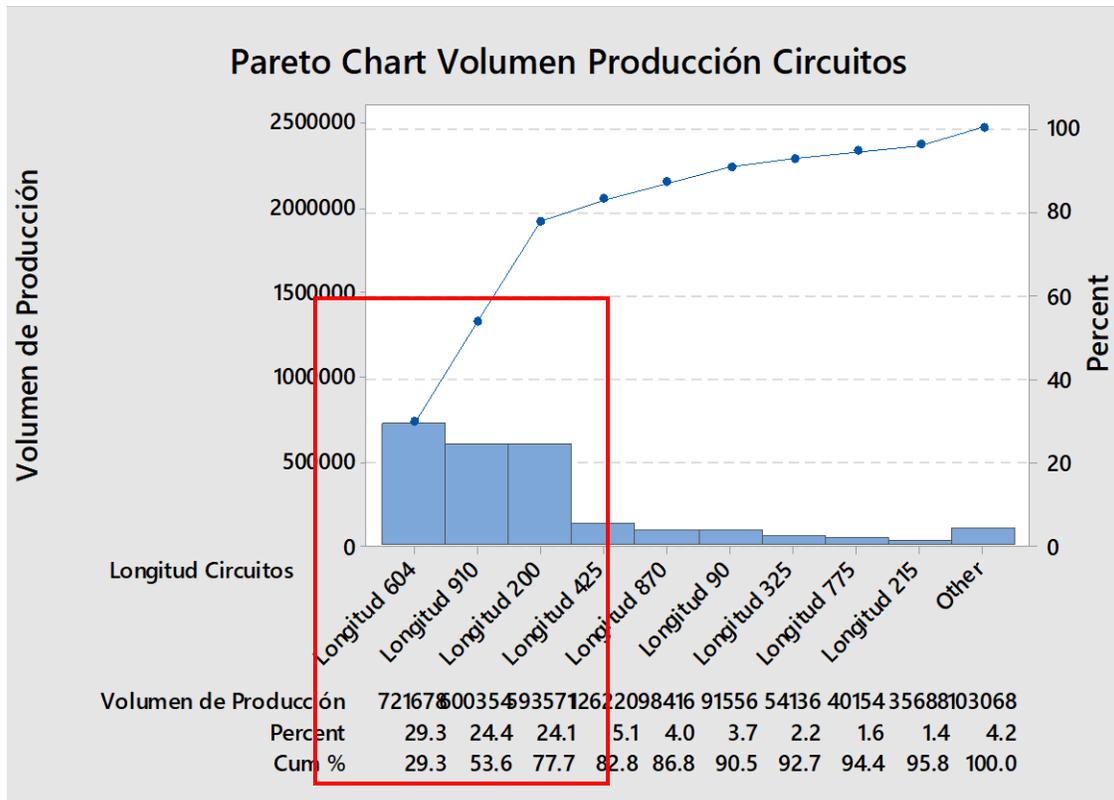


Figura 35. Pareto de volumen de producción por circuitos.

En imagen se muestra el volumen de producción por circuitos, en la cual se puede observar que el 78% de la producción está concentrado en tres tipos de longitud: 604mm, 910mm y 200mm, de existir un problema de variación o mayor consumo de cable por circuitos que generan pérdidas para la organización debería de representarse en estas tres diferentes muestras. Se realizarán mediciones para medir la capacidad del proceso y media encontrada de las 197 muestras de estos tres circuitos que son procesados en todas las máquinas de producción (Komax) de la planta y se tomarán 66 muestras por cada circuito midiendo longitud con una cinta métrica metálica para evitar variación y mejorar la exactitud de cada una de las mediciones de longitudes.

A continuación, se muestra el resultado de las mediciones en el circuito de 910mm.

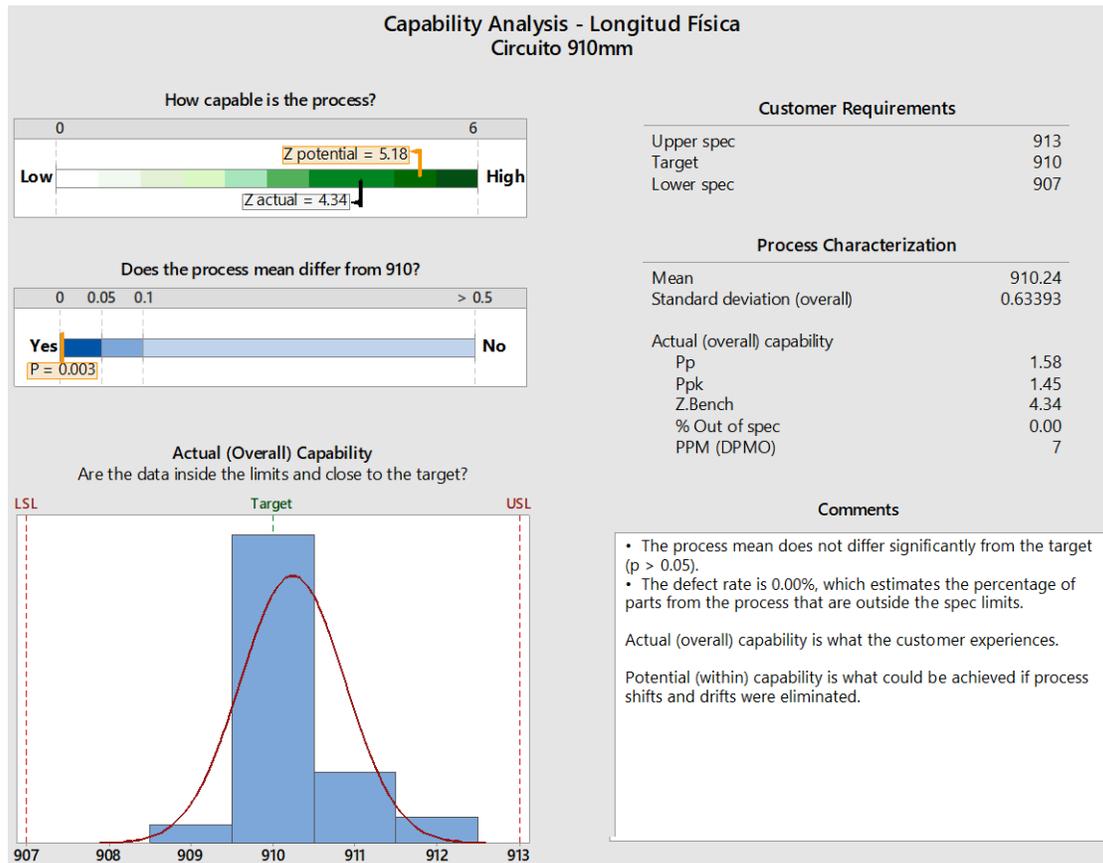


Figura 36. Resultado medición de longitud física 910mm

En el resultado del estudio de capacidad se puede observar que todas las mediciones están dentro de los límites de aceptación de 3mm, con una media de 910.24 de un target de 910, con una desviación estándar de 0.63. Además, se puede observar un PP (desempeño potencial) de 1.58 y PPK (desempeño potencial real) de 1.45, lo cual indica que la capacidad del proceso es muy adecuada. (Salazar López, 2016b). Además, hay un nivel sigma de 4.34 lo que significa que el proceso está muy centrado de acuerdo con la media de la población, lo cual solo permite siete defectos por millón de oportunidades y cumple con las necesidades del cliente. (Guerrero, 2019)

A continuación, se muestra el resultado de las mediciones en el circuito de 604mm

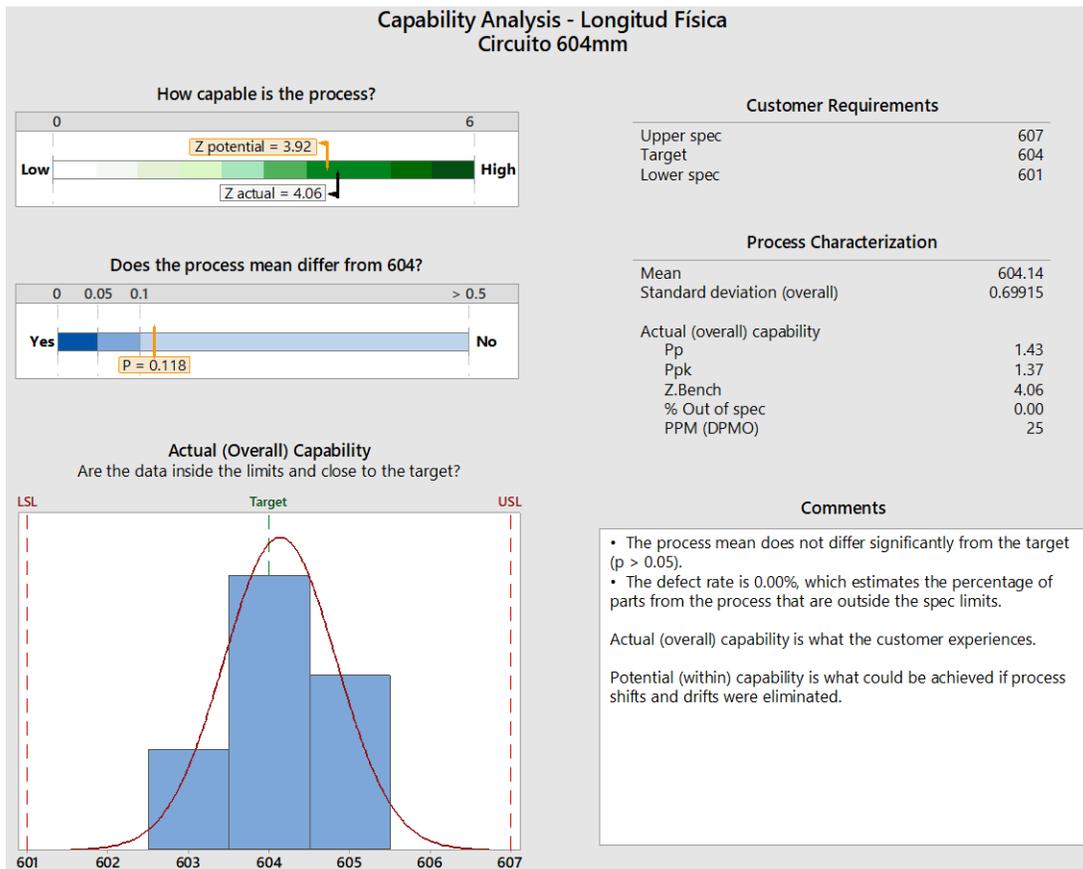


Figura 37. Resultado medición de longitud física 604mm

En el resultado del estudio de capacidad se puede observar que todas las mediciones están dentro de los límites de aceptación de 3mm, con una media de 604.14 de un target de 604, con una desviación estándar de 0.69. Además, se puede observar un PP (desempeño potencial) de 1.43 y PPK (desempeño potencial real) de 1.37, lo cual indica que la capacidad del proceso es muy adecuada. (Salazar López, 2016b) Además, hay un nivel sigma de 4.06 lo que significa que el proceso está muy centrado de acuerdo con la media de la población, lo cual solo permite 25 defectos por millón de oportunidades y cumple con las necesidades del cliente. (Guerrero, 2019)

A continuación, se muestra el resultado de las mediciones en el circuito de 200mm

