



**FACULTAD DE POSTGRADO  
TESIS DE POSTGRADO**

**OPTIMIZACIÓN DEL USO DE MATERIALES PARA  
PRODUCCIÓN DE BATAS QUIRÚRGICAS EN LA EMPRESA  
OWEN'S & MINOR.**

**SUSTENTADO POR:**

**ANDREA CAROLINA CANTARERO HÉRCULES**

**LIDIA MARIA HERNANDEZ OVIEDO**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE  
MÁSTER EN GESTIÓN DE OPERACIONES Y LOGÍSTICA  
SAN PEDRO SULA, CORTÉS HONDURAS, C.A.**

**OCTUBRE, 2021**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**UNITEC**

**FACULTAD DE POSTGRADO**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR**

**MARLON BREVÉ REYES**

**SECRETARIO GENERAL**

**ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**VICERRECTORA CADEMICA**

**DESIREE TEJADA CALVO**

**DIRECTORA UNITEC CAMPUS S.P.S**

**MARIA ROXANA ESPINAL**

**DIRECTORA NACIONAL DE POSTGRADO**

**ANA DEL CARMEN RETTALLY**

**OPTIMIZACIÓN DEL USO DE MATERIALES PARA  
PRODUCCIÓN DE BATAS QUIRÚRGICAS EN LA EMPRESA  
OWEN'S & MINOR.**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS  
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
MÁSTER EN GESTION DE OPERACIONES Y LOGISTICA**

**ASESOR METODOLÓGICO**

**WALTER JEREMIAS LOPEZ**

**ASESOR TEMÁTICO**

**LUIS JIMENEZ PINEDA**

**MIEMBROS DE LA TERNA**

**FABIO PONCE**

**JOSÉ ANTONIO LAZO**

**NANCY LARA**

# **DERECHOS DE AUTOR**

© Copyright 2021

ANDREA CAROLINA CANTARERO HERCULES

LIDIA MARIA HERNANDEZ OVIEDO

Los derechos de autor son reservados



## **FACULTAD DE POSTGRADO**

# **OPTIMIZACIÓN DEL USO DE MATERIALES PARA PRODUCCIÓN DE BATAS QUIRÚRGICAS EN LA EMPRESA OWEN'S & MINOR**

### **NOMBRE DE LOS MAESTRANTES:**

**ANDREA CAROLINA CANTARERO HÉRCULES Y LIDIA MARIA  
HERNANDEZ OVIEDO**

### **RESUMEN**

El presente proyecto se basa en buscar la manera de reducir la variación en el uso de los materiales utilizados durante la producción de batas quirúrgicas en la empresa Owen's & Minor. Según los datos recopilados correspondientes a los meses de enero a junio de 2021 la empresa reporta una variación en el uso de materiales de \$894,658. El objetivo planteado fue el de generar acciones que permitieran la reducción de al menos un 10% de esta variación. Por medio de la aplicación de la metodología DMAIC y uso de herramientas como diagramas de Pareto e Ishikawa, se identificaron los materiales de mayor impacto en la variación; el hilo, que representa el 15% del total de la variación, la goma (12%), el velcro (9.2%) y el fastape (9%). Así también, los principales causantes de esta; siendo el sobreconsumo el principal con un 89% del total de causas, seguido por la lista de materiales o BOM y la calidad de materiales recibidos del proveedor. Para lograr que la reducción sea igual o mayor al 10% se enfocaron los esfuerzos en la variable de sobreconsumo para los materiales identificados como mayores contribuyentes, se propuso un programa para la medición, análisis y control de scrap que impactó la variación en el uso de materiales, con esto logró la reducción de un 31% mensual, considerando solamente los materiales de fastape, goma e hilo. Se recomendó a la empresa continuar con el análisis del velcro y el elástico para lograr una mayor reducción en la variación.

Palabras Claves: Batas quirúrgicas, Metodología DMAIC, Scrap, Seis Sigma, Variación en el uso de material.



**FACULTY OF POSTGRADUATE**

**OPTIMIZACIÓN DEL USO DE MATERIALES PARA PRODUCCIÓN DE  
BATAS QUIRÚRGICAS EN LA EMPRESA OWEN'S & MINOR**

**BY:**

**ANDREA CAROLINA CANTARERO HÉRCULES Y LIDIA MARIA  
HERNANDEZ OVIEDO**

**ABSTRACT**

This project is based on finding a way to reduce the material usage variance during the production of surgical gowns in the company Owen's & Minor. According to the data collected for the months of January to June 2021, the company reports a variation in the use of materials of \$894,658. The proposed objective was to generate actions that would allow the reduction of at least 10% of this variation. Through the application of the DMAIC methodology and the use of tools such as Pareto and Ishikawa diagrams, the materials with the greatest impact on the variation were identified; yarn, which represents 15% of the total variation, rubber (12%), velcro (9.2%) and fastape (9%). Also, the main causes of this; being overconsumption the main one with 89% of the total causes, followed by the bill of materials or BOM and the quality of materials received from the supplier. To achieve that the reduction is equal to or greater than 10%, efforts were focused on the overconsumption variable for the materials identified as major contributors, a program was proposed for the measurement, analysis and control of scrap that impacted the variation in the use of materials, with this it achieved a monthly reduction of 31%, considering only fastape, rubber and thread materials. The company was recommended to continue with the analysis of velcro and elastic to achieve a greater reduction in variation.

Key words: Batas quirúrgicas, Metodología DMAIC, Scrap, Seis Sigma, Variación en el uso de material.

A Dios, primeramente, a nuestros  
padres y amigos cercanos.

## **AGRADECIMIENTO**

A la universidad y catedráticos. A ellos por darnos la oportunidad de formar parte de tan prestigiada casa de educación superior como lo es UNITEC, ya que fueron muchos días de visita a la misma a lo largo de nuestra carrera.

A la empresa Owen's & Minor por la oportunidad de realizar este proyecto en tan prestigiada institución, a los jefes y supervisores por su dedicación y paciencia durante este proceso.



# ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	XV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVII
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 ANTECEDENTES .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>6</b>
1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA .....	6
1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	7
1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	7
<b>1.4 OBJETIVO DEL PROYECTO .....</b>	<b>8</b>
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	8
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
<b>1.5 JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>1.6 VIABILIDAD .....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>11</b>
2.1.1 ANÁLISIS DE MACROENTORNO .....	11
2.1.2 MICROENTORNO .....	11
2.1.3 ANÁLISIS INTERNO.....	12
<b>2.2 TEORIAS DE SUSTENTO.....</b>	<b>13</b>
2.2.1 SEIS SIGMA .....	13
2.2.1.1 HISTORIA .....	13
2.2.1.2 SEIS SIGMA EN LA ACTUALIDAD.....	14
2.2.1.3 SEIS SIGMA EN CALIDAD TOTAL .....	15
2.2.2 LEAN MANUFACTURING (MANUFACTURA ESBELTA).....	17
2.2.2.1 HISTORIA .....	17
<b>2.3 CONCEPTUALIZACIÓN .....</b>	<b>20</b>
2.3.1 VARIACIÓN DE USO DE MATERIAL.....	20
2.3.1.1 EL INDICADOR GENERAL DE EFICACIA DEL USO DE MATERIALES .....	21
2.3.2 LISTAS DE MATERIALES (BOM).....	22
2.3.2.1 ELEMENTOS DEL COSTO DE PRODUCCIÓN.....	23

2.3.2.2	SISTEMAS DE COSTEO .....	24
2.3.3	<b>SOBRECONSUMO</b> .....	27
2.3.4	<b>SCRAP</b> .....	28
2.3.4.1	CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL.....	28
2.3.5	<b>CALIDAD EN LOS MATERIALES</b> .....	29
2.3.5.1	LA GESTIÓN DE LA CALIDAD TOTAL (TQM) .....	29
2.3.5.2	ESPECIFICACIONES DE NIVEL DE CALIDAD ACEPTABLE (AQL).....	29
2.3.6	<b>BATAS QUIRÚRGICAS</b> .....	35
2.3.6.1	HISTORIA .....	35
<b>2.4</b>	<b>INSTRUMENTOS</b> .....	36
2.4.1	<b>METODOLOGIA DE MEJORA SEIS SIGMA (DMAIC)</b> .....	36
2.4.1.1	HERRAMIENTAS DE MEJORA CONTINUA .....	37
<b>CAPÍTULO III. METODOLÓGICA</b>	<b>.....</b>	<b>39</b>
<b>3.1</b>	<b>CONGRUENCIA METODOLÓGICA</b> .....	39
3.1.1	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	42
3.1.2	HIPÓTESIS.....	54
<b>3.2</b>	<b>ENFOQUE Y MÉTODOS</b> .....	54
<b>3.3</b>	<b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	55
3.3.1	POBLACIÓN.....	56
3.3.2	MUESTRA .....	56
3.3.3	UNIDAD DE ANÁLISIS .....	57
3.3.4	UNIDAD DE RESPUESTA.....	57
<b>3.4</b>	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS</b> .....	57
3.4.1	INSTRUMENTOS.....	57
3.4.2	TÉCNICAS .....	60
3.4.3	PROCEDIMIENTOS.....	62
<b>3.5</b>	<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b> .....	64
3.5.1	FUENTES PRIMARIAS .....	64
3.5.2	FUENTES SECUNDARIAS .....	64
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS</b>	<b>.....</b>	<b>65</b>
4.1	VARIACIÓN EN EL USO DE MATERIAL Y VOLÚMENES DE PRODUCCIÓN .....	67
4.2.1	VARIACIÓN DE USO DE MATERIALES POR PLANTA.....	68
4.2	VARIACIÓN EN EL USO DE MATERIAL.....	71

4.2.2	VARIACIÓN DE USO DE MATERIALES POR CATEGORÍAS .....	74
4.3	MAYORES CONTRIBUYENTES A LA VARIACION .....	76
4.4	ANÁLISIS DE CAUSAS DE VARIACION EN EL USO DE MATERIALES .....	79
4.4.1	ANÁLISIS DE SOBRECONSUMO .....	83
4.4.1.1	DESPERDICIO EN MATERIALES .....	92
4.4.2	ANÁLISIS DE BOM.....	103
4.4.3	ANÁLISIS DE CALIDAD EN LOS MATERIALES.....	107
4.4.1.2	PROPÓSITO .....	107
4.4.1.3	ALCANCE .....	107
4.4.1.4	DEFINICIONES.....	107
4.4.1.5	RESPONSABILIDADES.....	108
4.4.1.6	PROCEDIMIENTO.....	108
4.4.1.7	DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	109
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>112</b>
5.1	CONCLUSIONES .....	112
5.2	RECOMENDACIONES .....	113
<b>CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD .....</b>		<b>115</b>
6.1	NOMBRE DE LA PROPUESTA .....	115
6.2	JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA .....	115
6.3	ALCANCE DE LA PROPUESTA .....	115
6.4	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA .....	117
6.4.1	PLAN DE EJECUCIÓN .....	117
6.4.2	PLAN DE ACCIÓN Y CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL .....	117
6.4.2.5.1	TEMARIO DE CAPACITACIONES .....	119
6.4.2.5.2	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN .....	121
6.4.3	CONTROL.....	121
6.5	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN Y PRESUPUESTO.....	125
6.5.1	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	126
6.5.2	PRESUPUESTO.....	133
6.5.3	RETORNO DE INVERSION (ROI) .....	141
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>		<b>143</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>147</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de Materiales.....	3
Tabla 2. Variación en el Uso de Materiales por categoría, dato acumulado del mes de enero a junio 2021 .....	4
Tabla 3. Variación en el Uso de Materiales por Planta O&M Honduras, dato acumulado de enero a junio del año 2021 .....	5
Tabla 4. Fases de Implementación de Plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	19
Tabla 5. Etapas de la Metodología DMAIC .....	37
Tabla 6. Congruencia Metodológica.....	40
Tabla 7. Operacionalización de las Variables Independientes.....	43
Tabla 8. Operacionalización de la Variable Dependiente.....	48
Tabla 9. Operacionalización de la Variable Interviniente .....	49
Tabla 10. Población de estudio .....	56
Tabla 11. Volumen de Producción O&M Enero – junio 2021 .....	67
Tabla 12. Variación mensual de Variación de O&M Enero - junio 2021 .....	68
Tabla 13. Variación en el uso de Materiales Enero – junio 2021 Planta Apparel .....	69
Tabla 14. Variación en el uso de Materiales Enero – junio 2021 Planta Surgical.....	70
Tabla 15. Resumen de Variación en el uso de Materiales por planta O&M .....	71
Tabla 16. Impacto por Categoría de Material a la Variación en O&M .....	75
Tabla 17. Matriz de Criterios de Evaluación Posibles Causas de Sobreconsumo de Fast Tape y Velcro.....	88
Tabla 18. Matriz de Criterios de Evaluación Posibles Causas de Sobreconsumo de Hilo .....	90
Tabla 19. Matriz de Criterios de Evaluación Posibles Causas de Sobreconsumo de Goma .....	91
Tabla 20. Matriz de Criterios de Evaluación Posibles Causas de Sobreconsumo de Elástico .....	92
Tabla 21 Plan de Recolección de Datos.....	93
Tabla 22. Desperdicio de Hilo por Familia.....	97
Tabla 23. Resumen de Desperdicio de Hilo en la Operación de Pegue de Manga por Familia. ..	97
Tabla 24. Variación de Hilo Mensual en Dólares.....	98
Tabla 25. Variación de Hilo en Mili yardas.....	98
Tabla 26. Resumen de Desperdicio Contabilizado de la Operación Pegue de Cinto .....	99

Tabla 27. Estimación de Desperdicio de Fastape en Dólares .....	101
Tabla 28. Variación de Fastape Mensual en Dólares.....	101
Tabla 29. Variación de Fastape Mensual en Unidades .....	101
Tabla 30. Desperdicio Promedio de Goma por Mes.....	102
Tabla 31. Variación de Goma Mensual en Dólares .....	103
Tabla 32. Resumen de Impacto en Variación por Rechazos de Calidad de Material Recibido .	107
Tabla 33. Project Chárter: Disminución de scrap de materiales base para la reducción de la variación.....	116
Tabla 34. Actividades Mantenimiento Planificado Cortadora Maggiore O&M.....	137
Tabla 35. Presupuesto para Desarrollo de la Propuesta .....	141
Tabla 36. Resumen de Ingresos de la propuesta .....	141
Tabla 37. Cálculo de Tiempo de Recuperación de la Inversión .....	142
Tabla 38. ROI del Proyecto .....	142
Tabla 39 Datos medicion de Hilo .....	147