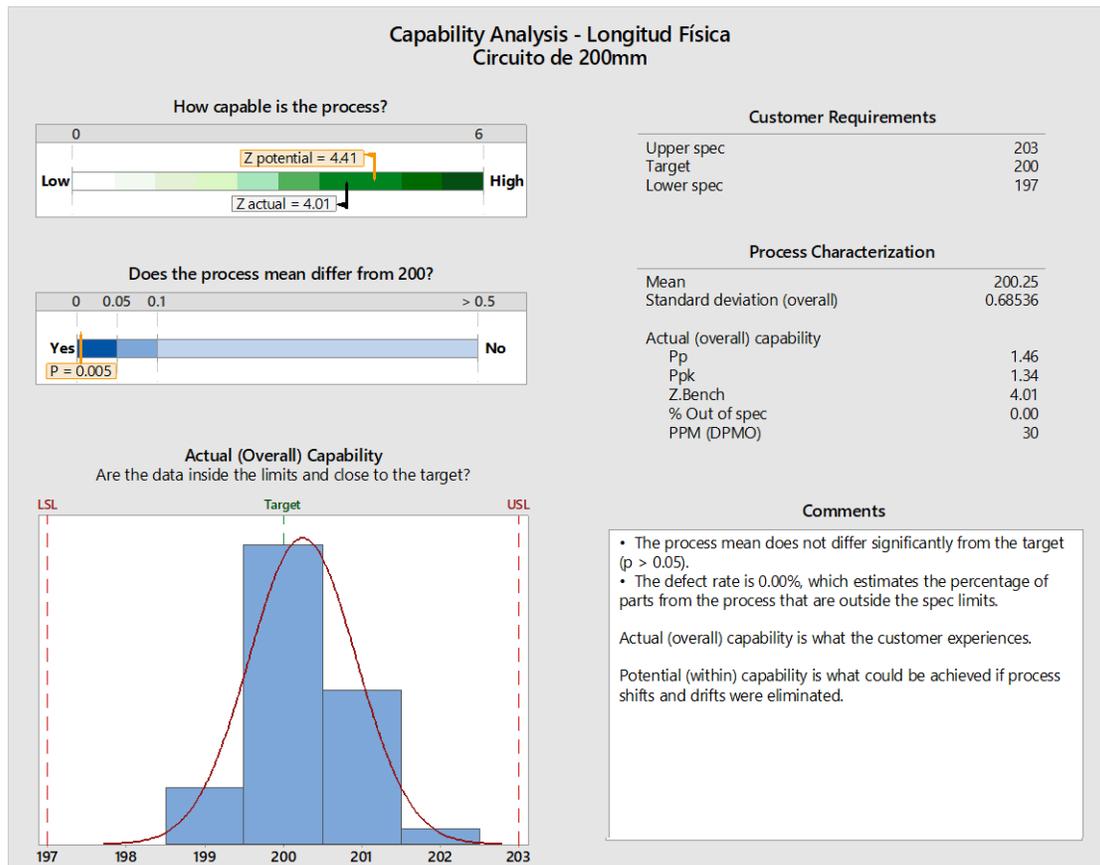


Figura 38. Resultado medición de longitud física 200mm

En el resultado del estudio de capacidad se puede observar que todas las mediciones están dentro de los límites de aceptación de 3mm, con una media de 200.25 de un target de 200, con una desviación estándar de 0.69. Además, se puede observar un PP (desempeño potencial) de 1.46 y PPK (desempeño potencial real) de 1.34, lo cual indica que la capacidad del proceso es muy adecuada. (Salazar López, 2016b) Además, hay un nivel sigma de 4.01 lo que significa que el proceso está muy centrado de acuerdo con la media de la población, lo cual solo permite 30 defectos por millón de oportunidades y cumple con las necesidades del cliente. (Guerrero, 2019). A continuación, se muestra la tabla de consolidación de los resultados obtenidos en base al estudio de capacidad según la longitud media.

Tabla 13. Consolidación de resultados de la variación del proceso por longitud de circuitos.

Longitud Estándar (mm)	Longitud Media Encontrada (mm)	Diferencia Negativa	Circuitos Procesados por Día	Discrepancia Negativa	Días Laborados (Enero-Abril)	Diferencia Total Negativa Consumido (mm)	Diferencia Total Negativa Consumido (pies)	Costo Unitario (Longitud)	Pérdida Total
910	910.24	0.24	600,354	144,085	85	12,247,221.60	40,183	\$ 0.0584	\$ 2,347
604	604.14	0.14	721,678	101,035	85	8,587,968	28,177	\$ 0.0388	\$ 1,092
200	200.25	0.25	593,571	148,393	85	12,613,384	41,385	\$ 0.0129	\$ 532
							109,745	\$ 3,972	

Se concluye que la variación en el proceso es poco significativa, se tiene un buen desempeño y la maquinaria cumple sus niveles máximos y mínimos de especificación +/- 3mm. Con respecto a la longitud de 910mm se encontró un total de discrepancia de pies por 40,183 que representa un costo de \$2,347, la longitud de 604mm con un total de discrepancia de 28,177 pies que representa un costo de \$1,092 y por último la longitud de 200mm con una discrepancia de 41,385 pies con un costo por \$532. Por lo cual el proceso es confiable y la variación solo representa el 1.1% del problema.

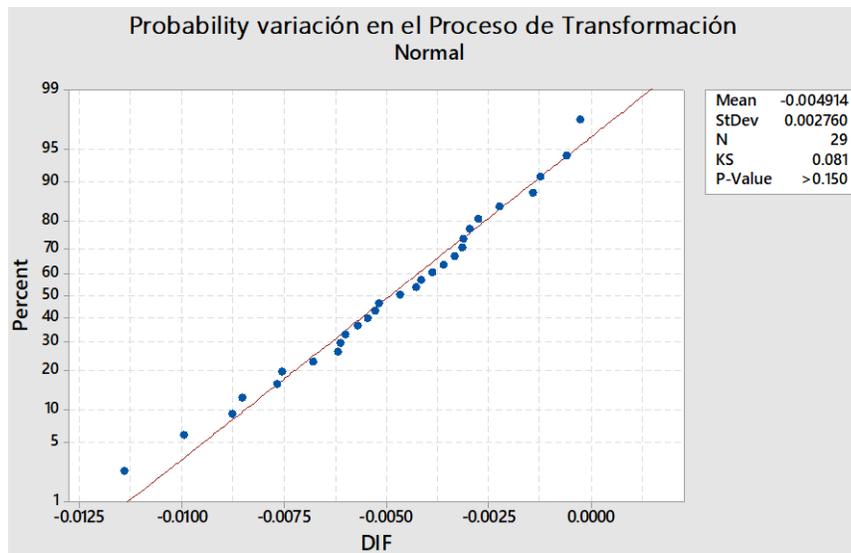


Figura 39. Prueba de normalidad del resultado del proceso de transformación.

En la prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov se muestra que los datos tomados en base a la muestra por desperdicios o scrap son confiables y siguen una distribución normal.

4.2.2 CONFIGURACIÓN DE LA MÁQUINA

Diagrama de procesos. A continuación, se muestran los pasos de cada uno de los procesos para transformación de circuitos.

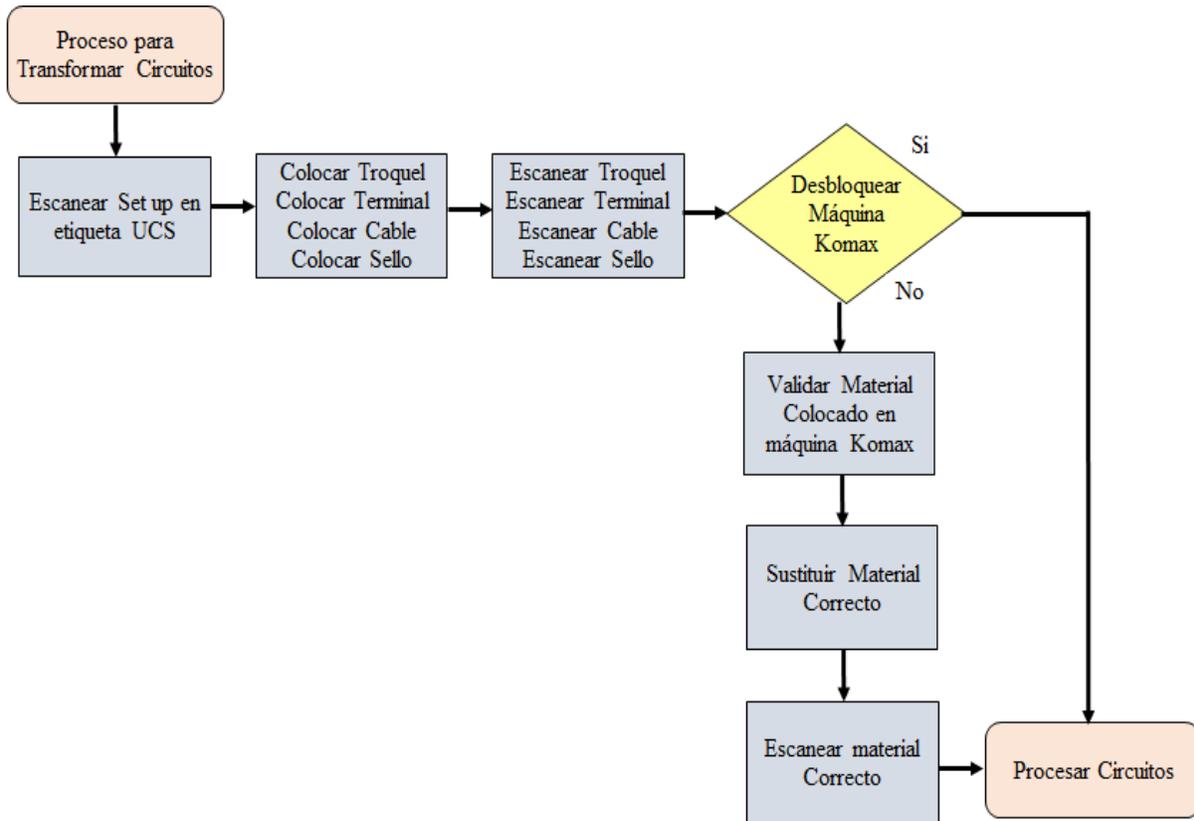


Figura 40. Diagrama de procesos

Como se muestra en el diagrama de procesos, el proceso de transformación de circuitos inicia desde asignar el set up o configuración correcta a la máquina, esto se hace por medio de la orden de producción generada a través de las etiquetas de lead prep (UCS), al escanear el nombre del circuito que se quiere procesar entonces la máquina asigna el tipo de material que se requiere, luego se procede a colocar el material que se especificó y se escanea, de no desbloquearse la máquina significa que el material es incorrecto y se procede a revalidar el tipo de material montado y sustituir al correcto. El Poka Yoke actúa para evitar errores de procesar un circuito con un material diferente lo que ocasionaría serios problemas en la calidad, en el producto terminado y pérdidas. Por lo tanto, se concluye que el proceso es confiable y no existen evidencias de pérdidas en inventario por errores de configuración de la máquina.

4.3 PROBLEMAS EXTERNOS DE DISCREPANCIAS DE INVENTARIO

Se necesita identificar todos los procesos externos desde el transporte de la materia prima, el recibo en almacén, acomodo en rack y la validación física validando que el proveedor de cable envía la cantidad facturada.

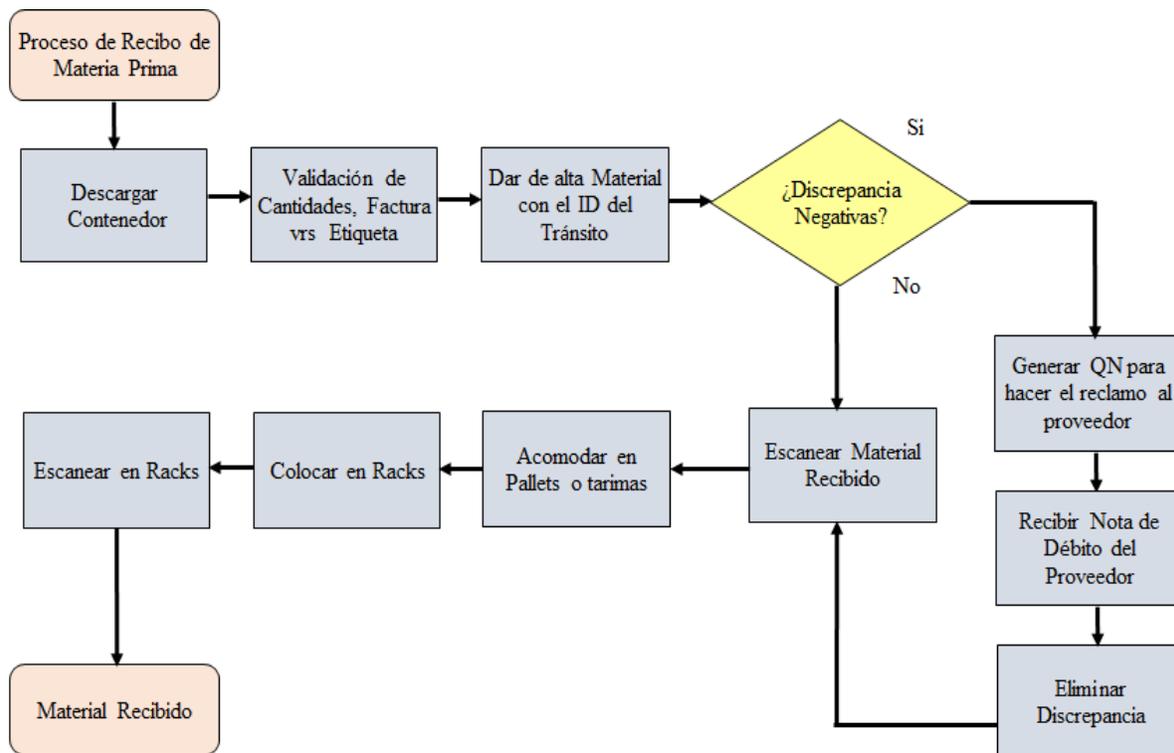


Figura 41. Diagrama de Proceso de Recibo de Materia Prima

El proceso de recibo de materia prima se realiza bajo muchos controles de seguridad. Cuando se recibe un contenedor a la planta se registra el número de ID (In transit declaration), al realizar la descarga se genera un registro de materia prima que debe ser recibido. Cada caja o carrete debe ser escaneado ya que el ingreso al sistema ERP se hace en base a unidad y de no escanearse un número de parte o haga falta por discrepancia negativa, entonces se genera una alerta que debe ser resuelta. Para solucionar las discrepancias se genera un QN (Quality Notification) en la que se informa al proveedor la responsabilidad del faltante que es devuelto con una nota de débito para hacer la rebaja del costo de la factura, al realizar todos estos pasos se procede a colocar en rack todo lo recibido y escanear a la posición asignada para su registro físico en sistema ERP.

A continuación, se muestra un análisis de modo y efecto de fallas de cada una de las dimensiones identificadas como problemas externos de discrepancias de inventario de cable automotriz.

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Process / Product Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) </div>											
Process or Product Name:		Pérdidas por Discrepancias de Inventario en Cable Automotriz				Prepared by: Equipo: Materiales / Manufactura / Ingeniería / Calidad			Page __1__ of __1__		
Responsible:		Jhonny Alberto Trochez Canales				FMEA Date (Orig) __05/28/19__ (Rev) __#1__					
Key Process Input	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	S E V	Potential Causes	O C C	Current Controls	D E T	R P N	Actions Recommended	Resp.	Actions Taken
Problemas externos de discrepancias de Inventario	Discrepancia de Inventario en Rack	Diferencia en sistema y fisico	7	Material recibido no se acomoda en racks	5	Auditorias Diarias	5	175	Validación del Proceso	Manufactura	En base a la muestra de la población, se realizarán 292 mediciones
	Recibas de acuerdo a lo facturado por el proveedor	Enviar menos de lo facturado	10	Pérdidas en inventario	8	No existe un sistema de medición por la complejidad, solo se realiza una inspección visual	3	240	Validación del Proceso	Manufactura	En base a la muestra de la población, se realizarán 292 mediciones
	Cambios Ambientales	Se contrae y disminuye el volumen	8	Discrepancias negativas	1	Revisar especificaciones	5	40	Revisar especificaciones de cada tipo de cable automotriz	Calidad	No se han presentado casos, los cables están diseñados para soportar temperaturas de 280°C y cualquier tipo de cambios ambientales.
	Error en unidad de medida	Facturar Metros en lugar de pies	10	Discrepancias negativas	0	El sistema no permite el ingreso.	0	0	El proceso es seguro	Materiales	No se puede medir, ya que el sistema de detección es seguro.

Figura 42. Análisis de modo y efecto de fallas

Como resultado del análisis de modo y efecto de falla, se determinó realizar mediciones y validaciones del proceso de discrepancias de inventario en rack para asegurar que el material recibido en almacén es colocado en posición de inventario en stock y que no existen recibas fantasmas, también se determinó analizar y medir las recibas de acuerdo con lo facturado por el proveedor de cables para garantizar que es recibido físicamente el cable que es facturado. Con respecto a los cambios ambientales se determinó que no es una causa de discrepancia debido a que las especificaciones y la capacidad térmica de los cables es superior a los 200°C además no se han presentado casos que el cobre o el forro sufran algún tipo de contracción, con respecto a los errores por unidad de medida se descartó la posibilidad de una pérdida debido a que el sistema no puede hacer recibas de una unidad de medida diferente a pies.

4.3.1 DISCREPANCIA DE INVENTARIO EN RACK

Durante el proceso de recibo se siguen una serie de procedimientos hasta acomodar el material en rack, se realizan auditorias diarias procurando mantener una exactitud mínima del 98% en almacén. A continuación, se muestra la tendencia de exactitud en base a las auditorias diarias.

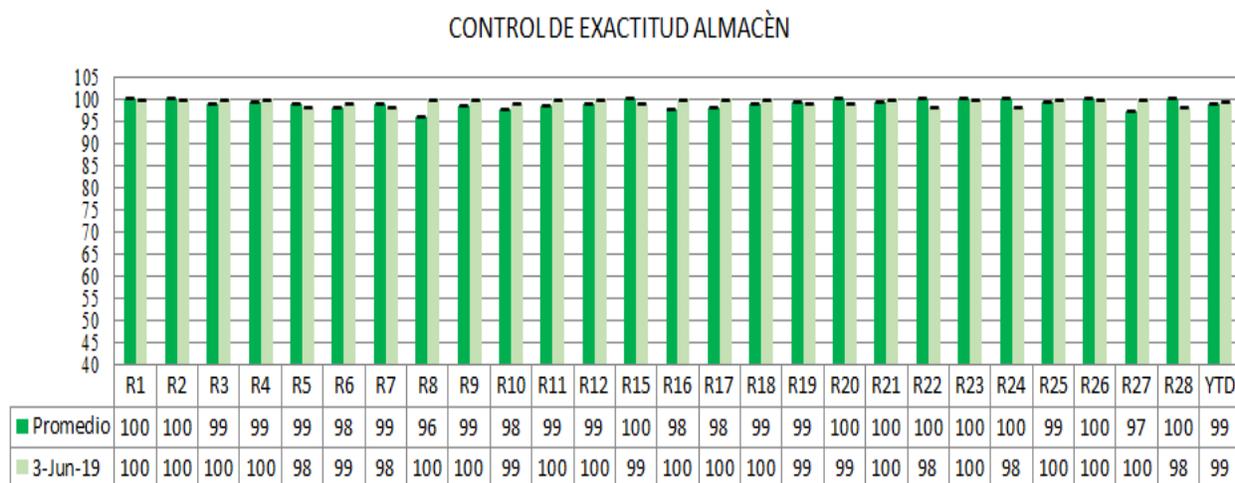


Figura 43. Control de exactitud en almacén por racks.

Fuente (Lear,2019)

En base a la tendencia de la información proporcionada no se encuentra evidencia de discrepancias de inventario en rack, cada rack mantiene una tendencia promedio a la fecha de 99% al igual que la última auditoría realizada el 3/Junio con 197 muestras en base a la población que se encontró el mismo porcentaje que la tendencia promedio actual. Por lo cual no existe evidencia de haber discrepancias en rack que puedan generar pérdidas en el inventario y se concluye que el proceso es confiable y todo el material recibido y escaneado en almacén es colocado en su ubicación de material en stock y no existen recibas fantasmas que puedan generar pérdidas económicas a la organización. Mantener una buena exactitud de inventario es una prioridad base para cada uno de los procesos y se realizan muchos controles para asegurar la consistencia en los resultados y principalmente en áreas como el almacén donde se almacena el mayor valor en inventario. Dicho seguimiento lo realiza el departamento de análisis de inventarios y planeación.

4.3.2 RECIBAS DE ACUERDO CON LO FACTURADO POR EL PROVEEDOR

Se necesita establecer un sistema de medición para validar la cantidad de pies recibidos contra la cantidad de pies facturados por el proveedor, actualmente no existe un sistema de medición ya que es muy difícil saber con exactitud la cantidad de cable por cada carrete o estándar pack. Una forma de realizar la medición es a través de pruebas de consumo, en la cual se produce de principio a fin un carrete o estándar pack y se contabiliza la cantidad de circuitos cortados, luego se convierte de milímetros a pies para tener un dato exacto de la cantidad de pies producidos pero el proceso de consumir un carrete o estándar pack demora entre 6-7 horas por lo cual la validación tomaría mucho tiempo para realizar la prueba de consumo a 197 muestras. Por lo tanto, se requiere crear un factor o tara para poder contabilizar la cantidad de pies/libra para poder multiplicarlo por el peso total.

Tabla 14. Factor de conversión Pies / Libra

Tipo de Cable	Cantidad Muestra (pies)	Peso	Factor (Pies/Libra)
Calibre 0.50	100	0.414	241.55
Calibre 0.75	100	0.598	167.22
Calibre 1.00	50	0.390	128.21
Calibre 1.50	50	0.550	90.91
Calibre 2.00	50	0.746	67.02
Calibre 2.50	50	0.884	56.56

Se realizó un factor por tipo de calibre de cable con diferentes muestras obteniendo los mismos pesos que dividido a la cantidad de cable utilizado se creó un factor Pies/Libra para realizar la medición en base a peso lo cual una libra representaría la cantidad de pies generados en el factor. Basado en las 197 muestras se realizarán las siguientes pruebas de peso, 33 pruebas de peso en calibre 0.50, 0.75, 1.00, 1.50, 2.50 y 32 pruebas de peso en los calibres 2.50 analizando si existen diferencias entre el material facturado por el proveedor contra lo real físico.

A continuación, se muestra el resultado mediciones en cable virgen calibre 0.50

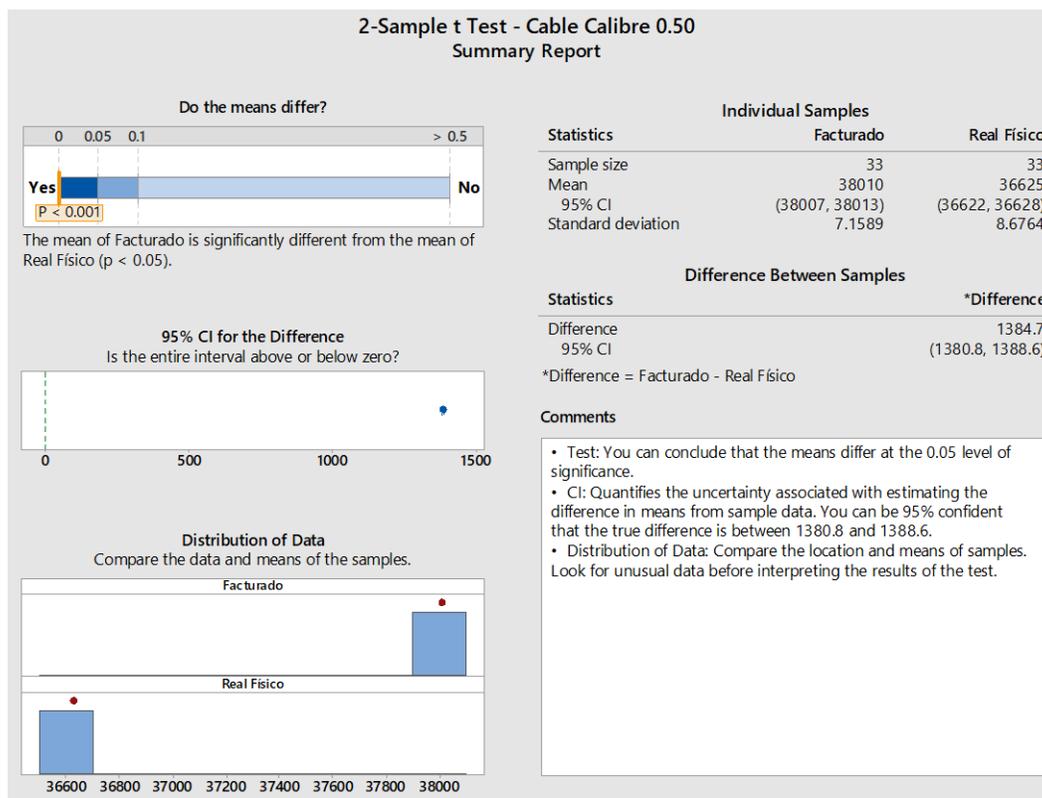


Figura 44. Resultado mediciones en cable virgen calibre 0.50

En el resultado de las mediciones en el calibre 0.50, se puede observar una media facturado por el proveedor es de 38,010 pies contra 36,625 pies real físico, existe una discrepancia media de 1,384 pies por cada carrete enviado por el proveedor con un 95% de índice de confianza que de cada carrete se recibirán entre 1,380-1,388 menos pies. Para validar la exactitud del factor Pies/Libras se realizó una prueba de consumo de un carrete, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 15. Validación análisis de consumo cable calibre 0.50

Cantidad Facturado	Cantidad Factor Pies/ Libra	Diferencia	Cantidad Producido
37,992	36,597	-1,395	36,581
Diferencia Facturado vrs Producido:		-1,411	
Diferencia Factor vrs Producido:		16	

El resultado muestra mucha exactitud contra el factor creado Pies/Libra con una diferencia de 16 pies y una diferencia negativa de 1,411 pies con respecto a lo facturado por el proveedor.