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tendencia de Variación en el uso de Materiales O&M Honduras 2021 .....	3
Figura 2. Variación en el Uso de Materiales por Categoría O&M Honduras 2021.....	4
Figura 3. Porcentaje de Variación en el Uso de Materiales por Planta O&M Honduras 2021 .....	5
Figura 4. Variación en el Uso de Materiales por Planta O&M Honduras 2021 .....	6
Figura 5. Factores determinantes de la Viabilidad del Proyecto .....	10
Figura 6. Letra-Código del Tamaño de Lote .....	31
Figura 7. Tabla de Muestreo Simple para Inspección Normal .....	32
Figura 8. Tabla de Muestreo Simple para Inspección Reducida .....	33
Figura 9. Tabla de Muestreo Simple para Inspección Rigurosa .....	33
Figura 10. Probabilidades de Aceptación (Ejemplo 1) .....	34
Figura 11. Bata quirúrgica .....	36
Figura 12. Metodología DMAIC .....	37
Figura 13. Diagrama de Ishikawa .....	38
Figura 14. Diagrama de Pareto .....	39
Figura 15. Variables de Estudio.....	42
Figura 16. Esquema de Investigación .....	55
Figura 17. Relación entre Confiabilidad y Validez .....	59
Figura 18. Matriz de Evaluación de Factores Internos .....	63
Figura 19 A3 Variación en el uso de Materiales O&M.....	66
Figura 20. Tendencia de Variación en el uso de Material Enero - junio 2021 .....	68
Figura 21. Variación en el uso de Material Enero - junio 2021 Planta Apparel.....	69
Figura 22. Variación en el uso de Materiales Enero – junio 2021 Planta Surgical .....	70
Figura 23. Resumen de Variación en el uso de Materiales por planta O&M .....	71
Figura 24. Histórico de Variación en el uso de Materiales O&M .....	73
Figura 25. Tendencia de Variación contra Meta en el uso de Material Enero - junio 2021 .....	74
Figura 26. Impacto por Categoría de Material a la Variación en O&M.....	75
Figura 27. Diagrama de Pareto: Variación por Material O&M Enero – junio 2021 .....	76
Figura 28. Diagrama de Pareto: Variación por Material Planta Apparel enero - junio 2021 .....	77
Figura 29. Diagrama de Pareto: Variación por Material Planta Surgical enero - junio 2021 .....	78

Figura 30. Diagrama de Pareto de Causas de Variación en el uso de Materiales de ambas plantas de O&M, Surgical y Apparel .....	79
Figura 31. Diagrama de Pareto de Causas de Variación en el uso de Materiales de la Planta Surgical .....	80
Figura 32. Diagrama de Pareto de Causas de Variación en el uso de Materiales de la Planta Apparel.....	81
Figura 33. Diagrama de Ishikawa Variación en el uso de Materiales O&M Honduras .....	83
Figura 34. Diagrama de Ishikawa de Sobreconsumo en los Materiales de Fastape y Velcro .....	84
Figura 35. Diagrama de Ishikawa de Sobreconsumo en el Hilo.....	85
Figura 36. Diagrama de Ishikawa de Sobreconsumo en la Goma .....	86
Figura 37. Diagrama de Ishikawa de Sobreconsumo en el Elástico .....	87
Figura 38. Procedimiento General para Medición de Desperdicio.....	94
Figura 39. Operación Pegue de Manga.....	95
Figura 40. Desperdicio de Hilo.....	96
Figura 41. Operación Pegue de Cinto .....	99
Figura 42. Desperdicio de Fastape.....	100
Figura 43 Desperdicio de Goma Mecatrónica .....	102
Figura 44. Ejemplo de Estructura de BOM para Bata Quirúrgica.....	104
Figura 45. Estructura de Explosión para Auditoria de BOM.....	105
Figura 46. Estructura de Explosión para Auditoria de BOM.....	105
Figura 47. Procedimiento Auditorias de BOM.....	106
Figura 48. Catálogo de Defectos de Fastape.....	110
Figura 49. Formato de Inspección de Calidad de Material Entrante .....	111
Figura 50. Cronograma de Ejecución de Capacitaciones .....	121
Figura 51. Plan de Monitoreo y Respuesta .....	123
Figura 52. Procedimiento para Análisis y Control de Variación en el uso de Materiales .....	124
Figura 53. Dashboard Mensual Variación en el uso de Materiales O&M.....	125
Figura 54. Plan de Acción.....	126
Figura 55. Plan de Acción.....	127
Figura 56. Plan de Acción.....	128
Figura 57. Diagrama de Gantt para Ejecución de Plan de Acción.....	129



Figura 58. Diagrama de Gantt para Ejecución de Plan de Acción.....	130
Figura 59. Diagrama de Gantt para Ejecución de Plan de Acción.....	131
Figura 60. Diagrama de Gantt para Ejecución de Plan de Acción.....	132
Figura 61. Estructura Promocional del TPM en O&M.....	134
Figura 62. Actividades del Plan Maestro.....	135
Figura 63. Actividades del Mantenimiento Autónomo.....	136
Figura 64. Formato de Evaluación para clasificación de equipos .....	138
Figura 65. Diagrama del proceso de mantenimiento predictivo .....	139
Figura 66. Ejecución de acciones para impactar la reducción de Scrap del Fastape .....	149
Figura 67. Ejecución de acciones para impactar la reducción de Scrap del Fastape .....	150
Figura 68. Ejecución de acciones para impactar la reducción de Scrap del Hilo y la Goma .....	151
Figura 69. Ejecución de acciones para impactar la reducción de Scrap del Hilo y la Goma .....	152

# CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1 INTRODUCCIÓN

En una empresa manufacturera, la inversión en materiales representa cuantiosas sumas de dinero, si estas son comparadas con el total de los activos de esta, por lo cual, se requiere que su contabilización sea cuidadosamente controlada de manera que garantice tanto su uso eficiente como la veracidad y exactitud de las cifras mostradas. Los materiales constituyen el elemento principal de los costos de producción, los cuales se transformarán en productos terminados al agregarles los costos de conversión. (Colmenares et al., s.f.)

En la mayor parte de los países del mundo a partir de la década de los 90s, se establece una tendencia generalizada por parte de todo tipo de empresas para asegurar la calidad en los productos y/o servicios que elaboran, además de un costo competitivo asociado con un servicio diferenciado, esta situación es propiciada principalmente por las condiciones de competitividad que rigen actualmente el mercado internacional. Esto ha llevado a muchas organizaciones a implementar Seis Sigma como estrategia de negocios para aumentar su rentabilidad.

Seis Sigma es una filosofía empresarial centrada en la satisfacción del cliente, utiliza una metodología que reduce el desperdicio al reducir la variación en los procesos mediante herramientas estadísticas y administrativas, y mejora significativamente la calidad en cualquier proceso (Luis Socconini & Reato, s.f.).

El presente proyecto de mejora surge de la necesidad de reducir la variación en el uso de materiales que se genera en la producción de batas quirúrgicas en la empresa Owens & Minor (O&M). Mediante el uso y la aplicación de la metodología DMAIC, tomando los datos acumulados hasta el mes de junio del 2021 se busca identificar los principales causantes de esta problemática y minimizar los impactos negativos que estos puedan tener en aspectos como el consumo de materiales, costos y, por ende, rentabilidad global de la compañía.

Palabras clave: Variación en el uso de material, Administración de costos, Seis Sigma, Metodología DMAIC, Batas quirúrgicas.

## 1.2 ANTECEDENTES

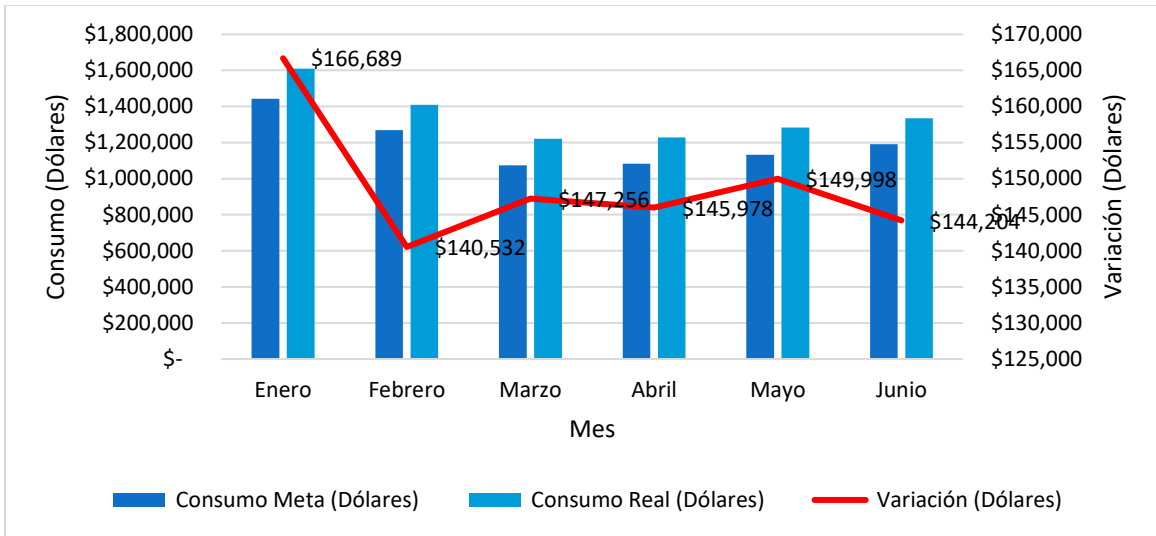
En la empresa Owens & Minor se definió como proyecto de ahorro de costos para el año 2021 la reducción de la variación en el uso de materiales en todas las categorías como ser Materiales Base, Materiales de Empaque y Materia Prima utilizados en la elaboración de batas quirúrgicas desechables. Este proyecto es parte de la planificación estratégica anual a través de la herramienta A3 que utiliza el corporativo para todas sus plantas para el cumplimiento de las metas de los cuatro de los pilares estratégicos de la compañía.

Actualmente no se cuenta con una meta de variación de uso de material definida, pero se realiza una medición mensual del mismo utilizando el indicador “Material Utilización Variance”, el cual analiza la diferencia entre la cantidad estándar de material que se debió consumir para producir un volumen de batas planeado contra la cantidad real de materiales que se consumió. Esta diferencia se realiza tanto en piezas como en dólares a partir del costo del material para generar la variación.

Los estándares de consumo se establecen en el listado de materiales de cada bata y la explosión de dichos materiales parte de las ordenes de proceso que se ingresan al sistema SAP semana a semana, las cuales registran la cantidad de batas a procesar.

Para O&M, la meta es reducir la variación ya que este impacta de manera negativa el costo de manufactura (por sus siglas en ingles, COM). Para ello, se deben identificar los principales materiales contribuyentes a la variación total, así como las causas que lo están generando.

En la figura 1 se presenta un gráfico que muestra la tendencia de variación para el año 2021 en las plantas “Surgical Solutions y Apparel de Honduras”.



**Figura 1. Tendencia de Variación en el uso de Materiales O&M Honduras 2021**  
(Fuente: Elaboración Propia)

O&M clasifica los materiales utilizados en la producción de batas quirúrgicas en tres categorías: Materiales Base, Materiales de Empaque y Materia Prima. En la tabla 1 se puede observar los materiales que conforman cada una de estas:

**Tabla 1. Clasificación de Materiales**

		Materia
Materiales Base	Materiales de Empaque	Prima
Partes Cortadas Cuerpos	Gomas	Elástico
Partes Cortadas Mangas	Bolsas	Tintas
Partes Cortadas Laterales	Cajas	Tapes
Partes Cortadas Cintos	Chipboard	Hilo
Thumbloop	Etiquetas	Puños
Telas	Plástico Empaque Sterile	
Binding	Papel Empaque Sterile	
Toallas		
Fastape		
Velcro		
Cuellos		

Fuente: Elaboración propia

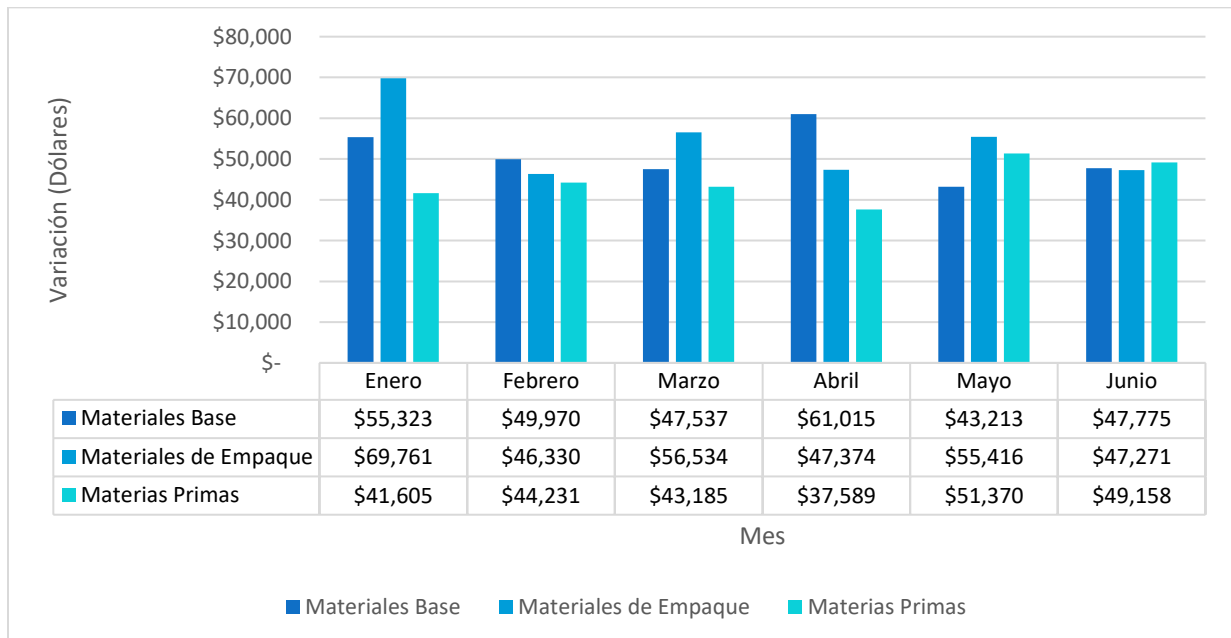
Para el año 2021 la variación en el uso de materiales se encuentra en \$894,658 los cuales están distribuidos en cada categoría de la siguiente manera:

**Tabla 2. Variación en el Uso de Materiales por categoría, dato acumulado del mes de enero a junio 2021**

Categoría	Consumo Meta (Dólares)	Consumo Real (Dólares)	Variación (Dólares)
Materiales Base	\$ 2,293,385	\$ 2,598,219	\$ 304,833
Materiales de Empaque	\$ 2,859,255	\$ 3,181,941	\$ 322,687
Materias Primas	\$ 2,037,026	\$ 2,304,164	\$ 267,138
<b>Total general</b>	<b>\$ 7,189,666</b>	<b>\$ 8,084,324</b>	<b>\$ 894,658</b>

Fuente: Elaboración propia

La figura 2 contiene la variación mensual en cada categoría desde el mes de enero al mes de junio del 2021, el cual refleja que la categoría donde hay más oportunidad de mejora con una variación de \$322,687 es en Materiales de Empaque, la cual representa el 36% del total, seguido por Materiales Base con un 34% del total de variación equivalente a \$304,833.