A continuación, se muestra el resultado mediciones en cable virgen calibre 0.75

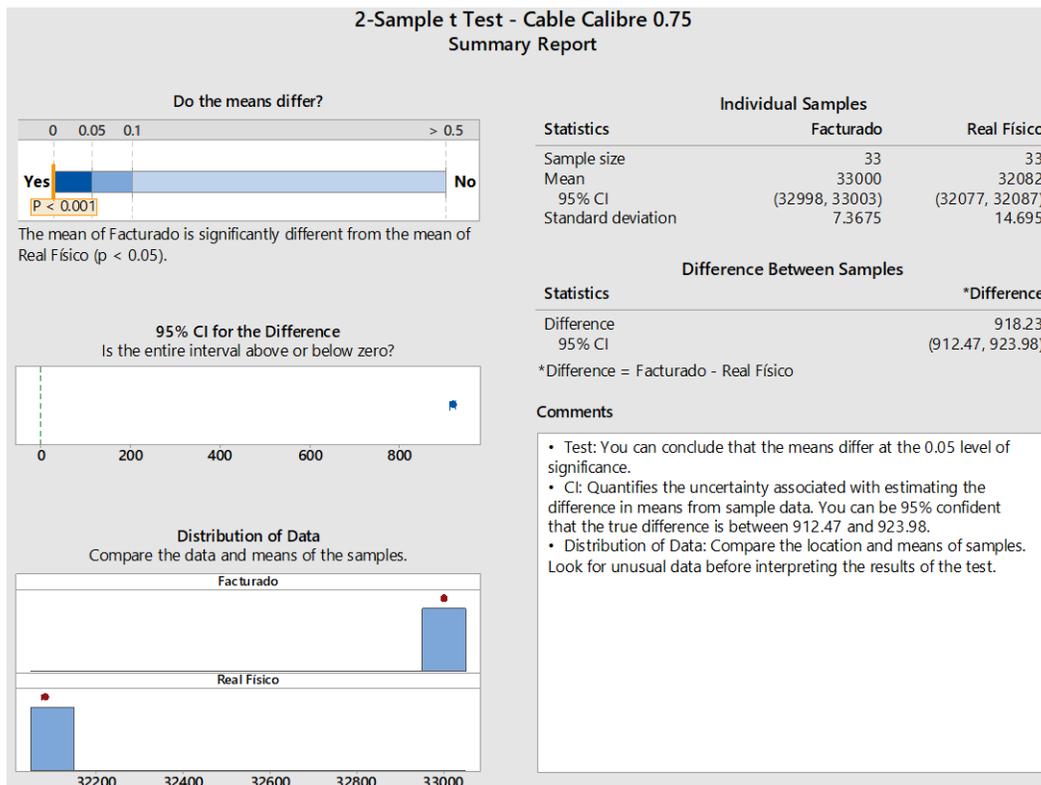


Figura 45. Resultado mediciones de carretes o estándar pack en cable virgen calibre 0.75

En el resultado de las mediciones en el calibre 0.75, se puede observar una media facturado por el proveedor es de 33,000 pies contra 32,082 pies real físico, existe una discrepancia media de 918 pies por cada carrete enviado por el proveedor con un 95% de índice de confianza que de cada carrete se recibirán entre 912-923 menos pies. Para validar la exactitud del factor Pies/Libras se realizó una prueba de consumo de un carrete, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 16. Validación análisis de consumo cable calibre 0.75

Cantidad Facturado	Cantidad Factor Pies/Libra	Diferencia	Cantidad Producido
32,990	32,079	-911	32,078
Diferencia Facturado vrs Producido:		-913	
Diferencia Factor Pies/Lbs vrs Producido:		2	

El resultado muestra mucha exactitud contra el factor creado Pies/Libra con una diferencia de 2 pies y una diferencia negativa de 913 pies con respecto a lo facturado por el proveedor.

A continuación, se muestra el resultado mediciones en cable virgen calibre 1.00

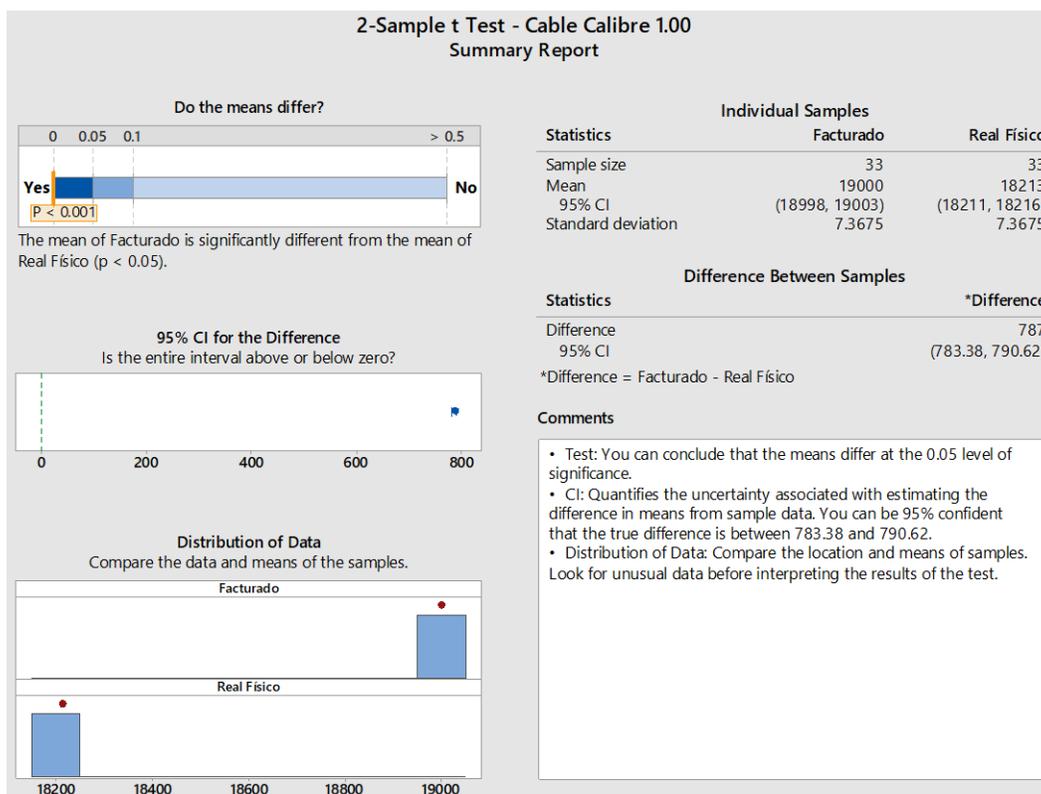


Figura 46. Resultado mediciones de carretes o estándar pack en cable virgen calibre 1.00

En el resultado de las mediciones en el calibre 1.00, se puede observar una media facturado por el proveedor es de 19,000 pies contra 18,213 pies real físico, existe una discrepancia media de 787 pies por cada carrete enviado por el proveedor con un 95% de índice de confianza que de cada carrete se recibirán entre 783-790 menos pies. Para validar la exactitud del factor Pies/Libras se realizó una prueba de consumo de un carrete, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 17. Validación análisis de consumo cable calibre 1.00

Cantidad Facturado	Cantidad Factor Pies/Libra	Diferencia	Cantidad Producido
19,005	18,215	-790	18,207
Diferencia Facturado vrs Producido:		-798	
Diferencia Factor Pies/Lbs vrs Producido:		8	

El resultado muestra mucha exactitud contra el factor creado Pies/Libra con una diferencia de 8 pies y una diferencia negativa de 798 pies con respecto a lo facturado por el proveedor.

A continuación, se muestra el resultado mediciones en cable virgen calibre 1.50

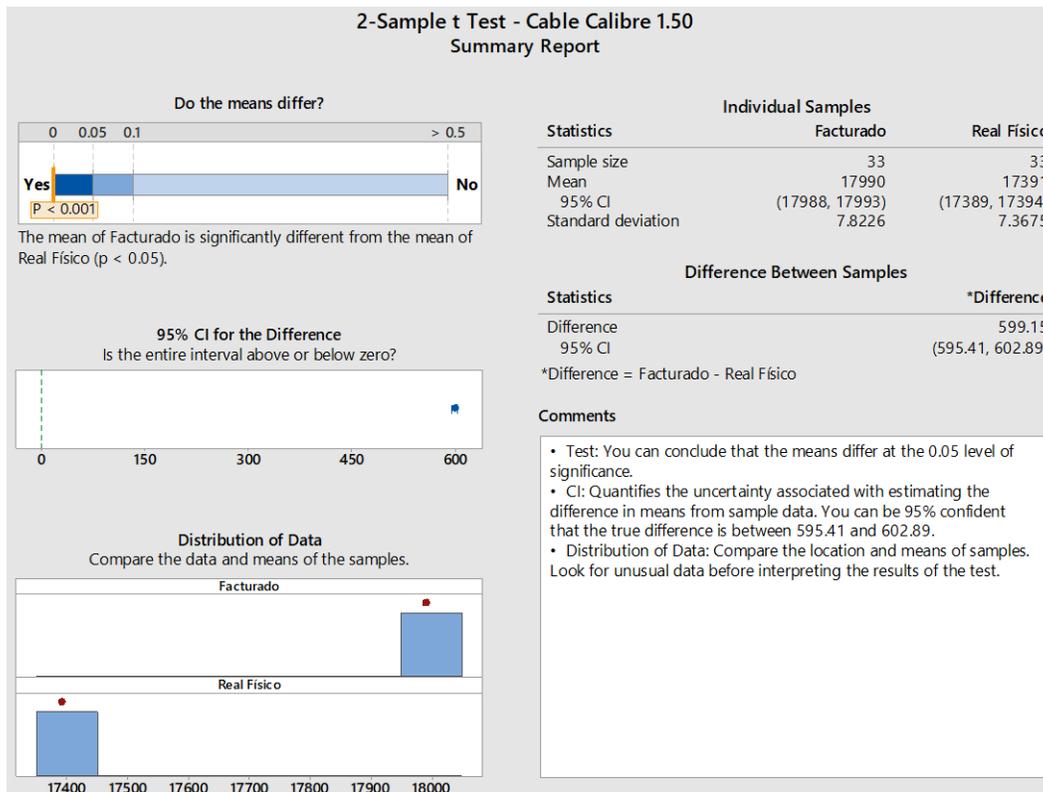


Figura 47. Resultado mediciones de carretes o estándar pack en cable virgen calibre 1.50

En el resultado de las mediciones en el calibre 1.50, se puede observar una media facturado por el proveedor es de 17,990 pies contra 17,391 pies real físico, existe una discrepancia media de 599 pies por cada carrete enviado por el proveedor con un 95% de índice de confianza que de cada carrete se recibirán entre 595-602 menos pies. Para validar la exactitud del factor Pies/Libras se realizó una prueba de consumo de un carrete, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 18. Validación análisis de consumo cable calibre 1.50

Cantidad Facturado	Cantidad Factor Pies/Libra	Diferencia	Cantidad Producido
21,008	20,325	-683	20,314
Diferencia Facturado vrs Producido:		-694	
Diferencia Factor Pies/Lbs vrs Producido:		11	

El resultado muestra mucha exactitud contra el factor creado Pies/Libra con una diferencia de 11 pies y una diferencia negativa de 694 pies con respecto a lo facturado por el proveedor.