**Figura 2. Variación en el Uso de Materiales por Categoría O&M Honduras 2021**  
(Fuente: Elaboración Propia)

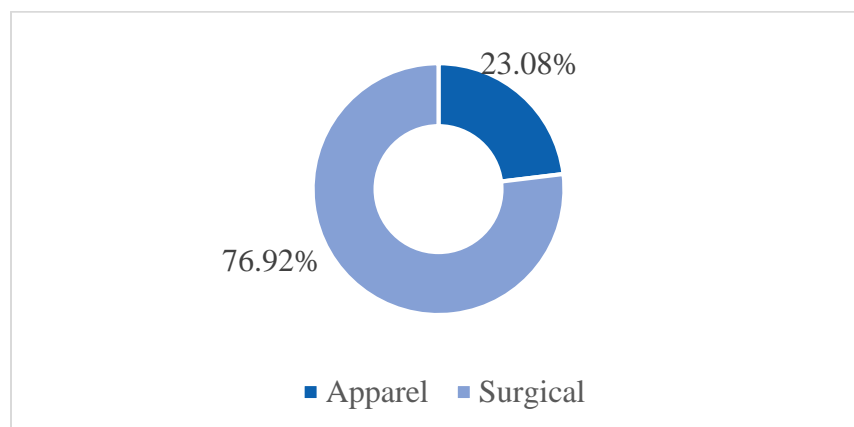
Honduras cuenta con dos plantas: Surgical que fue establecida en el año 1993 y Apparel que se abrió en el año 2020 por la creciente demanda de batas quirúrgicas debido a la pandemia mundial COVID-19. Como resultado de un mayor volumen de producción la variación en el uso de materiales se incrementó, la tabla 3 muestra los resultados de variación hasta el mes de abril de 2021 en cada planta:

**Tabla 3. Variación en el Uso de Materiales por Planta O&M Honduras, dato acumulado de enero a junio del año 2021**

Planta	Consumo Meta (Dólares)	Consumo Real (Dólares)	Variación (Dólares)
Apparel	\$ 580,624	\$ 787,140	\$ 206,516
Surgical	\$ 6,609,042	\$ 7,297,184	\$ 688,142
Grand Total	\$ 7,189,666	\$ 8,084,324	\$ 894,658

Fuente: Elaboración propia

El volumen de producción semanal para cada planta es de aproximadamente 1,200,000 batas. La diferencia radica en que en la planta de Surgical se elaboran hasta 190 SKU<sup>1</sup> diferentes y en la planta Apparel se fabrican únicamente 3 SKU por lo que la cantidad y tipo de materiales utilizados es menor. Como se puede visualizar en el gráfico de la figura 3, el 76.92% de la variación en el consumo de materiales en Honduras es generada por la planta Surgical.



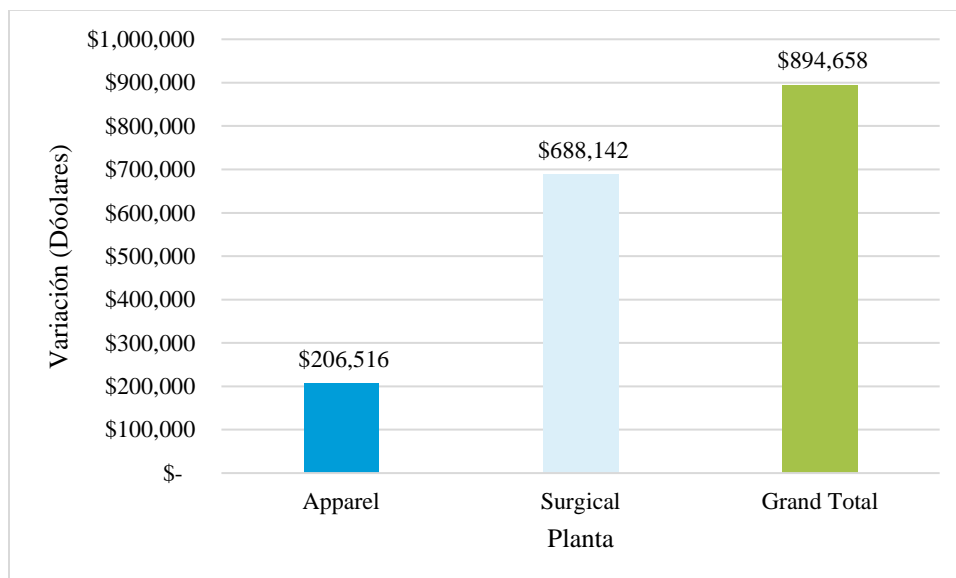
**Figura 3. Porcentaje de Variación en el Uso de Materiales por Planta O&M Honduras 2021**  
(Fuente: Elaboración propia)

### 1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

“La definición del problema, es el desarrollo de un planteamiento claro y conciso del problema, este planteamiento dará dirección y significado a las siguientes fases” (Render et al., 2006, p.3). A continuación, se presenta el enunciado del problema, la formulación del problema y las preguntas de investigación.

#### 1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

En el proceso de fabricación de batas quirúrgicas, la planta presenta pérdidas de material en cada una de sus áreas y etapas. El consumo real de material coincide muy poco con el consumo estándar basado en la producción planeada. Las plantas Surgical y Apparel de O&M presentan actualmente una variación en el uso de los materiales en un promedio mensual de \$149,110 impactando directamente el costo de manufactura y por ende los resultados financieros de la empresa, por lo que la variación en el uso de materiales se debe reducir. Hasta el mes de junio del 2021 la variación es de \$894,658. La figura 4 muestra la variación total por planta correspondiente a los meses enero a junio de 2021.



**Figura 4. Variación en el Uso de Materiales por Planta O&M Honduras 2021**  
(Fuente: Elaboración propia)

### 1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En base a la situación problemática planteada el problema a investigar se formula de la siguiente manera:

¿Cómo se puede reducir la variación en el uso de materiales utilizados en el proceso de fabricación de batas quirúrgicas desechables en ambas plantas de O&M en al menos 10%, controlando las principales causas de variación mediante el uso de la metodología DMAIC?

### 1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Se plantean las siguientes interrogantes para este proyecto de investigación:

1. ¿Cuáles materiales son los mayores contribuyentes a la variación total en ambas plantas de O&M?
2. ¿Cuáles son las principales causas que generan la variación en el uso de materiales identificados en ambas plantas de O&M?
3. ¿Qué herramientas de la metodología DMAIC se pueden implementar para controlar la variación en el uso de materiales en ambas plantas de O&M reduciéndola en al menos 10%?



## **1.4 OBJETIVO DEL PROYECTO**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

El objetivo general de este proyecto de investigación es:

Analizar la manera de reducir en al menos un 10% la variación en el uso de materiales utilizados en la elaboración de batas quirúrgicas desechables en ambas plantas de O&M, aplicando la metodología DMAIC para controlar las principales causas que la generan.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Los objetivos específicos para este proyecto de investigación son:

1. Identificar los materiales que representan la mayor contribución a la variación total en ambas plantas de O&M mediante un diagrama de Pareto y revisión al historial de variaciones.
2. Determinar las principales causas que generan la variación en el uso de los materiales identificados en ambas plantas de O&M mediante un diagrama de Ishikawa.
3. Implementar herramientas de la metodología DMAIC para controlar la variación en el uso de materiales en ambas plantas de O&M reduciéndola en al menos 10%.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN**

El propósito de la investigación es el de analizar la manera de reducir la variación en el uso de materiales en al menos un 10%. El identificar las causas que generan esta inadecuada utilización de material permitirá obtener un menor costo de manufactura y ayudará a mejorar los resultados financieros de las plantas. Además, se pretende implementar herramientas y métodos de utilidad para la medición y control de la variación del uso de materiales dentro de la filosofía Lean Manufacturing, como es la metodología DMAIC.

Esta investigación podrá ser de utilidad para ser aplicada a maquilas textileras que utilicen materiales similares en la fabricación de sus productos.

La reducción de la variación en el uso de materiales conlleva a otros beneficios, tales como:

1. Medición y reducción de desperdicio por área.
2. Mejor manejo de material en los equipos de costura y concientización al personal del uso de los mismos.
3. Análisis de procedimientos de mantenimiento y evaluación de maquinaria utilizada.
4. Revisión de métodos de trabajo.
5. Mejoras en los procesos de entrega de materiales de almacén a equipos de costura.
6. Revisión de listado de materiales y mejora en el manejo sistemático de inventarios.

## **1.6 VIABILIDAD**

El presente trabajo es desarrollado bajo la supervisión y aprobación de la empresa Owen's & Minor lo cual permite un total acceso a la información necesaria para su desarrollo, excluyendo, claro, datos confidenciales como ser estados financieros y datos personales sobre los colaboradores

de la compañía, los cuales no son relevantes para la investigación. Otros factores importantes que contribuyen al análisis de viabilidad del proyecto son los presentados en la figura 5:



**Figura 5. Factores determinantes de la Viabilidad del Proyecto**  
(Fuente: Elaboración propia)

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

A partir del planteamiento del problema y los objetivos del proyecto definidos en el capítulo anterior, se presenta en el siguiente capítulo el sustento teórico, donde son explicados los conceptos más importantes, el análisis de la situación actual y del entorno del problema, así como las teorías que se consideran útiles y aptas para el desarrollo de la investigación.

### **2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

#### **2.1.1 ANÁLISIS DE MACROENTORNO**

El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá tienen, según estudios consultados y analistas conocedores del tema, las siguientes coincidencias: su sistema de atención está fragmentado con hospitales públicos, seguro social y clínicas privadas.

Centroamérica está considerada como una ruta de turismo médico. Personas de otras partes del mundo viajan porque se estima que los tratamientos les resultan alrededor de 70% más económicos. Los empresarios nacionales y extranjeros encuentran tierra fértil para invertir. Guatemala recibió 62.5 millones de dólares en 2015, 18% más de lo que obtuvo por servicios médicos el año anterior. El Salvador estuvo en 25 millones y tuvo un crecimiento del 8%, además de que se inauguraron 30 clínicas. Costa Rica y Panamá rondan entre los 800 millones anuales. En tanto que Nicaragua y Honduras se tecnifican para mantenerse (Staff, 2016).

#### **2.1.2 MICROENTORNO**

El sector salud en Honduras está constituido por dos subsectores. Un subsector público compuesto por la Secretaría de Salud (SESAL) a la cual le corresponde el rol rector, regulador y prestación de servicios de salud a toda la población hondureña y el Instituto Hondureño de Seguridad Social (IHSS) encargado de recaudar, administrar recursos fiscales y los provenientes de las cotizaciones obligatorias de trabajadores y empleadores. Un subsector privado conformado por instituciones con o sin fines de lucro. La SESAL presta servicios al 60% de la población, el IHSS asegura al 12% y el sector privado atiende al 10% (Carmenate-Milián et al., 2016).

La red de servicios de la Secretaria de Salud se divide en dos niveles. El segundo nivel cuenta con 29 unidades (hospitales) y están clasificados en tres grupos: hospitales nacionales, hospitales regionales y hospitales de área. En lo referente a la red de atención primaria, esta se provee en su primer nivel principalmente en los Centros de Salud Rural (CESAR) y en los Centros de Salud con Médico y Odontólogo (CESAMO). La red de servicios de la SESAL cuenta con 1,635 establecimientos: 7 hospitales nacionales (ubicados en Tegucigalpa y San Pedro Sula), 6 hospitales regionales, 16 hospitales de área, 436 CESAMO, 1,078 CESAR, 74 clínicas materno infantil, 3 clínicas de emergencia periférica (CLIPER) y 15 centros escolares odontológicos (CEO). El IHSS sólo dispone 2 hospitales ubicados en San Pedro Sula y Tegucigalpa, 7 clínicas periféricas, 1 centro odontológico, 2 centros de medicina física y rehabilitación y 1 centro para atención del adulto mayor. El sector privado cuenta con 1,131 establecimientos, dentro de los que se incluyen centros médicos, clínicas, laboratorios, farmacias y consultorios médicos (Carmenate-Milián et al., 2016).

En Honduras el gasto total en salud como % del PIB es del 8,5% siendo inferior al promedio de la región de las Américas (14.1%). Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) Honduras se encuentra en segundo lugar a nivel CA y en cuarto lugar en Latinoamérica Conforme al gasto público en salud como porcentaje del PIB (Carmenate-Milián et al., 2016)

En términos de personal de salud, se estima que existen 10.1 médicos por 10,000. En 2010 el número de odontólogos colegiados ascendía a 2,522 de los cuales 190 (7,5%) trabajaban para la Secretaria de Salud. Los odontólogos tienen una tasa de 0.2 por 10.000 habitantes. Con respecto a las enfermeras profesionales es 2 enfermeras por cada 10,000 habitantes, y 8 auxiliares enfermeras por 10,000 habitantes (Carmenate-Milián et al., 2016).

### 2.1.3 ANÁLISIS INTERNO

Owens & Minor Halyard Honduras es una empresa donde se elabora producto para la prevención de infecciones utilizado por médicos, enfermeras, dentistas, etc. Elaborando dos tipos de productos, batas estériles y batas no estéril con diferentes niveles de protección, las cuales se envían a esterilizadoras, centros de distribución en Estados Unidos y Canadá y a clientes directos en Bélgica, Irlanda, México, Australia, Guatemala, Costa Rica, Panamá, etc.

Una de las áreas de oportunidad para la reducción de costos es en el manejo de los materiales utilizados para la elaboración de una bata quirúrgica, ya que actualmente se tiene una diferencia entre la meta de consumo definida versus el consumo real.

La demanda de la planta es calculada a partir de la cantidad de unidades que son vendidas de forma semanal en los centros de distribución. El tipo es de patrón de demanda aleatorio o nivelado sin elementos estacionales o de tendencia.

## **2.2 TEORIAS DE SUSTENTO**

En la siguiente sección se hace referencia a las teorías sobre las cuales se apoya el proyecto de Optimización del Uso de Materiales para Producción de Batas Quirúrgicas en la Empresa Owen's & Minor. Mediante la aplicación de las mismas se busca resolver la problemática de la empresa en cuanto a la variación que presentan en el uso de materiales para la producción.

### **2.2.1 SEIS SIGMA**

#### **2.2.1.1 HISTORIA**

En el contexto de los años ochenta, la compañía estadounidense Motorola se enfrentó a una fuerte presión por parte de los productores asiáticos, en particular de los japoneses, puesto que su sistema de producción, muy distinto al asiático, no parece ajustarse a la realidad del mercado. Ya en los años setenta, las fabricas japonesas se centraban más en la longevidad y la fiabilidad, y presentaban por consiguiente modelos más simples que los que venían de las fábricas estadounidenses, más centradas en los elementos de calidad (diseño del modelo, opciones, etc.). Estos últimos contaban entonces con inspecciones para el control del producto (método poco fiable y costoso) (Alaya, 2016).

En vista de la caída de las ventas, los directivos de Motorola eligen cambiar de filosofía y emplear conjuntamente herramientas estadísticas y principios de liderazgo con el fin de formar la base de un sistema de gestión completo: el Seis Sigma (Alaya, 2016).

Los líderes de Motorola se visualizaron en 15 años y reconocieron que la supervivencia sería imposible sin un cambio significativo en su forma de hacer negocios. Diferentes estudios de mercado mostraban que la capacidad de manufactura requería ser tan buena como aquella de los relojes digitales; al examinar los niveles de calidad en términos de partes por millón (PPMs) y utilizando su conocimiento sobre diferentes métodos estadísticos, Bill Smith invento el concepto de Seis Sigma. Mientras hay quien puede argumentar la existencia previa de la estadística y algunas herramientas, Seis Sigma como iniciativa de calidad fue desarrollada por Bill Smith (Gupta & Sri, 2016).

### 2.2.1.2 SEIS SIGMA EN LA ACTUALIDAD

El Seis Sigma es un planteamiento analítico basado en hechos estadísticamente comprobados con el objetivo de mejorar el buen funcionamiento de la empresa (fabricación, administración, etc., a un coste más bajo) y de asegurar la calidad (con una fiabilidad del 99.99%) de los productos o servicios destinados a los clientes. El nombre de este método proviene de una herramienta estadística precisa: la desviación estándar que representa la letra griega  $\sigma$ . El Seis Sigma utiliza en el análisis de proceso para proporcionar un producto en un intervalo de calidad, dicho de otra forma, sin alejarse más de  $3\sigma$  del promedio general, que el cliente y la empresa esperan. Así pues, esto permite limitar la variación y los defectos en el proceso (Alaya, 2016).

Según Acosta (s.f.) los principios filosóficos del método Seis Sigma son los siguientes:

- Primer principio. Enfoque al cliente externo e interno. El mejoramiento continuo, al igual que cualquier filosófica de gestión de calidad aplicados en la última década, que se adecua a cada organización tiene como prioridad fundamental satisfacer en forma integral al cliente tanto interno como externo.
- Segundo principio: Análisis sujeto a la información veraz y oportuna. En el Método Seis Sigma se deben detectar las variables críticas que afectan el proceso, tomando

información que posteriormente es analizada y procesada de una manera eficaz, utilizando herramientas estadísticas robustas.

- Tercer principio: Enfoque basado en procesos. Al igual que las normas de aseguramiento de calidad ISO el Método Seis Sigma se orienta a las condiciones presentes en el proceso.
- Cuarto principio: Actitud preventiva. El Método Seis Sigma implica asumir una actitud preventiva y crítica de cada una de las actividades que posee un proceso.
- Quinto principio: Trabajo en equipo. El trabajo en equipo en una organización es esencial entre sus miembros, ya que favorece una excelente comunicación entre los miembros, provocando un análisis acertado de las situaciones que se presenten en las diversas actividades que se realicen en el proceso.
- Sexto principio: Mejoramiento Continuo, que se fundamenta en satisfacer las necesidades del cliente y esto se logra mediante una política de mejoramiento continuo de cada uno de las etapas del proceso (Acosta, s.f.).

Según Prieto Corcoba (2010) a Seis Sigma se le puede denominar “ciencia practica aplicada a la empresa” ya que es una técnica que permite tomar las mejores decisiones con un costo y tiempo de entrega optimo, y, sobre todo, una baja probabilidad de cometer errores. Seis Sigma es aplicable en todo tipo de empresa sin importar en que rubro se desempeñe o de su tamaño, permite poner orden entre todas las actividades de todo sistema empresarial y se enfoca en dos perspectivas diferentes: “por una parte nos permite solucionar problemas puntuales, asociados a procesos individuales y, por otra, permite hacernos una idea cabal de la importancia y del papel que juegan cada uno de los procesos individuales en el sistema global”.

### 2.2.1.3 SEIS SIGMA EN CALIDAD TOTAL

Los orígenes y muchas de las herramientas de Seis Sigma se basan en las enseñanzas de pensadores influyentes en la calidad, como W. Edwards Deming y Joseph Juran. El enfoque al



cliente, la toma de decisiones basada en hechos y datos, la necesidad de análisis, la filosofía de cero defectos, son algunos ejemplos (Loyola et al., 2010). Estos orígenes han ocasionado que se confunda a Seis Sigma como algo similar a calidad. Seis Sigma es un enfoque hacia la calidad total orientado a resultados a través de proyectos. Es una forma de medir y establecer metas para reducir los defectos en productos o servicios que se relacionan directamente con los requerimientos de los clientes. Representa una métrica y una filosofía de trabajo y meta. Como métrica, Seis Sigma representa una manera de medir el desempeño de un proceso en cuanto a su nivel de productos o servicios fuera de especificación. Como filosofía de trabajo, significa mejoramiento continuo de procesos y productos total (Loyola et al., 2010).

Según Gonzalez (2003) Seis Sigma tiene dos grandes perspectivas:

- a) Estrategia del negocio: el fin último de una organización es “hacer dinero” para trascender en el tiempo y mejorar el nivel de vida de sus empleados, accionistas y la comunidad en el que se desenvuelve. Seis Sigma se encuentra alineada a este último a través de los siguientes enfoques:
  - a. Benchmarking: Seis Sigma puede ser utilizado como un patrón para comprar diferentes niveles de calidad entre diferentes procesos o compañías y tomar las acciones necesarias para ser el mejor en el giro industrial.
  - b. Meta: tradicionalmente la meta de Seis Sigma se conoce como llegar a cero defectos (0.0002 ppm de defectos). Sin embargo, este enfoque ha cambiado y la meta o el objetivo de Seis Sigma es incrementar la rentabilidad del negocio sustentado con una filosofía de mejora continua
- b) Metodología de solución de problemas o proyectos: Esta perspectiva es la parte dura del enfoque de Seis Sigma, ya que incluye dos aspectos:

- a. Metodología DMAIC: esta metodología debe ser utilizada en toda la organización para atacar proyectos de mejora para solucionar problemas dentro de la organización, siempre y cuando la magnitud de los mismos lo ameriten, o cuando no se conozca la causa raíz que está originando el efecto no deseado.
- b. Herramientas: a través de la aplicación de herramientas no estadísticas (diagrama de flujo, matriz de causa efecto y AMEF entre otras) y de estadísticas básicas y avanzadas (paretos, inferencia estadística, distribuidores de probabilidad, graficas de control y diseños de experimentos, entre otras) la metodología DMAIC ordena la aplicación de estas para maximizar los resultados.

## 2.2.2 LEAN MANUFACTURING (MANUFACTURA ESBELTA)

### 2.2.2.1 HISTORIA

Según Quijada (2019) Lean tiene su origen en la industria automóvil, en concreto en Toyota, entre los años 1950 y 1963 y aunque surge en un entorno industrial, Lean no es exclusivo de este y ya existe una gran implementación en sectores como la sanidad o los servicios. El desencadenante de la necesidad de desarrollar un nuevo sistema distinto del Taylorismo que dominaba todo por aquellos años, surge porque Toyota había probado con la producción en masa y había fracasado y en este proceso se dio cuenta de varias cosas:

- La producción en masa no funcionaba en Japón y se necesitaba un sistema adecuado a las circunstancias concretas del país.
- En aquel tiempo Japón era un país en posguerra, había perdido la II Guerra Mundial y su situación era de escasez de recursos.

- El mercado demandaba una gran variedad de automóviles: urbanos, para el campo, coches oficiales, para el ejército, camiones, buses, etc. Toyota no podía producir las inmensas cantidades que hacía Ford y por tanto no le servía su sistema.
- Además, Toyota necesitaba producir muy pocas unidades de cada tipo de vehículo.
- Había muy poco espacio disponible, cosa que hoy se ha agravado aún más, por tanto, las distribuciones en planta americanas eran ineficientes en un país pequeño como Japón.

Toyota inventó la “producción Lean” (también conocida como “el sistema de producción Toyota” o “TPS”), lanzando durante la última década, a prácticamente toda la industria, una transformación global del sistema de fabricación y de la cadena de proveedores a la filosofía de Toyota y sus métodos (Liker, 2010).

¿Cuál es el secreto del éxito de Toyota? La increíble consistencia del rendimiento de Toyota es el resultado directo de su excelencia operacional. Toyota ha convertido su excelencia operacional en un arma estratégica. Esta excelencia operacional está basada en parte en herramientas y métodos de mejora de calidad, hechas famosas por Toyota en el mundo de la fabricación como “Just in Time”, “Kaizen”, “flujo pieza a pieza”, “Jidoka” y “Heijunka”. Estas técnicas han ayudado a expandir la revolución Lean Manufacturing (Liker, 2010).

### 2.2.3 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

La implantación del TPM tiene como objetivo fundamental la obtención del máximo rendimiento o máxima eficiencia global: OEE (Overall Equipment Effectiveness) de un sistema productivo a través de la correcta gestión de los equipos que lo forman (Arbós & Martínez, 2010).

#### ETAPAS DE IMPLANTACIÓN DE UN PROGRAMA TPM

Para Arbós & Martínez (2010), el desarrollo de un programa TPM se lleva a cabo normalmente en cuatro fases claramente diferenciadas con unos objetivos propios en cada una de ellas:

1. Preparación
2. Introducción
3. Implantación
4. Estabilización

**Tabla 4. Fases de Implementación de Plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM)**

Fase	Etapas	Aspectos de Gestión
1. Preparación	1. Decisión de aplicar el TPM en la empresa	La alta dirección hace público su deseo de llevar a cabo un programa TPM a través de reuniones internas, boletines de la empresa, etc.
	2. Información sobre TPM	Campañas informativas a todos los niveles para la introducción del TPM
	3. Estructura promocional del TPM	Formar comites especiales en cada nivel para promover TPM. Crear una oficina de promoción del TPM.
	4. Objetivos y políticas básicas TPM	Analizar las condiciones existentes; establecer objetivos, prever resultados.
	5. Plan maestro de desarrollo del TPM	Preparar planes detallados con las actividades a desarrollar y los plazos de tiempo que se prevean para ello.
2. Introducción	6. Arranque formal del TPM	Conviene llevarlo a cabo invitando a clientes, proveedores y empresas o entidades relacionadas.
3. Implantación	7. Mejorar la efectividad del equipo	Seleccionar un (os) equipo (s) con perdidas crónicas y analizar causas y efectos para poder actuar.
	8. Desarrollar un programa de mantenimiento autónomo	Implicar en el mantenimiento diario a los operarios que utilizan el equipo, con un programa básico y la formación adecuada.
	9. Desarrollar un programa de Mantenimiento planificado	Incluye mantenimiento periódico o con parada, el correctivo y el predictivo.

	10. Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento	Entrenar a los líderes de cada grupo que después enseñarán a los miembros del grupo correspondiente.
	11. Gestión temprana de equipos	Diseñar y fabricar equipos de alta fiabilidad y mantenibilidad.
4. Consolidación	12. Consolidación del TPM y elevación de metas	Mantener y mejorar los resultados obtenidos, mediante un programa de mejora continua, que puede basarse en la aplicación del ciclo PDCA.

Fuente: (Arbós & Martínez, 2010)

Según Suzuki (2017), TPM está ampliamente establecido en la industria japonesa, donde la mayoría de las empresas que lo practican han tenido excelentes resultados. Ahora disfruta de una reputación cada vez mayor tanto en Japón como en el extranjero. TPM es muy apreciado porque sus beneficios son tangibles y sostenibles.

## 2.3 CONCEPTUALIZACIÓN

### 2.3.1 VARIACIÓN DE USO DE MATERIAL

La definición según el diccionario de contabilidad de Oxford (OR, 2010) la variación en el uso de materiales directos, en un sistema de cálculo de costes estándar, es una desviación que surge como parte de la desviación del costo total de materiales directos. Compara la cantidad real de material utilizada para realizar la producción con la cantidad estándar permitida y valora la diferencia al precio estándar del material por unidad. La variación adversa o favorable resultante es la cantidad por la cual la ganancia presupuestada se ve afectada en virtud del uso del material (Ecuación 1)

#### **Ecuación 1 Ecuación para el cálculo de la Variación en el uso de materiales según (Press, 2010)**

Variación en el uso de materiales directos

$$= (\text{cantidad estándar de material permitida para la producción} \\ - \text{cantidad real utilizada}) \times \text{precio estándar por unidad de material}$$

Von Rosing & Erasmus (2015) lo explica de forma más sencilla como variación de uso de material es la diferencia entre el material real emitido y el material estándar requerido para construir un conjunto dado, calculada de la siguiente manera (Ecuación 2):

**Ecuación 2 Calculo de Variación del uso de materiales según Mark von Rosing (2015)**

Variación en el uso de materiales

$$= \text{Costo de material estándar} \times (\text{cuantificado emitido} - \text{cuantificado requerido})$$

### 2.3.1.1 EL INDICADOR GENERAL DE EFICACIA DEL USO DE MATERIALES

En muchos sectores industriales, que van desde la automoción hasta bienes de consumo electrónicos, industrias químicas y alimentarias, los materiales representan una gran parte del costo del producto (Magad y Amos 2013). Esto implica que la eficacia del uso del material es fundamental para la reducción de costos y la rentabilidad comercial. Sin embargo, varios problemas surgen cuando se enfrenta el problema de definir la métrica de efectividad de uso de materiales. En general, entregar un producto al mercado requiere transformar una variedad de entradas en salidas que satisfagan los requisitos del cliente. Esta transformación implica algunos recursos (por ejemplo, maquinaria, personas, etc.) que llevan realizar varias actividades específicas sobre otros recursos (materias primas, piezas y componentes) que se transforman en productos terminados. Todas las actividades realizadas para obtener el producto final para la entrega a los clientes, conforman el llamado negocio. Aunque la configuración real de estos procesos puede ser muy diferente según la organización, el sector industrial y varios otros factores, es posible identificar algunas categorías generales compartidas por la mayoría de organizaciones. En este trabajo, utilizamos el término "procesos de negocio" para indicar, en manera general, todo lo que es necesario para la mencionado transformación (por ejemplo, proceso de producción, logística, almacenamiento, previsión de la demanda, planificación y control de la producción, etc.) (Säfssten & Elgh, 2020).