A continuación, se muestra el resultado mediciones en cable virgen calibre 2.00

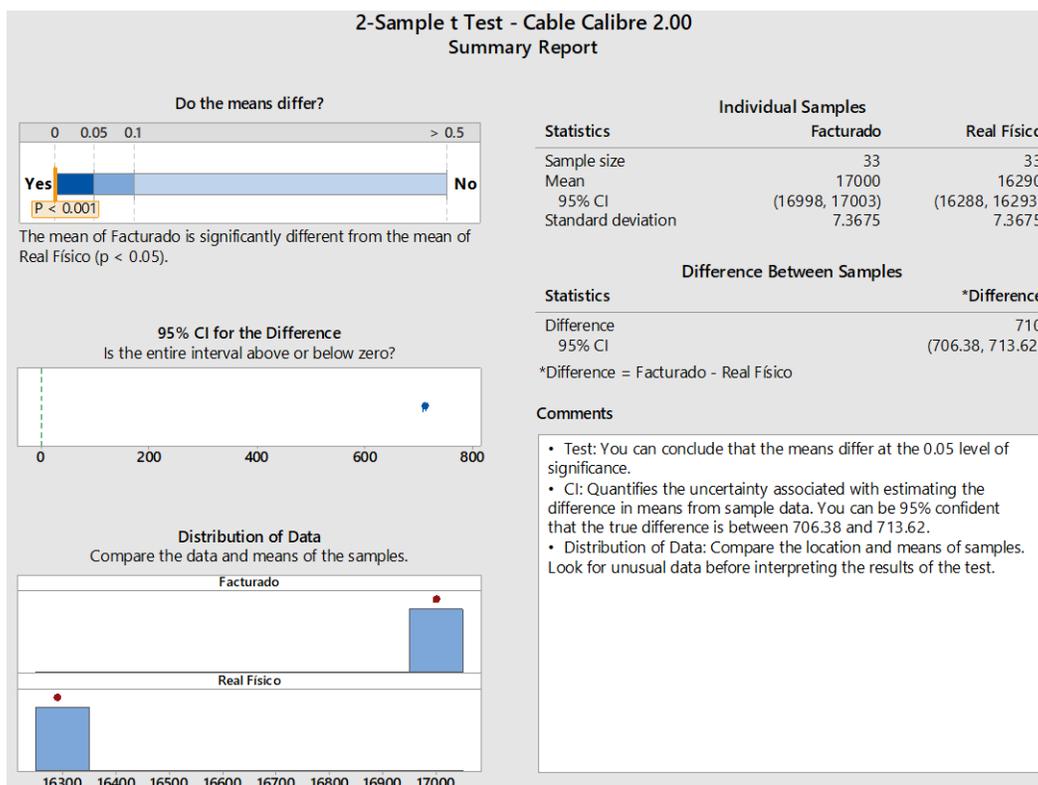


Figura 48. Resultado mediciones de carretes o estándar pack en cable virgen calibre 2.00

En el resultado de las mediciones en el calibre 2.00, se puede observar una media facturado por el proveedor es de 17,000 pies contra 16,290 pies real físico, existe una discrepancia media de 710 pies por cada carrete enviado por el proveedor con un 95% de índice de confianza que de cada carrete se recibirán entre 706-713 menos pies. Para validar la exactitud del factor Pies/Libras se realizó una prueba de consumo de un carrete, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 19. Validación análisis de consumo cable calibre 2.00

Cantidad Facturado	Cantidad Factor Pies/Libra	Diferencia	Cantidad Producido
12,010	11,294	-716	11,281
Diferencia Facturado vrs Producido:		-729	
Diferencia Factor Pies/Lbs vrs Producido:		13	

El resultado muestra mucha exactitud contra el factor creado Pies/Libra con una diferencia de 13 pies y una diferencia negativa de 729 pies con respecto a lo facturado por el proveedor.

A continuación, se muestra el resultado mediciones en cable virgen calibre 2.50

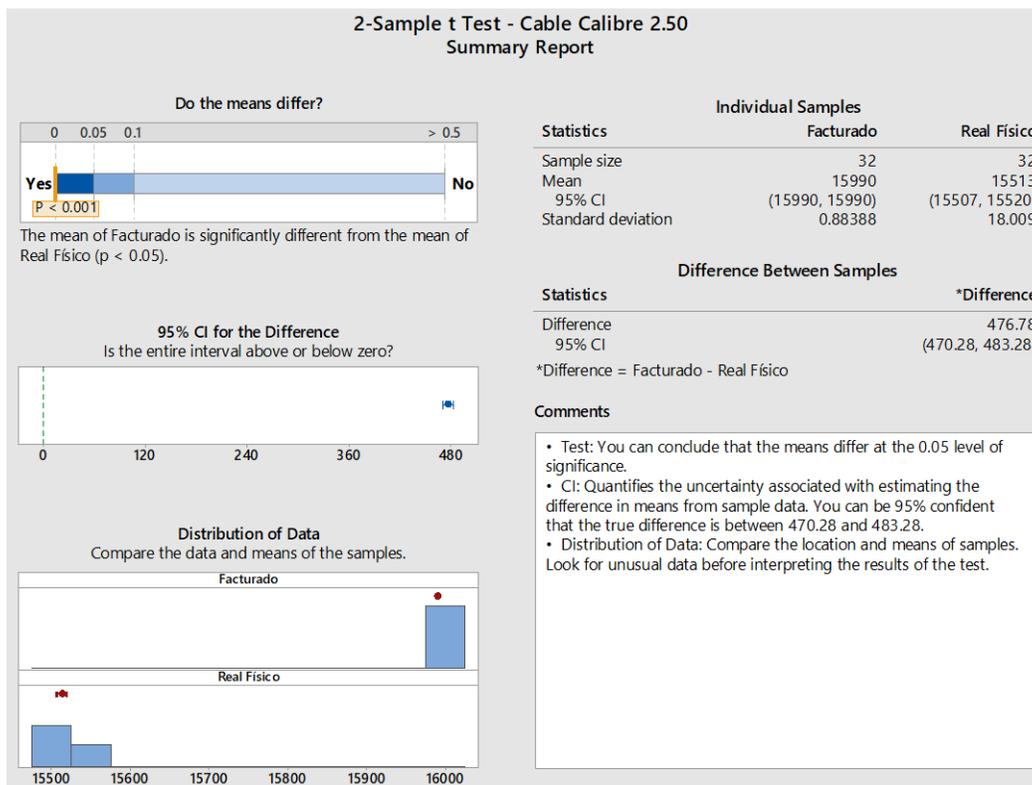


Figura 49. Resultado mediciones de carretes o estándar pack en cable virgen calibre 2.50

En el resultado de las mediciones en el calibre 2.50, se puede observar una media facturado por el proveedor es de 15,990 pies contra 15,513 pies real físico, existe una discrepancia media de 476 pies por cada carrete enviado por el proveedor con un 95% de índice de confianza que de cada carrete se recibirán entre 470-483 menos pies. Para validar la exactitud del factor Pies/Libras se realizó una prueba de consumo de un carrete, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 20. Validación análisis de consumo cable calibre 2.50

Cantidad Facturado	Cantidad Factor Pies/Libra	Diferencia	Cantidad Producido
9,804	9,484	-320	9,478
Diferencia Facturado vrs Producido:		-326	
Diferencia Factor Pies/Lbs vrs Producido:		6	

El resultado muestra mucha exactitud contra el factor creado Pies/Libra con una diferencia de 6 pies y una diferencia negativa de 326 pies con respecto a lo facturado por el proveedor.

En la siguiente tabla, se muestra la consolidación de resultados de recibas de acuerdo con lo facturado por el proveedor

Tabla 21. Consolidación de resultados

Descripción	Media Facturado	Media Factor Pies/ Libra	Porcentaje Variación	Cantidad Recibido Enero-Abril	Total Discrepancia Pies	Costo Unitario	Valor Discrepancia
Calibre 0.50	38,010	36,625	-3.6%	26,734,050	(974,129)	\$ 0.0635	\$ (61,827.99)
Calibre 0.75	33,000	32,082	-2.8%	19,941,715	(554,742)	\$ 0.0696	\$ (38,587.87)
Calibre 1.00	19,000	18,213	-4.1%	22,893,541	(948,275)	\$ 0.0753	\$ (71,424.04)
Calibre 1.50	17,990	17,391	-3.3%	16,242,117	(540,802)	\$ 0.0814	\$ (44,037.51)
Calibre 2.00	17,000	16,290	-4.2%	16,852,420	(703,836)	\$ 0.0855	\$ (60,185.05)
Calibre 2.50	15,990	15,513	-3.0%	22,211,057	(662,581)	\$ 0.0927	\$ (61,421.28)
Total							\$ (337,483.74)

En resultado del análisis consolidado de discrepancias recibidas por proveedor explica el 95% de la causa de las pérdidas, por lo tanto, existen diferencias en cada tipo de cable dependiendo del calibre unas mismas proporciones de discrepancias. Las discrepancias encontradas fueron las siguientes: calibre 0.50 con una variación de -3.6%, calibre 0.75 con una variación de -2.8% con una variación de -4.1% una variación de -3.3%, calibre 2.00 con una variación de -4.2%, calibre 2.50 con una variación de -3.0%

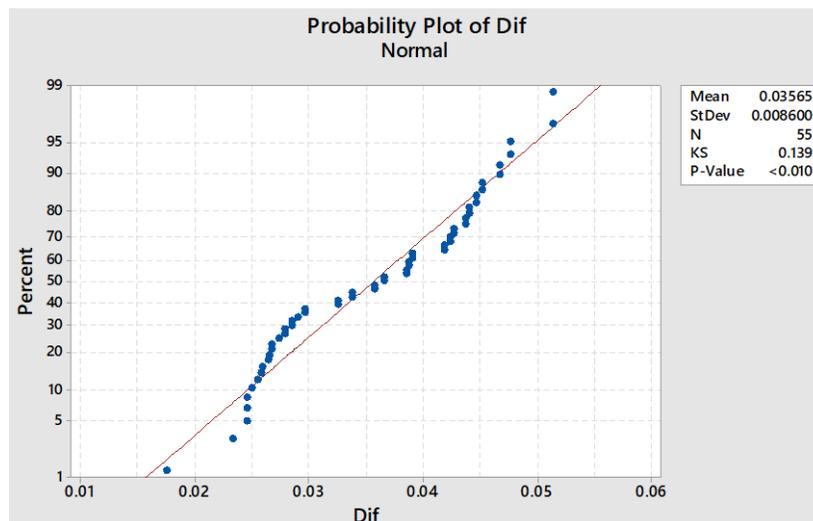


Figura 50. Prueba de normalidad del resultado del proceso de transformación

En la prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov se muestra que los datos tomados en base a la muestra por desperdicios o scrap y siguen una distribución normal.

4.3.3 CAMBIOS AMBIENTALES

En la siguiente imagen, se muestran las especificaciones de cables, temperatura, forro y voltaje.

The image shows a software interface for a part specification. On the left, there is a 'Part' section with a gear icon and metadata: Created By: William Martinez [wmartinez], Created On: 4/11/2011, Modified By: ESD Bulk Montejo [amontejo-bulk], Modified On: 11/1/2018, Locked By: Major Rev: A, Release Date: 7/25/2011, Effective Date: 7/25/2011, Generation: 2, State: Released.