Para Braglia (2017) Una consideración primordial relacionada con la definición de la métrica de efectividad del uso es que los materiales fluyen constantemente con el proceso en sí, mientras que otros recursos de producción (p. ej. máquinas y equipos) están en su mayoría fijos y esperan

los materiales fluir a través. Por lo tanto, las pérdidas relacionadas con los materiales pueden ocurrir en diferentes etapas de su transformación y pueden deberse a muchas causas diferentes (procesos de negocio). Por tanto, la definición de una contabilización métrica para la pérdida de material no es unívoca, como puede ser en relación con tres diferentes "Dimensiones": materiales, productos y procesos comerciales.

Principales causas de variación según Von Rosing & Erasmus (2015):

- Esta variación se produce cuando utiliza una ruta alternativa para la producción del producto,
- Agrega nuevas operaciones a una ruta estándar durante la producción,
- Asigna recursos de costo a operaciones sin cargo directo omitidas por movimientos en el piso de producción,
- Sobrecarga o infravaloración de un recurso.

### 2.3.2 LISTAS DE MATERIALES (BOM)

Las listas de materiales también conocidas como BOM (del inglés Bill Of Materials) contiene un listado de todos los materiales necesarios para producir una unidad de un producto manufacturado e indica la cantidad requerida de cada componente. Cada materia prima debe tener una identificación única (Favela, 2020). Los costos de todo producto terminado están calculados dentro de su BOM y especificaciones de producción.

“Se entiende por costo la suma de las erogaciones en que incurre una persona para la adquisición de un bien o servicio, con la intención de que genere un ingreso en el futuro” (Rojas, s.f., p.19).

El costo de producción es el conjunto de costos, compuesto por la adquisición de los materiales y partes, y el esfuerzo que se incurre por la realización de los procesos y actividades para la obtención de un bien tangible o intangible. Está referido al costo de la materia prima y al costo de conversión o transformación, como son los costos de la mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación, sin embargo, cuando se trata de empresas prestadoras de servicios se denomina costos de producción (Rodríguez Medina et al., 2009).

### 2.3.2.1 ELEMENTOS DEL COSTO DE PRODUCCIÓN

Según Loaiza (s.f.) los elementos de costos de producción son aquellos elementos indispensables para producir un bien o prestar un servicio, son tres:

**Materiales directos:** En la fabricación de un artículo, interviene diversos materiales, aquellos que realmente forman parte integral del producto terminado y que cumplen con las características de:

- Identificación: fácilmente identificable con el producto.
- Valor: tiene un valor significativo.
- Uso: uso relevante dentro del producto.

Son denominados materiales directos, y se consideran como el primer elemento del costo de producción.

**Mano de obra directa:** Es la remuneración (salario, prestaciones sociales y aportes patronales) a que se hacen acreedores los trabajadores que intervienen directamente en la fabricación de los productos, por el tiempo realmente trabajado ya sea manualmente o mediante el accionamiento de máquinas encargadas de la transformación de materias primas y demás materiales en producto terminado.

**Costos indirectos de fabricación (CIF):** Constituidos por los materiales indirectos, la mano de obra indirecta, y aquellas erogaciones o desembolso de valores indispensables para suplir



algunos requerimientos propios del proceso productivo, tales como servicios públicos, alquiler de planta, arrendamiento de oficinas de producción, seguros de planta, entre otros (Loaiza, s.f.).

### 2.3.2.2 SISTEMAS DE COSTEO

Según Montoya et al. (2010) en términos prácticos, un sistema de costeo se puede definir como un conjunto de procedimientos y normas que permite:

- Conocer el costo de la mercancía vendida.
- Valorar los inventarios.
- Ejercer un efectivo control administrativo.
- Dinamizar y agilizar el proceso de toma de decisiones.

También indica que los sistemas de costeo se clasifican en:

- a) **Costos por órdenes de producción:** Los costos se acumulan en cada orden de producción por separado y la obtención de los costos unitarios es cuestión de una simple división de los totales correspondientes a cada orden, por el número de unidades producidas en esta. Este sistema de costeo es utilizado especialmente por aquellas empresas, que trabajan sobre pedido, o que cada vez procesan una variedad de productos cuyo diseño es generalmente definido por el cliente (Montoya et al., 2010).
- b) **Costos por procesos:** Es apto para empresas cuyas condiciones de producción no sufren cambios significativos, producen una sola línea de artículos, o fabrican productos muy homogéneos, en forma masiva o continua, cumpliendo etapas sucesivas (procesos) hasta su terminación total. El total de costos correspondientes a un proceso particular dividido por el total de unidades

obtenidas en el periodo respectivo, da como resultado el costo unitario de dicho proceso. Por su parte el costo total del producto terminado se obtiene de la suma de los costos unitarios de cada proceso por donde haya pasado el artículo para su fabricación (Montoya et al., 2010).

- c) **Costos predeterminados o estándar:** Se determinan costos estándar cuando se estiman con base estadística, usando herramientas de simulación y costos estimados, cuando su monto se considera a partir de provisiones poco elaboradas, la mayoría de las veces guiadas por la lógica de los resultados obtenidos en el pasado y la experiencia, o tomando como base un costeo real anterior (Montoya et al., 2010).
- d) **Costos ABC:** o costeo basado en actividades, es una metodología que mide el costo y el desempeño de actividades, recursos y objetos de costo. Los recursos se asignan primero a las actividades; después los costos de las actividades se asignan a los objetos de costo según el uso (Montoya et al., 2010).

Según Mark von Rosing (2015) los siguientes son algunos de los desafíos al realizar cálculos de costos de variaciones de procesos:

- a) El costo de las variaciones del proceso solo se puede calcular si todos los números existen antes y después. Muchas organizaciones no miden lo que tenían o no lo midieron de la misma manera.
- b) El costo de calcular el costo de las variaciones consume mucho tiempo y recursos. En otras palabras, es muy costoso identificar variaciones de procesos ineficientes y de alto costo.

- c) Determinar las variaciones entre la producción y la planificación implica no solo el proceso sino también el flujo de información. Aunque dicho análisis tiene un gran potencial, puede llevar mucho tiempo.
- d) La capacidad de mostrar las causas de las variaciones y asignar las variaciones a diferentes categorías de variación según la causa.

Todas las formas anteriores de evaluar el costo de las variaciones de proceso no identifican realmente el proceso específico que es la causa raíz del alto costo y las variaciones de proceso ineficientes. Solo identifican el alto costo de hacerlo de manera diferente (Mark von Rosing, 2015).

Para Dávila (2012) los elementos de costos de la producción son los siguientes:

1. Materia prima: La materia prima es aquel elemento que sufre una transformación para convertirse en producto terminado.
2. Mano de obra: Consideramos a la mano de obra como la fuerza del grupo humano aplicada directamente a la transformación de la materia prima en producto terminado. El tiempo es el parámetro de medición de la mano de obra.
3. Costos indirectos de fabricación: Son todos aquellos desembolsos o gastos que no han sido identificado en los centros de costos, órdenes de trabajo o áreas productivas. Estos son asignados al producto terminado mediante la producción o un prorrateo.

Un concepto moderno utilizado por las grandes compañías globales es el costo estándar. Este alude a la predeterminación de los costos de manera científica, antecedentes, pruebas de ensayo antes del proceso productivo, los cuales sirven para medir la actuación real. Los costos estándar determinan “cuánto debe costar un producto” con una eficiencia normal. Además, es una medida efectiva para la toma de decisiones, puesto que las desviaciones relacionadas al costo

histórico indican deficiencias o eficiencias, debido a que representan patrones de comparación (Dávila, 2012).

La diferencia entre el costo estándar y el costo real se denomina variación; ello indica el grado de eficiencia dentro del nivel de producción. Las variaciones que contempla el costo estándar se muestra en todos sus elementos:

- Variación de uso =  $(\text{Cantidad real} - \text{Cantidad estándar}) * \text{Precio estándar}$
- Variación de precio =  $(\text{Precio real} - \text{Precio estándar}) * \text{Cantidad Real}$

### 2.3.3 SOBRECONSUMO

El sobreconsumo es el termino en español utilizado para la palabra en inglés “overconsumption” el cual, según Håkansson (2014), es un concepto ampliamente utilizado en la ciencia, los medios de comunicación y temas relacionados al consumismo.

La definición más común explica que el sobreconsumo es el consumo excesivo, es decir, de alguna manera problemático y demasiado grande. Pero esta descripción no se convierte en una definición a menos que se complemente con criterios de lo que la hace problemática y en comparación con lo que es demasiado grande (Håkansson, 2014).

El término se utiliza con frecuencia fuera de la comunidad científica. Más de 300 artículos de periódicos acerca del sobreconsumo se publicaron en los medios impresos suecos en el año 2013 (una búsqueda a través de Mediaarkivet sobre la traducción sueca 'överkonsumtion' produce 344 visitas para 2013). También hay una gran comunidad, y aparentemente creciente, de personas que critican los niveles contemporáneos y / o tipos de consumo (Håkansson, 2014).

La empresa O&M, ha adoptado el termino sobreconsumo para hacer referencia a una de las causas de la variación en el uso de materiales, definiendo el sobreconsumo como el uso excesivo o adicional de un material comparado con la cantidad de material estándar utilizado para la produccion de una bata, que se genera al tener scrap en el proceso de produccion.

#### 2.3.4 SCRAP

Es una palabra inglesa que se traduce como chatarra o residuo. En el contexto industrial, scrap refiere a todos los desechos y/o residuos derivados del proceso industrial (Hernandez-Montoya & Pérez-Ascencio, 2019).

Dentro del sector industrial, la generación de scrap es considerado un problema común para cualquier tipo de empresa dedicada a las actividades manufactureras, ya que al existir scrap en porcentajes representativos se está comprometiendo el desempeño de las maquinas, procesos e incluso de los operadores dentro de las líneas de producción.

Disminuir el porcentaje de scrap es una medida correctiva un tanto complicada a nivel industrial. Para ello, existen métodos para mitigar el exceso en la generación de scrap, tal es el caso de la metodología Six Sigma, la cual permite incrementar el rendimiento de la empresa (Orbe & Demetrio, s.f.).

##### 2.3.4.1 CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL

La Capacitación: “consiste en una actividad planeada y basada en necesidades reales de una empresa u organización y orientada hacia un cambio en los conocimientos, habilidades y actitudes del colaborador” (Siliceo, 2006, p.25). Es la función educativa de una empresa u organización por la cual se satisfacen necesidades presentes y se prevén necesidades futuras respecto de la preparación y habilidades de los colaboradores.

A pesar de que se pueden utilizar diferentes conceptos al hablar de capacitación, es importante resaltar que ella debe ser vista como un elemento cultural de la empresa y como un proceso continuo y sistemático que debe concebirse por todos los miembros de la organización como un apoyo indispensable para lograr un mejoramiento constante de los resultados (Siliceo, 2006).

### 2.3.5 CALIDAD EN LOS MATERIALES

Según la American Society for Quality (European Scientific Journal, 2014), la calidad es un conjunto de características de un producto, proceso o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer las necesidades del usuario o cliente.

La materia prima o materiales directos constituyen el primer elemento de los costos de producción; se definen como aquellos materiales que se pueden identificar claramente, dentro del producto terminado y cuyo importe sea considerable. Esta definición hace una división en la materia prima que se requiere para realizar el proceso productivo, ya que existe un material que es parte del proceso productivo, pero por tener un valor no significativo resulta conveniente tratarlo como carga fabril, formando entonces lo que se denomina materia prima indirecta (Rojas Medina, s.f.).

#### 2.3.5.1 LA GESTIÓN DE LA CALIDAD TOTAL (TQM)

Las tendencias actuales en administración y dirección de empresas conducen a designar un nuevo estilo de gestión empresarial centrado en la mejora de efectividad, flexibilidad y competitividad e una organización que se conoce con el nombre de *gestión total de la calidad* (TQM). La filosofía TQM va mucho más allá del sentido que tradicionalmente tomaba la gestión de la calidad, ligada exclusivamente a la calidad del producto y limitada a las inspecciones. Se trata de un estilo de gestión global basado en la satisfacción del cliente y la mejora continua de los procesos que combina nuevas técnicas de gestión con herramientas ya tradicionales. Se orienta a la excelencia empresarial (Griful & Canela, 2005).

#### 2.3.5.2 ESPECIFICACIONES DE NIVEL DE CALIDAD ACEPTABLE (AQL)

Habitualmente, los técnicos seleccionan los planes de muestreo de entre los contenidos en las tablas de muestreo de los manuales de control de calidad, o en normas como la MIL-STD-105 o la ISO 2859, donde las tablas suelen venir agrupadas en esquemas y sistemas de muestreo. Un esquema de muestreo es un conjunto de planes con reglas para cambiar de unos a otros. Naturalmente, esto solo tiene sentido cuando se aplica a una serie continua de lotes. Normalmente,

un esquema esta tabulado por el tamaño de lote y por AQL, LQ o AOQL. Un sistema de muestreo es una colección de esquemas con instrucciones para escoger el más adecuado (Griful & Canela, 2005).

El sistema MIL-STD-105 es el más conocido y mejor documentado, pudiendo encontrarse una descripción más o menos resumida de el en casi todos los manuales de control de calidad. Fue desarrollado bajo el patrocinio del Departamento de Defensa de los Estados Unidos, más tarde adaptado en el resto del mundo, y finalmente incorporado a diversas normas internacionales (Griful & Canela, 2005).

El estándar MIL-STD-105D define el nivel de calidad aceptable (AQL) como el valor nominal, expresado en porcentaje, de elementos defectuosos, o en defectos por cada cien unidades, cualquiera que sea aplicable, especificado para determinado grupo de defectos (o defecto concreto). Es una definición bastante amplia, también se ha definido como el porcentaje máximo de elementos defectuosos (o defectos por cada cien unidades) tolerables como promedio de calidad (Hansen & Ghare, 1989).

El propósito del sistema es de ejercer presión sobre el productor, a través del rechazo de lotes (e incluso mediante la interrupción de la recepción), para que suministre un material con  $p \leq AQL$ . En el sistema MIL-STD-105 se distingue entre distintos niveles y rigores de inspección. El nivel de inspección se fija en función del coste de inspección, y, en principio, no se cambia a lo largo de la misma. El rigor de inspección se va ajustando en función de los resultados (Griful & Canela, 2005).

El nivel de inspección determina la relación entre los tamaños del lote y de la muestra, lo que controla la potencia del esquema de muestreo y la probabilidad de rechazar con  $p > AQL$ . Hay 3 niveles de inspección generales designados I, II y III, para los que los tamaños de muestra van de menor a mayor, y que corresponden a costes de inspección bajo, estándar y alto, respectivamente. Además, hay cuatro niveles de inspección especiales, designados como S-1, S-2, S-3 y S-4, que se adoptan cuando es necesario usar muestras pequeñas y se puede tolerar riesgos mayores. Una vez decidido el nivel de inspección y conocido el tamaño de lote, se consulta una

tabla, reproducida parcialmente en la figura 6 para obtener una letra-código de inspección, que se usara después para seleccionar el plan en las tablas de muestreo (Griful & Canela, 2005).

<i>Tamaño de lote</i>	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
16-25	A	A	B	B	B	C	D
26-50	A	B	B	C	C	D	E
51-90	B	B	C	C	D	E	F
91-150	B	B	C	D	D	F	G
151-280	B	C	D	E	E	G	H
281-500	B	C	D	E	F	H	J
501-1200	C	C	E	F	G	J	K
1201-3200	C	D	E	G	H	K	L
3201-10000	C	D	F	G	J	L	M
10001-35000	C	D	F	H	K	M	N
35001-150000	D	E	G	J	L	N	P
150001-500000	D	E	G	J	M	P	Q
>500000	D	E	H	K	N	Q	R

**Figura 6. Letra-Código del Tamaño de Lote**  
(Fuente: Griful & Canela, 2005)

Hay tres tablas posibles, correspondientes a los tres rigores de inspección: reducida, normal y rigurosa (o estricta). Una vez fijado el nivel de inspección, el tamaño de muestra es el mismo para la inspección normal y la rigurosa, pero menor para la reducida. La letra- código se entra en la tabla propia del rigor de inspección que corresponde, dando el tamaño de muestra, y entrando el AQL se obtienen Ac y Re (Griful & Canela, 2005).

Según Griful & Canela (2005) se comienza con un plan normal y según los resultados obtenidos en las sucesivas inspecciones, se va variando el rigor de inspección. La norma contiene una colección de reglas para variar el rigor de inspección:

- Paso de inspección normal a rigurosa. Cuando dos de cinco lotes consecutivos sean rechazados en inspección normal.
- Paso de inspección rigurosa a normal. Cuando se acepten cinco lotes consecutivos en inspección rigurosa.



- Paso de inspección normal a reducida. Cuando se aceptan diez lotes consecutivos en inspección normal.
- Paso de inspección reducida a normal. Cuando se rechace un lote en inspección reducida.

Letra código	Tamaño de muestra	AQL									
		0.15 Ac Re	0.25 Ac Re	0.40 Ac Re	0.65 Ac Re	1.0 Ac Re	1.5 Ac Re	2.5 Ac Re	4.0 Ac Re	6.5 Ac Re	
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↓
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2
E	13	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	↓	1 2	2 3
F	20	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	↓
G	32	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	↓
H	50	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	↓
J	80	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	↓
K	125	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	↓
L	200	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↓
M	315	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↓
N	500	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↓
P	800	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↓
Q	1500	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↓
R	2000	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↓

**Figura 7. Tabla de Muestreo Simple para Inspección Normal**  
(Fuente: Griful & Canela, 2005)

Letra código	Tamaño de muestra	AQL																		
		0.15		0.25		0.40		0.65		1.0		1.5		2.5		4.0		6.5		
		Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	
A	2	↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		0	1	
B	2	↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		0	1		↑	
C	2	↓		↓		↓		↓		↓		0	1		↑				↓	
D	3	↓		↓		↓		↓		0	1		↑		↓			0	2	
E	5	↓		↓		↓		↓		0	1		↑		↓		0	2	1	3
F	8	↓		↓		↓		0	1		↑		↓		0	2	1	3	1	4
G	13	↓		↓		0	1		↑		↓		0	2	1	3	1	4	2	5
H	20	↓		0	1		↑		↓		0	2	1	3	1	4	2	5	3	6
J	32	0	1		↑		↓		0	2	1	3	1	4	2	5	3	6	5	8
K	50		↑		↓		0	2	1	3	1	4	2	5	3	6	5	8	7	10
L	80	↓		0	2	1	3	1	4	2	5	3	6	5	8	7	10	10	13	
M	125	0	2	1	3	1	4	2	5	3	6	5	8	7	10	10	13			↑
N	200	1	3	1	4	2	5	3	6	5	8	7	10	10	13			↑		↑
P	315	1	4	2	5	3	6	5	8	7	10	10	13		↑			↑		↑
Q	500	2	5	3	6	5	8	7	10	10	13		↑		↑			↑		↑
R	800	3	6	5	8	7	10	10	13		↑		↑		↑			↑		↑

↓ Indica plan de muestreo inferior ↑ indica plan de muestreo superior

**Figura 8. Tabla de Muestreo Simple para Inspección Reducida**  
(Fuente: Griful & Canela, 2005)

Letra código	Tamaño de muestra	AQL																			
		0.15		0.25		0.40		0.65		1.0		1.5		2.5		4.0		6.5			
		Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re		
A	2	↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓	
B	3	↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		0	1
C	5	↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		0	1			↓	
D	8	↓		↓		↓		↓		↓		↓		0	1		↓			↓	
E	13	↓		↓		↓		↓		↓		0	1		↓		↓			1	2
F	20	↓		↓		↓		↓		0	1		↓		↓		1	2		2	3
G	32	↓		↓		↓		0	1		↓		↓		1	2	2	3		3	4
H	50	↓		↓		0	1		↓		↓		1	2	2	3	3	4		5	6
J	80	↓		0	1		↓		↓		1	2	2	3	3	4	5	6		8	9
K	125	0	1		↓		↓		1	2	2	3	3	4	5	6	8	9		12	13
L	200	↓		↓		1	2	2	3	3	4	5	6	8	9	12	13	18	19		
M	315	↓		1	2	2	3	3	4	5	6	8	9	12	13	18	19			↑	
N	500	1	2	2	3	3	4	5	6	8	9	12	13	18	19			↑		↑	
P	800	2	3	3	4	5	6	8	9	12	13	18	19		↑			↑		↑	
Q	1500	3	4	5	6	8	9	12	13	18	19		↑		↑			↑		↑	
R	2000	5	6	8	9	12	13	18	19		↑		↑		↑			↑		↑	

↓ Indica plan de muestreo inferior ↑ indica plan de muestreo superior

**Figura 9. Tabla de Muestreo Simple para Inspección Rigurosa**  
(Fuente: Griful & Canela, 2005)

Ejemplo 1 obtenido de Griful & Canela, (2005):

Supongamos como antes el tamaño de lote comprendido entre 35.001 y 150.000, y tomemos AQL = 0,65% (valor típico de la MIL-STD-105). Si usamos el nivel de inspección II, la letra-código es N, que nos da:

- Inspección normal:  $n = 500$ ,  $Ac = 7$ ,  $Re = 8$ .
- Inspección rigurosa:  $n = 500$ ,  $Ac = 5$ ,  $Re = 6$ .
- Inspección reducida:  $n = 200$ ,  $Ac = 3$ ,  $Re = 6$ .

En la inspección reducida,  $Ac = 3$  y  $Re = 6$  indica que el lote se acepta si la muestra ( $n = 200$ ) tiene como máximo 5 no conformidades; en caso de que el número de no conformidades sea de 4 o 5, el siguiente lote se pasa a inspección normal. Obsérvese que el plan para inspección rigurosa de AQL=0,65% coincide con el plan normal correspondiente a AQL = 0,40%. En la figura 10 se dan algunas probabilidades de aceptación, calculadas con la fórmula binomial. Para el plan de inspección reducida se ha realizado el cálculo teniendo en cuenta que un lote se acepta hasta con 5 unidades no conformes.

p	Reducida	Normal	Rigurosa	p	Reducida	Normal	Rigurosa
0,25%	1,000	1,000	0,998	2,25%	0,704	0,125	0,031
0,50%	0,999	0,996	0,958	2,50%	0,616	0,067	0,014
0,75%	0,996	0,963	0,824	2,75%	0,528	0,034	0,006
1,00%	0,984	0,868	0,616	3,00%	0,443	0,017	0,003
1,25%	0,959	0,710	0,405	3,25%	0,365	0,008	0,001
1,50%	0,918	0,524	0,239	3,50%	0,296	0,004	0,000
1,75%	0,859	0,352	0,130	3,75%	0,236	0,002	0,000
2,00%	0,787	0,217	0,065	4,00%	0,186	0,001	0,000

**Figura 10. Probabilidades de Aceptación (Ejemplo 1)**  
(Fuente: Griful & Canela, 2005)

### 2.3.6 BATAS QUIRÚRGICAS

En un quirófano, el cuerpo de la persona a operar funciona como foco de infección, y salvo que el cuerpo de las personas sanas, es decir los médicos y otros compañeros de trabajo están protegidos del exterior, también pueden estar infectados. Por lo tanto, este personal usa una prenda protectora llamada bata quirúrgica para proteger contra infecciones indeseables (Park,2004).

Las batas quirúrgicas son utilizadas por los doctores y enfermeras en la sala de operaciones para cumplir la doble función de prevención de microorganismos como bacterias y fluidos corporales del equipo quirúrgico al paciente y del paciente al equipo quirúrgico. Las batas deben permitir la movilidad necesaria sin generar fricción y deben resistir el desgarre. Estas batas deben ajustarse a una diversidad de formas de cuerpos y tallas (Park,2004).

#### 2.3.6.1 HISTORIA

A principios de los años 1900, se introdujeron los primeros tipos de batas quirúrgicas como dos piezas ligeras de tela esterilizadas. Estas prendas llegaban hasta el suelo, y las mangas hasta los codos. No eran utilizadas con máscaras ni guantes. Para 1920, las batas eran fabricadas de muselina que era considerado como material protector. Para 1939 se incrementó la preocupación por la filtración de fluidos a través de dicho material, así que se aplicó hule para incrementar el nivel de protección y las mangas se extendieron hasta una longitud de tres cuartos (Pittman, 2002).

Durante los años 50's el diseño de las batas de cirugía fue explotado, se exploró la noción de que los pacientes podrían ser una potencial amenaza para los cirujanos, todo esto impulso el desarrollo de nuevas telas, genero la evolución a un nuevo diseño de bata quirúrgica. Las telas sintéticas fueron introducidas en diferentes grados y pesos, desarrollando un rango de batas con distintos grados de protección (Pittman, 2002).

En 1991, la OSHA implemento la regla final requiriendo que todo el personal de salud debía protegerse de los patógenos transmitidos por la sangre, el cual era responsabilidad del centro médico.



**Figura 11. Bata quirúrgica**  
(Fuente: Pittman, 2002)

## **2.4 INSTRUMENTOS**

En la siguiente sección se describen los instrumentos que serán utilizados para el desarrollo de la investigación sobre cómo reducir la variación en el uso de materiales en al menos un 10%.

### **2.4.1 METODOLOGIA DE MEJORA SEIS SIGMA (DMAIC)**

En la actualidad existen diversas metodologías de mejoras entre las que se encuentra Seis Sigma que propone aplicar un método de investigación para los procesos que agregan valor para el cliente y desarrollar acciones o proyectos que permitan elevar la satisfacción de este, utilizando para ello métodos estadísticos que garantizan fundamentar las decisiones basadas en datos (Ríos et al., n.d. citado por Gutiérrez y de la Vara, 2008), convirtiéndose así en una plataforma que permite mejorar la competitividad de las organizaciones (Garza Ríos R. C., 2016) citado por Porter, 2002). Para ello, propone desarrollar 5 etapas (DMAIC):



**Figura 12. Metodología DMAIC**  
(Fuente: Garza, 2016)

En la tabla 5 se resume cada una de las fases, sus objetivos y herramientas más utilizadas:

**Tabla 5. Etapas de la Metodología DMAIC**

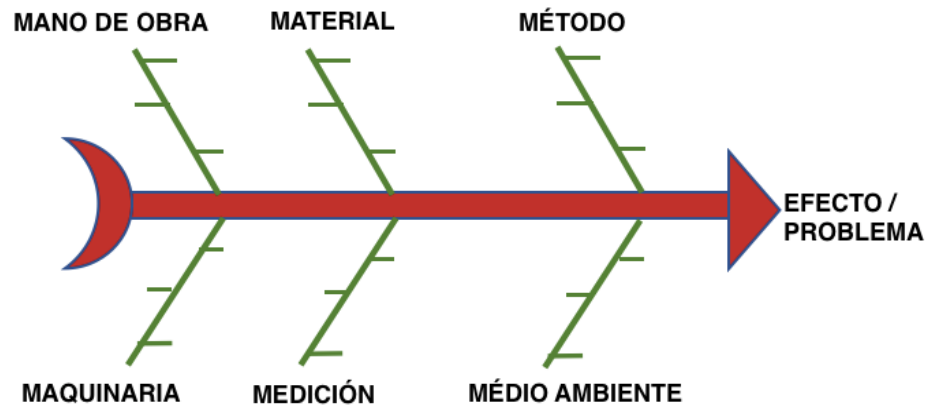
Etapas	Objetivos	Herramientas
Definir	Identificar aspectos claves de la organización, definir clientes, sus requisitos y los procesos claves que pueden afectar a los clientes, es decir identificar posibles proyectos de mejora.	Diagrama Pareto, diagrama de flujo de proceso, histograma, voz del cliente, lluvia de ideas, árbol crítico de la calidad, entre otras
Medir	Identificar las causas claves del problema para la recogida de datos en el proceso objeto de estudio.	Diagrama entrada-proceso-salida, análisis de capacidad de proceso, gráfico Pareto, gráficos de control.
Analizar	Analizar los datos (procesarlos) recogidos, para determinar cuáles son las causas del mal funcionamiento de los procesos.	Diagrama de causa efecto, matriz de relación, correlación y regresión, análisis de varianza, muestreo.
Mejorar	Generar posibles soluciones al problema detectado e implementar las más convenientes.	Técnicas analíticas, pruebas piloto
Controlar	Establecer un plan de controles que garanticen que la mejora alcanzará el nivel deseado.	Planes de control, gráficos de control, capacidad de proceso.