The main part details include: SEM Part Number: E00027090, Revision: A, Life Cycle State: Released, Part Owner: [blank]. Part Description: WIRE,ITEB07547X6200L,6TBE. Part Type: Single Wire/Standard Primary. Weight/Eng UOM (g): [blank], Supplier Product Status: [blank]. Preliminary Design Information: Eng UOM: mm, Purch UOM: m. Comments: [blank].

The 'Single Wire Attributes' section is highlighted with a red circle around the 'Temperature Rating (°C)' field. The attributes are:

Attribute	Value
Primary Color (Base)	Yellow
Secondary Color (Stripe)	Violet
Additional Color (Ring)	None
Wire Size	ISO 0.75
Voltage Rating (V)	60
Nominal Insulation Thickness (mm)	0.30
Conductor Material	Tinned Copper
Max Outer Diameter (mm)	1.90
Halogen Free	No
Construction	Asymmetrical
Temperature Rating (°C)	200
Number of Strands	24
Insulation Material	Ethylene-tetrafluorethylene (ETFE)
Insulation Thickness Class	Thin
Pre-Cut or Bulk	Bulk
Pre-Cut Length (mm)	[blank]
Wire Code	ITEB07547X6200L

Figura 51. Especificaciones de cables.

Como se muestra en la imagen, el cable tiene una capacidad de 200°C por lo cual puede soportar cualquier cambio de temperatura al que sea expuesto, por lo tanto, los cambios ambientales no afectan la reducción de cable en la contracción, además no se han presentado casos en los cuales se exponga el cobre del forro y por eso se descartó la posibilidad en el análisis de modo y efecto de falla, ya que la ocurrencia es casi nula por lo tanto no se puede medir y no existen evidencias que pueda ser una causa de discrepancias.

4.3.4 ERROR EN UNIDAD DE MEDIDA

En la siguiente imagen se muestra la configuración del sistema ERP.

```
rssht.p eB2          5.5.5.5 PO Shipper Maintenance          06/05/19
-----
Supplier: 00006DD5   Ship Date: 06/05/19   DRAKA MEXIKO
Shipper ID: 1254    DRACA DURANGO S.DE R.L. DE C
-----
Ship-to ID: HN02NC72      NACO PLANT, HONDURAS
-----
Contents (Items)
Item: -65784-0.50-77      VT 0.50 T3 S16
Purchase Order: NC6DD5U2  Line: 592      FLR2X-B-0.50-77
Quantity: 39.428.0      UM: FT      Conv: 1.0000
Site: HN02NC72
Location: EUSUSPEN
Lot/Serial: _____  Supplier Lot: _____
Ref: _____
Multi Entry: no_
```

Figura 52. Configuración del sistema ERP.

De acuerdo con el sistema ERP, cada cable es configurado con la unidad de medida que se generó la orden de compras y no existe la posibilidad de recibir una unidad de medida diferente porque no se puede ingresar al inventario por lo tanto se descartó la posibilidad de un riesgo por pérdida en la cual el proveedor envíe una unidad de medida diferente en factura y físicamente otra que pudiera ocasionar estar pagando un volumen diferente a lo recibido físico. Por lo tanto, se descartó la posibilidad en el análisis de modo y efecto de falla y el proceso actual es seguro.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las siguientes conclusiones y recomendaciones planteadas se basan en los análisis de los resultados de las mediciones realizadas tanto cuantitativa como cualitativamente en el capítulo cuatro, obteniendo como resolución lo siguiente:

5.1 CONCLUSIONES

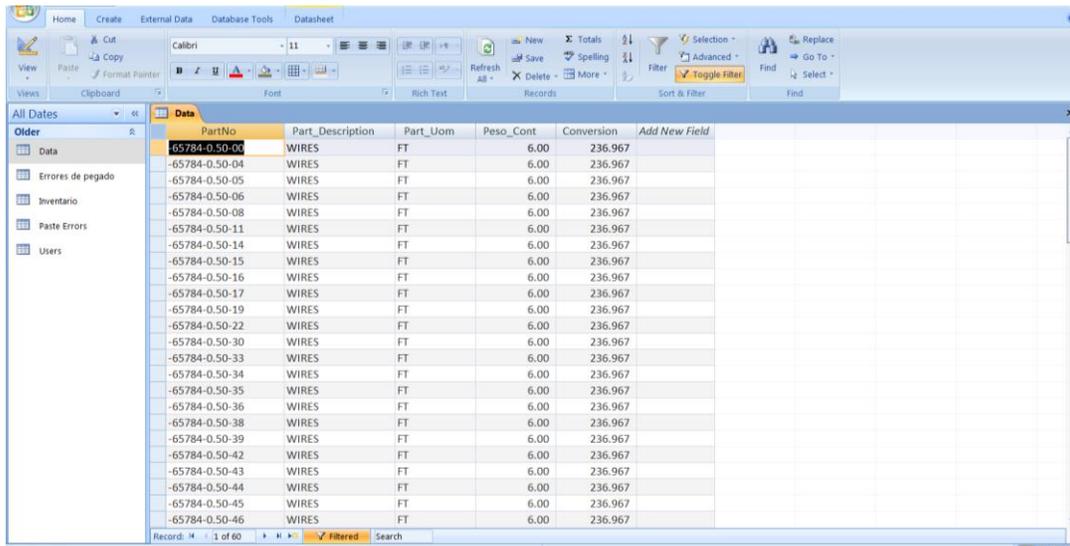
- 1) Todos los controles y procesos internos por ajustes de desperdicios en Lear Corporation son confiables y están bien controlados. Estadísticamente el valor pendiente por ajustar en base a la media encontrada solo explica el 1% de la discrepancia total. Por lo tanto, los procesos internos por ajustes de desperdicios no son la causante de las pérdidas de inventario.
- 2) La variación encontrada en los procesos de producción es poco significativa, se encontró una capacidad de desempeño muy adecuada >1.33 PPK en todas las mediciones, por lo tanto, el producto producido cumple con los niveles máximos y mínimos de satisfacción del cliente. Por lo cual el proceso es confiable y la variación solo representa el 1.1% del problema de las pérdidas por discrepancia.
- 3) En el análisis del cable facturado por el proveedor contra el resultado real físico se encontraron muchas diferencias con porcentajes de variación diferentes en cada tipo de cable que estadísticamente explica el 95% de la causa de las pérdidas de inventario de cable automotriz.

5.2 RECOMENDACIONES

- 1) Generar un Quality Notification al proveedor por \$354Mil, monto que representa el valor total de la pérdida en inventario de materia prima.
- 2) Diseñar un sistema de medición para asegurar futuras discrepancias durante el proceso de recibo por medio de taras, las cuales también facilitarán la reducción de conteos manuales en el material comenzado durante el inventario físico.
- 3) Incluir en el proceso de auditorías de recibo una revisión física de manera aleatoria, ya que Lear cuenta con más de 200 proveedores de materia prima y una gran variedad de números de partes.

CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD

Sistema de medición o auditorías a través de pesos (taras). Se generó una base de datos en Access con todos los factores de cables automotriz y componentes.



PartNo	Part_Description	Part_Uom	Peso_Cont	Conversion	Add New Field
-65784-0.50-04	WIRES	FT	6.00	236.967	
-65784-0.50-05	WIRES	FT	6.00	236.967	
-65784-0.50-06	WIRES	FT	6.00	236.967	
-65784-0.50-08	WIRES	FT	6.00	236.967	
-65784-0.50-11	WIRES	FT	6.00	236.967	
-65784-0.50-14	WIRES	FT	6.00	236.967	
-65784-0.50-15	WIRES	FT	6.00	236.967	
-65784-0.50-16	WIRES	FT	6.00	236.967	
-65784-0.50-17	WIRES	FT	6.00	236.967	
-65784-0.50-19	WIRES	FT	6.00	236.967	
-65784-0.50-22	WIRES	FT	6.00	236.967	
-65784-0.50-30	WIRES	FT	6.00	236.967	
-65784-0.50-33	WIRES	FT	6.00	236.967	
-65784-0.50-34	WIRES	FT	6.00	236.967	
-65784-0.50-35	WIRES	FT	6.00	236.967	
-65784-0.50-36	WIRES	FT	6.00	236.967	
-65784-0.50-38	WIRES	FT	6.00	236.967	
-65784-0.50-39	WIRES	FT	6.00	236.967	
-65784-0.50-42	WIRES	FT	6.00	236.967	
-65784-0.50-43	WIRES	FT	6.00	236.967	
-65784-0.50-44	WIRES	FT	6.00	236.967	
-65784-0.50-45	WIRES	FT	6.00	236.967	
-65784-0.50-46	WIRES	FT	6.00	236.967	

Figura 53. Factores de cables automotriz y componentes

Se registraron todos los números de parte de cables, descripción, unidad de medida, peso empaque y factor de conversión libras/pies. A través de un escáner se tomará la información de la etiqueta del proveedor. Al seleccionar buscar tomará la información de la base de datos generada y automáticamente aparecerá la unidad de medida, el peso del empaque y el factor. Además, existe la opción de seleccionar otro tipo de empaque. Al escanear la etiqueta del proveedor, toda la información se muestra en la siguiente imagen.

NO. PARTE		CONTENEDOR	
No de Parte <input type="text" value="-65784-0.75-51"/>		<input type="radio"/> Barril 11 lb <input type="radio"/> Barril 10 lb <input checked="" type="radio"/> Cono 6 lb <input type="radio"/> Charra 5 lb <input type="radio"/> Multicores 9 lb <input type="radio"/> Multicores 15 lb	
DATOS NO. PARTE			
No. Parte	Descripcion		
<input type="text" value="-65784-0.75-51"/>	<input type="text" value="WIRES"/>		
Unidad de Medida	Peso Contenedor		
<input type="text" value="FT"/>	<input type="text" value="6"/>		
Factor de Conversion	Localizacion		
<input type="text" value="163.93442663"/>	<input type="text" value="B03S10N1"/>		
PESO			
Peso: <input type="text" value="179.18"/>			
CONVERSION			
<input type="text" value="28390"/>			
<input type="button" value="IMPRIMIR"/> <input type="button" value="SALIR"/>			

Figura 54. Información de etiqueta del proveedor

En la aplicación se ingresa el peso arrojado por la báscula y se rebajará el peso del empaque plástico para tener el total de libras solo de cable, el cual se multiplica por el factor para obtener el total pies enviados real físico, de no coincidir se tomará todas las muestras del lote y se continuar la incidencia se rechazará el embarque de cables y se generará un quality notification para informar al proveedor y solicitar el reconocimiento de la pérdida por discrepancia negativa. A continuación, se muestra un proceso de auditoria por peso sin diferencias.

Figura 55. Proceso de auditoria por peso sin diferencias.

Cada lote recibido por el proveedor está compuesto por cinco cables, se selecciona un cable por cada lote recibido y se procede con la validación física. En la imagen se muestra el resultado de la auditoria, el cual no se encontraron diferencias y la cantidad enviada por el proveedor coincide exactamente con la cantidad recibida por lo cual se acepta la muestra seleccionada y se aprueba el lote recibido de cinco cables. A continuación, se muestra un proceso de auditoria por peso con diferencias negativas recibido por el proveedor.



Figura 56. Auditoria por peso con diferencias negativas recibido por el proveedor.

En la imagen se muestran diferencias significativas entre lo facturado por el proveedor contra lo recibido, por lo tanto, se procede a rechazar el lote y generar un quality notification por el reemplazo o pago de la discrepancia. Como siguiente paso se re-etiqueta y se ajusta del sistema la diferencia para no generar discrepancias en el material en rack. Debido a los problemas de discrepancias de inventarios se modificó el sistema de auditorías y se agregó esta nueva verificación a todos los lotes de cables recibidos y también a los componentes recibidos a granel.