Fuente: Garza, 2016

#### 2.4.1.1 HERRAMIENTAS DE MEJORA CONTINUA.

#### 2.4.1.1.1 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

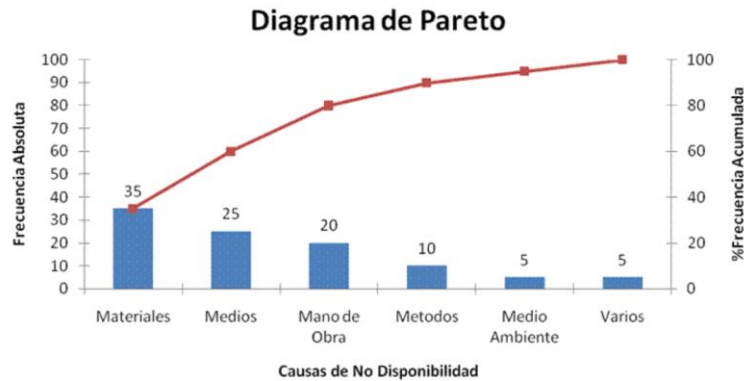
Es una técnica que permite la identificación y clasificación de ideas e información relativas a las causas de los problemas. En este diagrama se van identificando las posibles causas que pueden llegar a generar un problema, empezando por 5 categorías principales (López Lemos, 2016).



**Figura 13. Diagrama de Ishikawa**  
(Fuente: López, 2016)

#### 2.4.1.1.2 DIAGRAMA DE PARETO

Es un método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema y las menos importantes. Está basado en el Principio de Pareto, según el cual el 80% de los defectos están originados por un 20% de las causas (López Lemos, 2016).



**Figura 14. Diagrama de Pareto**  
(Fuente: López, 2016)

## CAPÍTULO III. METODOLÓGICA

Una vez realizado el planteamiento del estudio y el sustento teórico en los capítulos anteriores, se debe determinar la metodología de la investigación a utilizar. Este capítulo involucra la operacionalización de las variables, en donde se detalla su definición conceptual, así como las dimensiones e indicadores de cada una de ellas. Además, se explica el enfoque, tipo de estudio, alcance, diseño utilizado, así como las técnicas e instrumentos aplicados y las fuentes de información para la recolección de datos.

### 3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA

La matriz de congruencia es una herramienta que brinda la oportunidad de abreviar el tiempo dedicado a la investigación, su utilidad permite organizar las etapas del proceso de la investigación de manera que desde el principio exista una congruencia entre cada una de las partes involucradas en dicho procedimiento. Su presentación en forma de matriz permite apreciar a simple vista el resumen de la investigación y comprobar si existe una secuencia lógica, lo que elimina de golpe las vaguedades que pudieran existir durante los análisis correspondientes para avanzar en el estudio. (Rendón, s.f.).



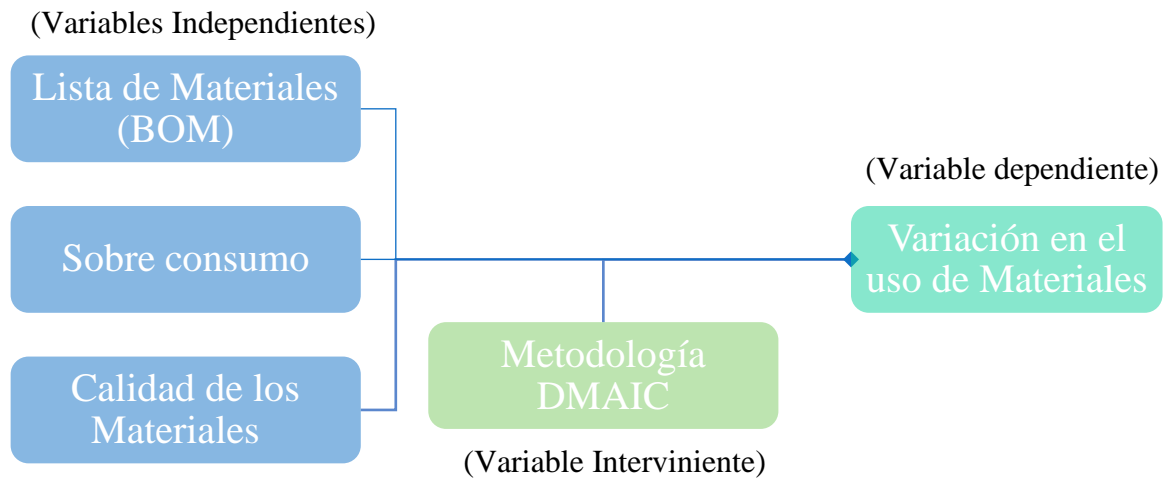
**Tabla 6. Congruencia Metodológica**

Problema	Objetivo General	Preguntas de Investigación	Objetivo Especifico	Variable Dependiente	Variabes Independientes
<p>¿Cómo se puede reducir la variación en el uso de materiales utilizados en el proceso de fabricación de batas quirúrgicas desechables en ambas plantas de O&amp;M en al menos 10%, controlando las principales causas de variación mediante el uso de la metodología DMAIC?</p>	<p>Analizar la manera de reducir en al menos un 10% la variación en el uso de materiales utilizados en la elaboración de batas quirúrgicas desechables en ambas plantas de O&amp;M, aplicando la metodología DMAIC para controlar las principales causas que la generan</p>	<p>1) ¿Cuáles materiales son los mayores contribuyentes a la variación total en ambas plantas de O&amp;M?</p>	<p>1) Identificar los materiales que representan la mayor contribución a la variación total en ambas plantas de O&amp;M mediante un diagrama de Pareto y revisión al historial de variaciones.</p>	<p>Variación en el uso de Materiales</p>	<p>Lista de Materiales (BOM)</p>
		<p>2) ¿Cuáles son las principales causas que generan la variación en el uso de materiales identificados en ambas plantas de O&amp;M?</p>	<p>2) Determinar las principales causas que generan la variación en el uso de los materiales identificados en ambas plantas de O&amp;M mediante un diagrama de Ishikawa</p>		<p>Sobre consumo</p>

Problema	Objetivo General	Preguntas de Investigación	Objetivo Especifico	Variable Dependiente	Variables Independientes
		<p>3) ¿Qué herramientas de la metodología DMAIC se pueden implementar para controlar la variación en el uso de materiales en ambas plantas de O&amp;M reduciéndola en al menos 10%?</p>	<p>3) Implementar herramientas de la metodología DMAIC para controlar la variación en el uso de materiales en ambas plantas de O&amp;M reduciéndola en al menos 10%</p>		<p>Calidad de los Materiales</p>

### 3.1.1 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Para este proyecto de investigación se han determinado las siguientes variables:



**Figura 15. Variables de Estudio**  
(Fuente: Elaboración propia)

La variable dependiente es la variación en el uso de materiales. Esta variable se medirá en dólares. Como variables independientes se han identificado: la lista de materiales (BOM), la capacitación y entrenamiento del personal y la calidad de los materiales. También se analizará como variable interviniente la metodología DMAIC.

A continuación, en la tabla 5 se presenta la definición conceptual y operacional, la dimensión y el indicador para cada una de las variables independientes definidas en este proyecto de investigación:

**Tabla 7. Operacionalización de las Variables Independientes**

Variable independiente	Conceptual	Operacional	Dimensión	Indicadores	Preguntas	Respuesta	Escala	Técnica
BOM	Es un registro donde figuran todos los componentes de un artículo, las relaciones padre-componente y las cantidades de uso derivadas de los diseños de ingeniería y de procesos. (Krajewski & Ritzman, 2000)	Es un documento donde se recogen datos que facilitan el conocimiento y control permanente y exacto de todos los materiales que intervienen en los procesos. Cada material debe estar identificado de manera clara mediante un código.	Receta	Tipo de material	¿Qué tipo de material se está midiendo en la receta?	1: Hilo, 2: Fastape 3: Goma 4: Velcro	Nominal polinómica	Consulta a la base de datos
				Consumo de material	¿Cuánto es el consumo de material?	Decimal	Continua, de Razón	Consulta a la base de datos
					¿El consumo de materiales en el BOM está de acuerdo al diseño de la bata?	0: No 1: Sí	Nominal dicotómica	Auditoría de recetas y Medición física de consumo de materiales
				Precio del material	¿A cuánto asciende el precio del material en la receta?	Decimal	Continua de razón	1. BOM en sistema SAP. 2. Consulta base de datos de auditoria de recetas.

Variable independiente	Conceptual	Operacional	Dimensión	Indicadores	Preguntas	Respuesta	Escala	Técnica
			Planta	Familia (tipo) de Bata	¿A qué familia de bata corresponde la receta del BOM?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aerochrome</li> <li>2. Aeroblue</li> <li>3. Isolation</li> <li>4. Ultra</li> <li>5. KC100</li> <li>6. Procedure</li> <li>7. Basica</li> <li>8. Regular</li> </ol>	Nominal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Transacción en sistema SAP</li> <li>2. Consulta base de datos auditoria de Receta</li> </ol>
				Nombre de planta	¿A qué planta corresponde la receta del BOM?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Surgical</li> <li>2. Apparel</li> </ol>	Nominal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Transacción en sistema SAP</li> <li>2. Consulta base de datos auditoria de Receta</li> </ol>

Variable independiente	Conceptual	Operacional	Dimensión	Indicadores	Preguntas	Respuesta	Escala	Técnica
Sobreconsumo	Designa un nivel de consumo situado por encima de las necesidades normales o del consumo promedio.	Es el consumo excesivo e inadecuado del material utilizado en la producción, que se encuentra arriba del consumo meta.	Uso de material y método de operación	Scrap en dólares	¿Cuál es el scrap generado por el mal manejo del material y el incorrecto método de operación por parte del personal?	1. Dólares	Continuo	Medición de scrap de materiales
			Maquinaria	Scrap en dólares	¿Cuál es scrap que se genera relacionado a problema de maquina?	1. Dólares	Continuo	Medición de scrap de materiales
			Concientización del personal en el uso de material	Capacitación en el uso adecuado de material	Reciben los colaboradores capacitaciones sobre el uso adecuado de los materiales?	1. Si 2. No	Nominal	Revisión de matriz de entrenamiento
				Tiempo promedio de capacitación por persona	Cuál es el promedio de horas de capacitación recibida por persona a la semana?	1: Menos de 4 hrs 2: 4 a 8 hrs 3: Mayor a 8 hrs	Continua	Bitácora de asistencia

				<p>Evaluación de conocimientos adquiridos: Puntuación obtenida en el Método de evaluación de escala grafica</p>	<p>¿Cuál es la puntuación obtenida en el método de escala grafica?</p>	<p>1. 0-59% Insuficiente 2. 60%-79% Regular 3. 80%-90% Buena 4. 91%-100% Excelente</p>	<p>Nominal</p>	<p>Evaluación de Escala grafica</p>
--	--	--	--	---	--	--	----------------	-------------------------------------

Variable independiente	Conceptual	Operacional	Dimensión	Indicadores	Preguntas	Respuesta	Escala	Técnica
Calidad de los Materiales	Conjunto de características de un producto, proceso o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer las necesidades del usuario o cliente. (European Scientific Journal, 2014),	La calidad del producto final comienza con los materiales utilizados	Criterios y especificaciones de calidad	Costo de scrap	¿Cuánto es el costo promedio mensual de scrap por mala calidad del proveedor?	1. \$1,000 2. \$2,000 3. \$3,000	Discreta	Revisión de históricos de Scrap de planta (Acumulado 2021)
				Tipos de defectos de calidad	¿Cuáles son los tipos de defectos de calidad identificados en materiales recibidos del proveedor?	Principales defectos de calidad de materia prima	Nominal	Revisión de históricos de Scrap de planta (Acumulado 2021)
				Inspecciones de calidad de materias primas	¿Cuál es el método de inspección de calidad utilizado para el recibo de materiales?	1. Inspección en recepción 2. Inspección del producto almacenado 3. Inspección intermedia	Nominales	Procedimiento de Operación Estándar.
				Auditorias de calidad en materias primas	¿Se realizan auditorias periódicas a las materias primas?	0: No 1: Sí	Nominales	Formato de Inspección de Calidad de Material Entrante.



**Tabla 8. Operacionalización de la Variable Dependiente**

Variable dependiente	Conceptual	Operacional	Dimensión	Indicadores	Preguntas	Respuesta	Escala	Técnica
Variación del uso de Material	La Variación en el uso de material Compara la cantidad real de material utilizada para realizar la producción con la cantidad estándar permitida y valora la diferencia al precio estándar del material por unidad. (Press, 2010)	Representa el consumo excedente de materiales sobre el estándar establecido por el BOM	Uso de Material	Costo Meta	¿Cuál es el costo meta del uso de los materiales?	1. Dólares	Continuo	Revisión de reporte mensual de variación del uso de material
				Costo Real	¿Cuál es el costo real del uso de los materiales?	1. Dólares	Continuo	Revisión de reporte mensual de variación del uso de material
				Variación	¿Cuál es la variación en el uso de los materiales?	1. Dólares	Continuo	Revisión de reporte mensual de variación del uso de material
				Categoría de Materiales	¿Cuáles son las categorías en las que se clasifican los materiales?	1. Materiales Base 2. Materiales de Empaque 3. Misceláneos	Nominal	Revisión de reporte mensual de variación del uso de material
			Planta o Proceso	Nombre de Planta	¿A qué planta corresponde la variación del uso de material?	1. Surgical 2. Apparel	Nominal	Revisión de reporte mensual de variación del uso de material

**Tabla 9. Operacionalización de la Variable Interviniente**

Variable interviniente	Conceptual	Operacional	Dimensión	Indicadores	Preguntas	Respuesta	Escala	Técnica
Metodología DMAIC	El método Seis Sigma, conocido como DMAIC, consiste en la aplicación, proyecto a proyecto, de un proceso estructurado en cinco fases: definir, medir, analizar, mejorar, controlar (Pérez, 2014)	La metodología DMAIC es una herramienta para planteamiento o de resolución de problemas, puede ser aplicado en variedad de proyectos y análisis para encontrar, desarrollar y solucionar un problema.	Definir	Variación actual del uso de material	¿Existe variación en el uso de materiales utilizados en la elaboración de Batas quirúrgicas ?	0: No 1: Sí	Nominales	Revisión de reporte mensual de variación del uso de material
			Medir	Variación actual del uso de material	¿Cuál es la variación actual que presenta el uso de materiales en dólares?	Dólares	Continua	Revisión de reporte mensual de variación del uso de material
						Dólares	Continua	Revisión de reporte mensual de variación del uso de material