BIBLIOGRAFÍA

- Albarran, L. (2014). *Validez y confiabilidad*. Presentacion Ptt presentado en Cabudare. Cabudare.
- Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica. 6ta. Edición*. Fidas G. Arias Odón.
- ATOX SISTEMAS. (2019). Conteos cíclicos. Recuperado 29 de mayo de 2019, de <http://www.atoxgrupo.com/website/noticias/conteos-ciclicos>
- Avila Baray, H. L. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación*. Recuperado de <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/eureka/pudgvirtual/introduccion%20a%20la%20metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf>
- Axioma B2B. (2018). Retos y tendencias de la industria automotriz en 2018. Recuperado 29 de mayo de 2019, de <http://www.metalmecanica.com/temas/Retos-y-tendencias-de-la-industria-automotriz-en+123470>
- Barcelona&Business. (2018). El lean manufacturing: definición, herramientas y ventajas fundamentales | Barcelona&Business. Recuperado 29 de mayo de 2019, de <http://www.barcelonabusiness.es/2018/04/25/el-lean-manufacturing-definicion-herramientas-y-ventajas-fundamentales/>
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., Aquilano, N. J., Torres Matus, R., Montúfar Benítez, M. A., Horton Muñoz, H., ... Mares Chacón, J. (2009). *Administración de operaciones: producción y cadena de suministros*. México; Bogota: McGraw-Hill/Interamericana Editores.
- Delgado, E. (2017). Criterios para la aceptación de un estudio Gage R&R. Recuperado 31 de mayo de 2019, de SPC Consulting Group website: <https://spcgroup.com.mx/criterios-para-la-aceptacion-de-un-estudio-gage-rr/>

- Diario La Prensa, C. A. (2015). Recuperado de <http://www.laprensa.hn/inicio/789837-417/honduras-crece-20-millones-exportaci%C3%B3n-de-arneses>
- Economía Simple. (2019). ¿Qué es el stock de seguridad? | Concepto de stock de seguridad. Recuperado 29 de mayo de 2019, de <https://www.economiasimple.net/glosario/stock-de-seguridad>
- González González, R., & Bernal, J. J. (2012). POKA YOKE - Diseño a prueba de errores | PDCA Home. Recuperado 12 de junio de 2019, de <https://www.pdcahome.com/poka-yoke/>
- Guerrero, V. (2019). ¿Qué es six sigma? – Lean Solutions. Recuperado 12 de junio de 2019, de <http://leansolutions.co/que-es-six-sigma/>
- Hernández Matías, J. C. (2013). *Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*. Recuperado de <http://www.eoi.es/savia/documento/eoi-80094/lean-manufacturing-conceptotecnicae-implantacion>
- Hernandez Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación* (6.^a ed.).
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010). *Metodología de la investigación* (5.^a ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). México, D.F.: McGraw-Hill Education.
- Hurtado de Barrera, J. (2007). *Metodología de la investigación. Una comprensión holística*. Colombia: Ediciones Quirón- Sypal.
- Informa d&b. (2019). Ranking Empresas Fabricación de otros componentes, piezas y accesorios para vehículos de motor | Ranking Empresas. Recuperado 29 de mayo de 2019, de Directorio Ranking Empresas - Ranking de las principales empresas españolas website: <https://ranking-empresas.eleconomista.es/sector-2932.html>

Lean Manufacturing 10. (2019). ▷Metodología Lean Manufacturing◁ ✓ Qué es y cómo implantarla. Recuperado 29 de mayo de 2019, de Lean Manufacturing 10 website: <https://leanmanufacturing10.com/>

Leansolutions. (2019). ¿Qué es Lean Manufacturing? Recuperado 29 de mayo de 2019, de <http://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/>

Lear, Corporation. (2019). Lear Corporation | Corporate Blog. Recuperado 17 de mayo de 2019, de <https://www.lear.com/blog/>

Malhotra, N. (2008). *Investigación de mercados* (5ta edición). Mexico: Pearson Educación.

Manufacturingterms. (2019). Trabajo en proceso (WIP) Término Definición. Recuperado 29 de mayo de 2019, de https://www.manufacturingterms.com/Spanish/Work_In_Process_WIP.html

Martínez Carazo, P. C. (2006). *El método de estudio de caso, estrategia metodológica de la investigación científica*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/646/64602005.pdf>

Medina, O. (2010). Variabilidad del Proceso. Recuperado 12 de junio de 2019, de <http://oszielmedina.blogspot.es/1273527350/>

Metodología Lean Manufacturing: Qué es y cómo implantarla. (s. f.). Recuperado 26 de junio de 2018, de Lean Manufacturing 10 website: <https://leanmanufacturing10.com/>

Okoro, S. (2017, abril 1). ¿Cuáles son las Diferentes Herramientas de Lean Six Sigma? Recuperado 29 de mayo de 2019, de SixSigmaEspanol.com website: <https://www.sixsigmaespanol.com/six-sigma-articles/cuales-son-las-diferentes-herramientas-de-lean-six-sigma/>

- Panting, C. A. (2015). Honduras: Crece \$20 millones exportación de arneses. Recuperado 16 de mayo de 2019, de Diario La Prensa website: <https://www.laprensa.hn/inicio/789837-417/honduras-crece-20-millones-exportación-de-arneses>
- Portalcalidad. (2015). Diferencia entre Merma y SCRAP - Tema portalcalidad.com. Recuperado 29 de mayo de 2019, de Portalcalidad website: http://www.portalcalidad.com/foros/5102-diferencia_entre_merma_y_scrap
- Pro Honduras. (2018). *Manufactura Intermedia*. Recuperado de <http://www.prohonduras.hn/index.php/espanol/>
- Rombiola, N. (2012). ¿Qué es la Productividad? Recuperado 12 de junio de 2019, de <http://www.finanzas.com/%C2%BFque-es-la-productividad>
- Salazar López, B. (2016a). Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF). Recuperado 31 de mayo de 2019, de Ingeniería Industrial website: <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/analisis-del-modo-y-efecto-de-fallas-amef/>
- Salazar López, B. (2016b). Ingeniería Industrial. Recuperado 12 de junio de 2019, de Ingeniería Industrial website: <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/>
- Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). México: McGraw Hill.
- Sosa, A. E. (2018, febrero 22). 10 beneficios del Lean Manufacturing. Recuperado 12 de junio de 2019, de AES Consultoría Logística website: <https://aes-consultorialogistica.com/10-beneficios-del-lean-manufacturing/>
- TDE. (2019). Técnicas de Estudio. Recuperado 29 de mayo de 2019, de <https://www.tecnicas-de-estudio.org/investigacion/investigacion39.htm>
- Tinjaca, E. (2017). *Arnés Eléctrico On Prezi*. Recuperado de <https://prezi.com/guk7nt5bvi0i/arnes-electrico/>

ANEXOS

ANEXO 1. JUSTIFICACIÓN Y LECCIÓN APRENDIDA DEL PROVEEDOR:

Root Cause Analysis & Corrective Actions:

Draka process: We found Four root causes of variation:

Containment actions: Draka was already certified the total shipments; the certification included to weight 100% of NPS and we detected some NPS with less weight Vs label weight values, the root causes are as follow:

1. **Root Cause (Production scrap):** The Operator remove 4 meters from 100% of NPS because the cable are damaged during NPS change.

Corrective action: Discount 4 meters from the standard pack to all containers by the label system. Implemented

2. **Root Cause (Final Inspection):** The Operator remove 5 meters for final inspection every 6 NPS.

Corrective Action: Discount 5 meters from the standard pack to inspected containers by the label system. Implemented

Root Cause Analysis & Corrective Actions:

3. **Root Cause (Product Audit):** Samples are removed from the finished good NPS at Draka warehouse and the quantity on the label was not adjusted (100 meters per NPS).

Corrective action: Move the material from warehouse to quality inspection area in order to adjust the 100 % of NPS sampled. Implemented

4. **Root Cause (Color changes):** The NPS packaging machines has the standard pack parameters in order to produce every NPS with proper quantity; but when the Operator removed the transition of color, the quantity were not adjusted, in this case the quantity that the Operator removed depend of the gage, no more than 300 meters per color change.

Corrective Action: Move all color change NPS to rewinding process in order to remove the color transition and adjust the length quantity at final quality inspection. Implemented

5. **Root cause (Damaged material):** Some NPS are damaged in Draka warehouse and damaged cable is removed from the original length and the quantity was not adjusted on the label.

Corrective Action: Move all damaged NPS to rewinding process in order to remove the quantity and adjust the length quantity at final quality inspection. Implemented

ANEXO 2. JUSTIFICACIÓN Y LECCIÓN APRENDIDA DEL PROVEEDOR:

Failure Analysis:

Collected samples:

Draka collected the samples from all quality records (Jan to April 2019):

- 0.50mm – 500
- 0.75mm – 500
- 1.00mm – 500
- 1.50mm – 500
- 2.00mm – 250
- 2.50mm – 500
- 3.00mm – 250
- 4.00mm – 250

Total = 3,250 samples (one meter length).



Method:

Length Method:

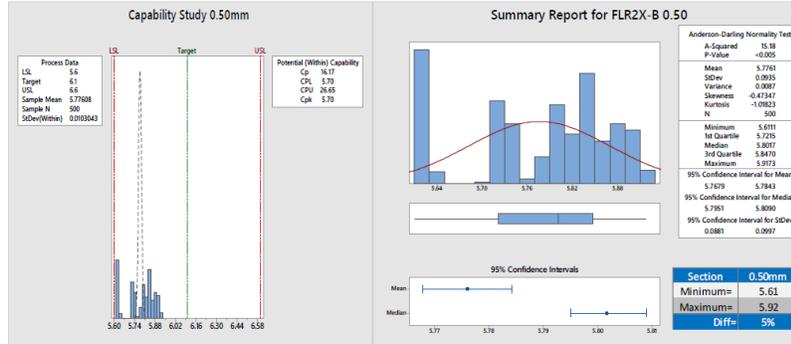
Cut one meter and weight on precision scale.
100 samples minimum to calculate the average.



ANEXO 3. JUSTIFICACIÓN Y LECCIÓN APRENDIDA DEL PROVEEDOR:

Failure Analysis: 0.50mm type B:

FLR2X 0.50mmB: Measured 500 samples, the percentage of variation is 5%:

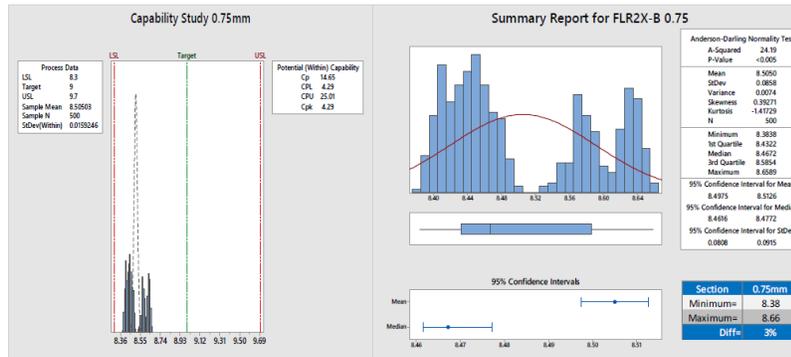


Prysmian Group

Customer Claim | Durango Plant 11

Failure Analysis: 0.75mm type B:

FLR2X 0.75mmB: Measured 500 samples, the percentage of variation is 3%:

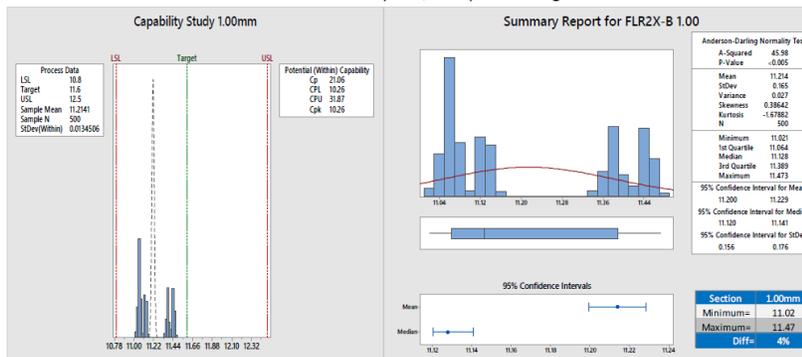


Prysmian Group

Customer Claim | Durango Plant 12

Failure Analysis: 1.00mm type B:

FLR2X 1.00mmB: Measured 500 samples, the percentage of variation is 4%:



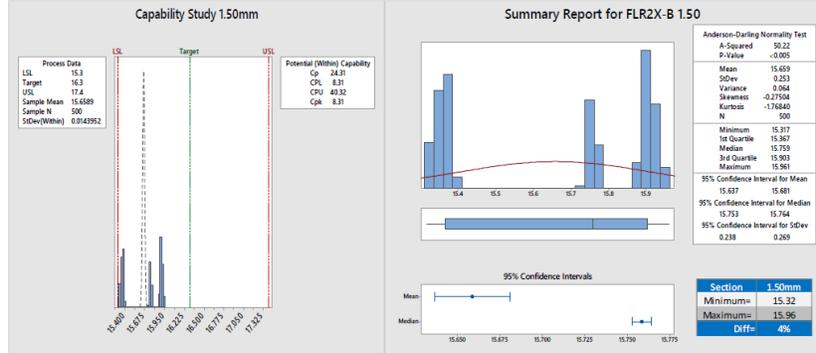
Prysmian Group

Customer Claim | Durango Plant 13

ANEXO 4. JUSTIFICACIÓN Y LECCIÓN APRENDIDA DEL PROVEEDOR:

Failure Analysis: 1.50mm type B:

FLR2X 1.50mmB: Measured 500 samples, the percentage of variation is 4%:

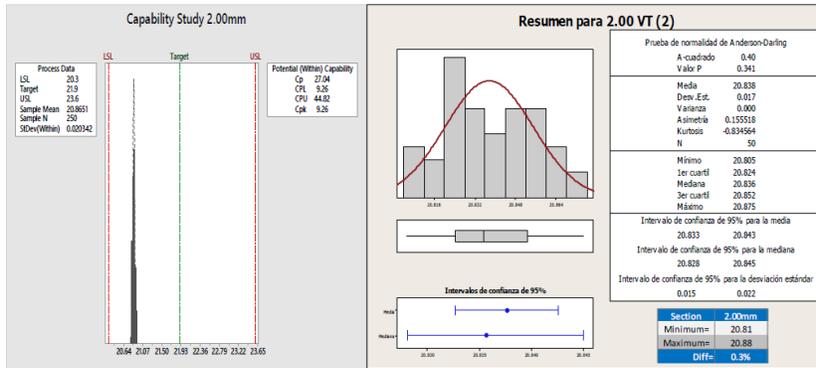


Prysmian Group

Customer Claim | Durango Plant 14

Failure Analysis: 2.00mm type B:

FLR2X 2.00mmB: Measured 250 samples, the percentage of variation is 0.3%:

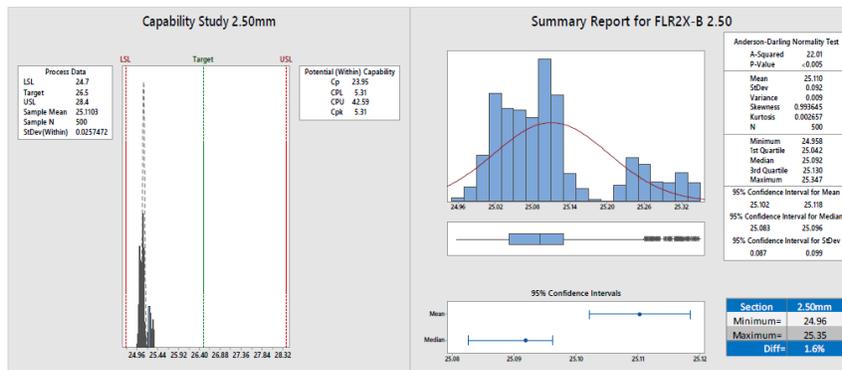


Prysmian Group

Customer Claim | Durango Plant 15

Failure Analysis: 2.50mm type B:

FLR2X 2.50mmB: Measured 500 samples, the percentage of variation is 1.6%:



Prysmian Group

Customer Claim | Durango Plant 16

ANEXO 5. CALIBRACIÓN DE BÁSCULAS:

Pesa Maestra de 5kg.



Pesa Maestra de 3kg.



Pesa Maestra de 2kg.



Pesa Maestra de 1kg.



Kit Pesas Maestras certificadas.



Se considerados los siguientes pasos para confiabilidad del proceso de pesado:

- 1) Se realiza la calibración con cuatro tipos de pesas: 1Kg, 2Kg, 3Kg y 5Kg.
- 2) La calibración se realiza cada dos semanas por parte del departamento de Metrología
- 3) Validación en todas las Áreas o Estaciones de pesado.
- 4) Confiabilidad del Proceso de pesado

ANEXO 6. PROCESO DE RECOLECTA Y AJUSTE DE DESPERDICIOS:



Segregación.



Pesado.



Identificación.

ANEXO 7. TABULACIÓN Y VERIFICACIÓN Y ENTREGA.



Scrap Lead Prep

Presione Enter para validar

Maquina/Área: CM01 [F3] Programa: C346/C344

Turno: 1 2

Ingresar Numero de Parte:

Numero de Parte: -65838-0 50-15

Tipo Scrap: WIRES UM: FT Qty: 0.10

Numero Parte	Tipo Scrap	UM	Cantidad
-65769-0.35-00	WIRES	FT	0.25
-65769-0.35-09	WIRES	FT	0.5

F3 para Buscar F12 para guardar.

Verificación y entrega.



LEAR CORPORATION **Orden de Movida de Scrap** APROBADO Rev. 1.2
 Lead Prep [Numeros de Parte]

Orden de Movida:
 Fecha: 5/26/2014 12:00:00AM
 Turno: 1

Usuario Imprime: Oscar Chavez
 Fecha de Impresión: 8/27/2014
 Fecha de Generación: 5/26/2014 3:25:46PM
 Usuario Cierre: copan1

Programa	NumeroParte	Tipo Scrap	UM	Cantidad	Total FT	Costo	TotalDolares
C346/C344	26-4412-BC-	TAPES	EA	0.040	0.000000	\$ 0.016500	\$ 0.000700
Power Pack	26-4412-BC-	TAPES	EA	0.440	0.000000	\$ 0.016500	\$ 0.007300
Power Pack	320253CR	TFRMINAL	EA	500.000	0.000000	\$ 0.016800	\$ 8.380000
C346/C344	-65838-6.00-82	WIRES	FT	2.970	74.250000	\$ 0.151700	\$ 11.261500
C346/C344	-65855-6.00-52	WIRES	FT	2.860	70.910000	\$ 0.203700	\$ 14.446300
Control de Calidad	-65838-6.00-04	WIRES	FT	0.500	12.500000	\$ 0.151700	\$ 1.895900
Control de Calidad	-65838-6.00-22	WIRES	FT	0.500	12.500000	\$ 0.151700	\$ 1.895900
Grand Total:				1,029.060			\$135.064400

APROBADO

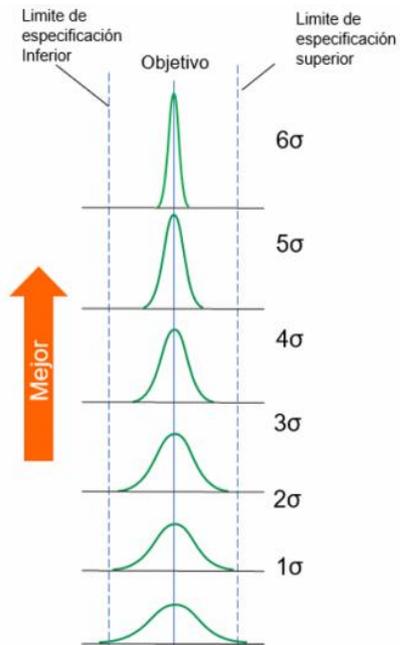
ANEXO 8. IMAGEN NIVELES DE CAPACIDAD DE LOS PROCESOS.

Valor del Cp.	Clase de proceso	Decisión
Cp. > 2	Clase mundial	Tiene calidad seis sigma
1.33 ≤ Cp. ≤ 2	1	Mas que adecuado
1 ≤ Cp. < 1.33	2	Adecuado para el trabajo, pero requiere de un control estricto conforme el Cp. se acerca a uno.
0.67 ≤ Cp. < 1	3	No adecuado para el trabajo. Un análisis del proceso es necesario. Requiere modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria
Cp. < 0.67	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones serias.

ANEXO 9. IMAGEN SIGNIFICADO NIVEL SIGMA DE LOS PROCESOS.

si el DPMO es	El rendimiento es	El nivel de sigma es	Decisión
690,000 o más	30.9%	1	Desempeño malo
308,000	62.9%	2	Desempeño malo
66,800	93.3%	3	Desempeño bueno
6,210	99.4%	4	Desempeño bueno
320	99.98%	5	Desempeño alto
3.4	99.9997%	6	Desempeño alto

ANEXO 10. IMAGEN SIGNIFICADO NIVEL SIGMA DE LOS PROCESOS.



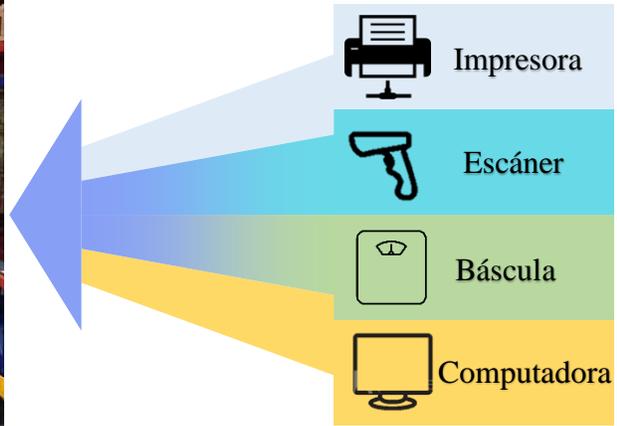
Los límites de especificación de un producto o un proceso se fijan voluntariamente, ya sea por el cliente o por el fabricante o por una norma.

Pueden ser unilaterales o bilaterales

Valor nominal \pm tolerancia
(objetivo \pm LEI, LES)

Nivel σ	DPMO	% Defectos	% Rendimiento
0	933.193	93%	7%
1	690.000	69%	31%
2	308.537	31%	69%
3	66.807	7%	93%
4	6.210	0,14%	99,86%
5	233	0,02%	99,98%
6	3,4	0,0003%	99,9997%
7	0,02	0,000002%	100,0000%

ANEXO 11. ESTACIÓN DE AUDITORÍAS POR MEDIO DE TARAS PIES/LIBRAS.



ANEXO 12. MINUTA INTEGRANTES EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO

MEETING AGENDA			Lear Honduras KM22. Carretera a Occidente Naco, Santa Bárbara		
Meeting Description			Análisis de Modo y Efecto de Fallas		
Results Desired:					
Date:	03/June/2019	Time:	10:00 a.m.	Location:	Genbi Almacén
Scheduled Time			Actual Time		
Start	Stop	Total Hours	Start	Stop	Total Hours
Persons Attending					
1	Jose Abel Lara	Mata	Manufactura		
2	Tulio Chamorro		Calidad		
3	Alexandro Ruiz		Lead Prep		
4	Adriana A. Mija		Ingeniería		
5	Jose Manuel		Almacen		
6	Cristian Morillo		Materiales		
7	Johnny A. Trichez		Planificación y logística		
8					
9					
10					
Items To Be Discussed					T
1					
2	Análisis de Modo y efecto de Fallas				
3	Variables: Desperdicios por turno				
4	Desperdicios por ensamble				
5	Pruebas de Metalografía				
6	Manufactura: Corte				
7	Requisitos y defectos de Calidad				
8	Materia - Células				
9					
10					
Materials Needed			Person Responsible		
Variables: Variación de Consumo					
Configuración de la máquina					
Problemas externos: - Desperdicios de Ruck					
- Resultados de acuerdo con lo					
facturado por proveedor					
- Cambios Ambientales					
- Escor por unidad de medida.					