Variable interviniente	Conceptual	Operacional	Dimensión	Indicadores	Preguntas	Respuesta	Escala	Técnica
					¿Cuál es el porcentaje de variación que existe en el uso de material considerando los mayores contribuyentes?	Porcentaje de variación de uso de material por tipo de material	Continua	Revisión de reporte mensual de variación del uso de material
					¿Existe un procedimiento estándar para el cálculo de la variación en el uso de material?	0: No 1: Sí	Nominales	Procedimiento de cálculo de la variación

Variable interviniente	Conceptual	Operacional	Dimensión	Indicadores	Preguntas	Respuesta	Escala	Técnica
				Variación en el uso de materiales	¿Existe una meta de % de variación de uso de material?	0: No 1: Sí	Nominales	Seguimie nto de KPI de producci ón
			Analizar	Causas Principales	¿Se conocen las causas principales de la variación del uso de material?	0: No 1: Sí	Nominales	Diagrama de Ishikawa
				Materiales Contribuyen tes a la variación total	¿Qué materiales son los mayores aportantes a la variación del uso de material?	1: Hilo, 2: Fastape 3: Goma	Nominales	Gráfico de Pareto
			Mejorar	Capacitaci ón de método en las operaciones y uso de material	¿Cuál es el porcentaje de empleados que han sido capacitados	1: Menos del 60% 2: 61% a 80% 3: 81% a 100%	Continua	Bitácora de asistencia

Variable interviniente	Conceptual	Operacional	Dimensión	Indicadores	Preguntas	Respuesta	Escala	Técnica
					en el manejo de Materiales?			
				Análisis de ingeniería para corrección de BOM	¿Se han realizado mediciones de consumo y scrap para verificación y corrección de BOM?	0: No 1: Sí	Nominales	Actualización de recetas y Medición física de consumos de materiales
				Reducción de Scrap	¿Cuáles son los proyectos a implementar para lograr la reducción de Scrap?	1. Sistemas de medición del scrap. 2. Proyectos de mejora/reducción de scrap	Nominales	Proyectos de medición y reducción de scrap
				Costo Meta de uso de material	¿Se está cumpliendo el costo meta para el uso del material?	0: No 1: Sí	Nominales	Revisión de reporte mensual de variación

Variable interviniente	Conceptual	Operacional	Dimensión	Indicadores	Preguntas	Respuesta	Escala	Técnica
								del uso de material (tendenci a)
			Controlar	Cumplimien to de procedimien tos operativos	¿Se cuenta con los procedimie ntos operativos para reducir la variación en el uso del material?	0: No 1: Sí	Nominales	1. Manual de procedim ientos de control de variación de uso de material 2. Auditoria de procedim ientos operativo s.
					Se están cumpliendo los procedimie ntos operativos sobre el uso del material?	1: Menos del 60% 2: 61% a 80% 3: 81% a 100%		Continua

### 3.1.2 HIPÓTESIS

Las hipótesis formuladas para este proyecto de investigación son:

Hi: Al controlar mediante herramientas DMAIC el BOM, la calidad de los materiales y el sobreconsumo, la reducción de la variabilidad en el uso de materiales en ambas plantas de O&M es mayor o igual al 10%.

Ho: Al controlar mediante herramientas DMAIC el BOM, la calidad de los materiales y el sobreconsumo, la reducción de la variabilidad en el uso de materiales en ambas plantas de O&M es menor al 10%.

## 3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

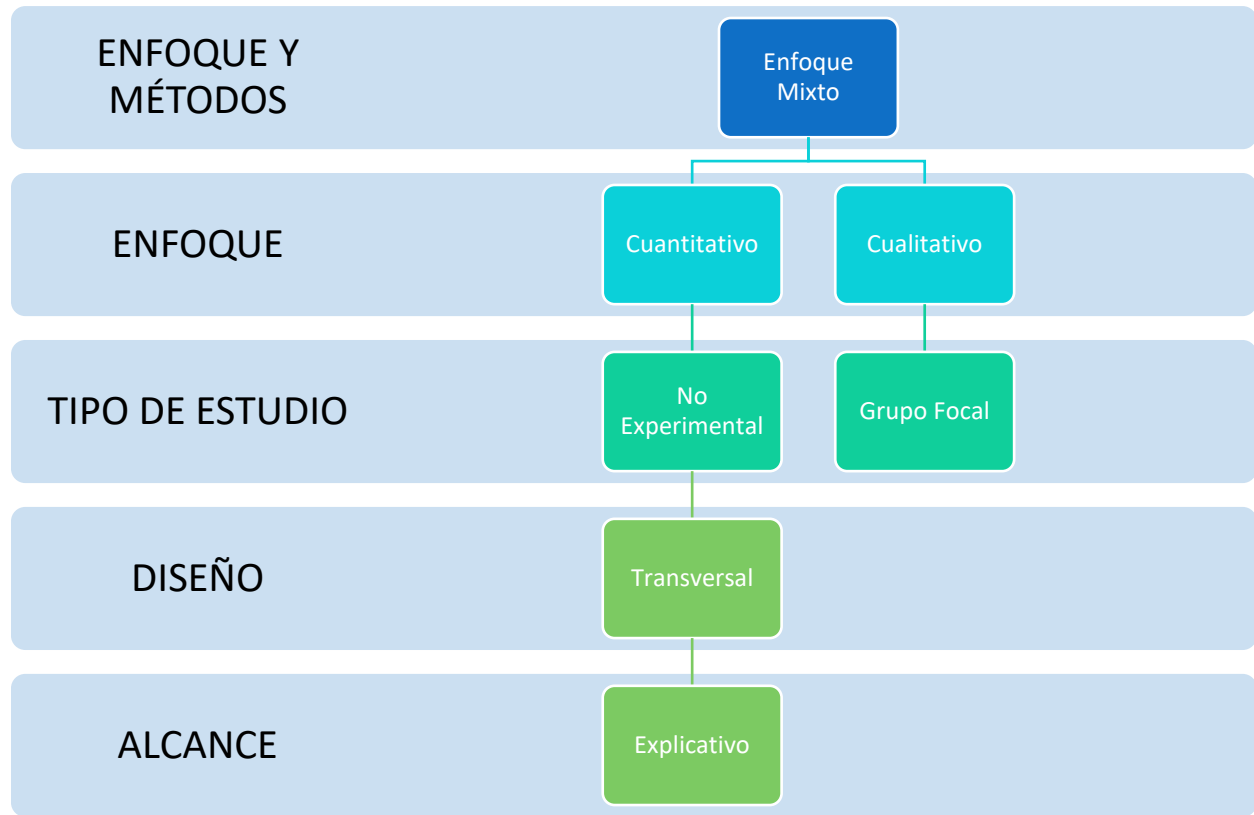
Los métodos utilizados para este trabajo de investigación tienen un enfoque mixto. Los métodos mixtos según Driessnack, Sousa, & Costa Mendes (2007), refieren a procesos que utilizan estrategias múltiples o mixtas para responder a las preguntas de investigación y/o comprobar hipótesis.

Para Hernández Sampieri et al. (2014), la investigación mixta no tiene como meta remplazar a la investigación cuantitativa ni a la investigación cualitativa, sino utilizar las fortalezas de ambos tipos de indagación combinándolas y tratando de minimizar sus debilidades potenciales.

En esta investigación se utiliza una modalidad no experimental. Las variables no se definen con el propósito de manipularse ni de controlarse experimentalmente, desde luego, se observan los cambios en diferentes variables y sus relaciones, pero el investigador no las obliga a cambiar de estados, no las manipula. Es decir, las variables independientes se toman tal como se dan en el contexto natural para su análisis posterior.

El alcance de la investigación es explicativo. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre u ocurrió un fenómeno y en qué condiciones se da o se dio este, o porque se relacionan dos o más variables de determinada manera. Intentan establecer una relación causa/efecto (Gomez, 2006).

A continuación, se presenta el esquema de investigación



**Figura 16. Esquema de Investigación**  
(Fuente: Elaboración propia)

### 3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El término diseño se refiere al plan o estrategia concebida para responder a las preguntas de investigación. El diseño señala al investigador lo que debe hacer para alcanzar los objetivos de estudio y contestar las interrogantes que se ha planteado y analizar la certeza de las hipótesis formuladas en un contexto en particular (Ortiz Uribe, 2004). Es importante conocer los diferentes tipos de diseños para aplicar el que se adapte mejor al tipo de estudio realizado.

El diseño de este proyecto es transaccional o transversal ya que se plantea la relación entre diversas variables de estudio con recolección de datos en un solo momento. Se utilizaron los datos de variación en el uso de materiales de los principales contribuyentes en las plantas Surgical y



Apparel desde el mes de enero a abril del año 2021 para el análisis de causas y planes de acción de reducción de esta.

### 3.3.1 POBLACIÓN

La población es el conjunto de individuos que tienen ciertas características que son las que se desean estudiar. Para este estudio se han seleccionado los 82 materiales que presentan variación en el uso de estos en ambas plantas de la empresa O&M.

**Tabla 10. Población de estudio**

<b>Categoría</b>	<b>Cantidad</b>
Materiales Base	23
Materiales de Empaque	42
Materia Prima	17
<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>82</b>

### 3.3.2 MUESTRA

La muestra es el grupo de individuos que realmente se estudiarán, es un subconjunto de la población. Se utilizará la muestra no probabilística, en la cual, “la selección de las unidades de análisis depende de las características, criterios personales, etc., del investigador” (Ávila 2006). Se analizarán los 4 materiales mayores contribuyentes a la variación, los cuales son: Hilo, Fastape, Goma y Velcro.

### 3.3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS

Según Soriano (2002) la unidad de análisis es el elemento del que se obtiene la información fundamental para realizar la investigación. En este estudio la unidad de análisis serán los materiales utilizados en la producción de batas quirúrgicas.

### 3.3.4 UNIDAD DE RESPUESTA

La unidad de respuesta utilizada en esta investigación será la variación en el uso de materiales expresada en dólares, lo que permitirá buscar los resultados de las variables independientes; Lista de materiales (BOM), capacitación y entrenamiento del personal y Calidad de los materiales para la reducción de la variación.

## 3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

Según Hernández Sampieri et al., (2014), en toda investigación cuantitativa se debe aplicar un instrumento para medir las variables contenidas en las hipótesis (y cuando no hay hipótesis simplemente para medir las variables de interés). Esa medición es eficaz cuando el instrumento de recolección de datos en realidad representa las variables que se tienen en mente.

### 3.4.1 INSTRUMENTOS

“Toda medición o instrumento de recolección de datos debe reunir tres requisitos esenciales: confiabilidad, validez y objetividad” (Hernández Sampieri et al., 2014, p.200).

- La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales.
- La validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir. Por ejemplo, un instrumento válido para medir la inteligencia debe medir la inteligencia y no la memoria. *La validez total* de

un instrumento de medición se evalúa sobre la base de todos los tipos de evidencia. Cuanta mayor evidencia de validez de contenido, de validez de criterio y de validez de constructo tenga un instrumento de medición, éste se acercará más a representar las variables que pretende medir.

$$\text{Validez total} = \text{validez de contenido} + \text{validez de criterio} \\ + \text{validez de constructo}$$

- Relación entre la confiabilidad y la validez: Un instrumento de medición puede ser confiable, pero no necesariamente válido (un aparato, por ejemplo, quizá sea consistente en los resultados que produce, pero puede no medir lo que pretende).

La siguiente imagen muestra la relación que existe entre confiabilidad y validez. Ejemplo,

- Tirador 1 Sus disparos no impactan en el centro del blanco y se encuentran diseminados por todo el blanco.
- Tirador 2 Tampoco impacta en el centro del blanco, aunque sus disparos se encuentran cercanos entre sí, fue consistente, mantuvo un patrón.
- Tirador 3 Los disparos se encuentran cercanos entre sí e impactaron en el centro del blanco.



**Figura 17. Relación entre Confiabilidad y Validez**  
(Fuente: Sampieri, 2014)

- En un instrumento de medición, la objetividad se refiere al grado en que éste es o no permeable a la influencia de los sesgos y tendencias del investigador o investigadores que lo administran, califican e interpretan. (Mertens, 2010).

Para el desarrollo del presente proyecto y con el objetivo de identificar causas principales que son responsables de la variación en el uso de materiales en O&M, se utilizarán las siguientes herramientas:

- Diagrama de Ishikawa, por medio del diagrama de espina de pescado se busca identificar las principales causas que pueden estar ocasionando la variación en el uso de materiales. Estas pueden estar ligadas a causas directas durante la producción o manejo que estén relacionadas a materiales, mano de obra, medio ambiente, métodos, maquina o medida.
- Diagrama de Pareto, en este diagrama se enlistan los materiales que presentan variación en el uso (enero-abril 2021), el objetivo es identificar cuáles son los materiales que han presentado mayor variación a lo largo del año y de esta forma saber dónde focalizar los esfuerzos.

### 3.4.2 TÉCNICAS

La técnica de investigación científica es un procedimiento típico, validado por la práctica, orientado generalmente —aunque no exclusivamente— a obtener y transformar información útil para la solución de problemas de conocimiento en las disciplinas científicas (Crotte, s.f.). Dentro de la sección de técnicas se dan a conocer los procedimientos a llevar a cabo durante esta investigación.

#### 3.4.2.1 CONFIABILIDAD Y VALIDEZ

La validación consiste en un procedimiento que somete a prueba un instrumento mediante un par de tácticas: la consulta y prueba con expertos (que generalmente son las mismas personas que lo aplicarán o investigadores con experiencia) que calificarán el instrumento y recomendarán modificaciones al diseño; y, en segundo lugar, una prueba piloto del instrumento, que se aplica a personas que se asemejan a la población objeto o forman parte de ella. Al término del procedimiento de validación se cuenta ya con un instrumento técnico que presenta la mayor posibilidad de lograr los resultados previstos por los investigadores (Crotte, s.f.).

##### 3.4.2.1.1 Grupo focal

Los grupos focales son una técnica cualitativa de investigación que consiste en la realización de entrevistas a grupos de 6-12 personas, en las cuales el moderador desarrolla de manera flexible un conjunto de temas que tienen que ver con el objeto de estudio (Barragán, 2003).

Los elementos que componen un grupo focal son:

- El investigador/moderador
- La guía de trabajo
- Los participantes

- El entorno

La guía de trabajo es el instrumento que orienta la discusión. En ella las variables de estudio se transforman en “temas abiertos y flexibles” que son abordados según la propia dinámica del grupo: de manera natural y lo más espontánea posible. Es una “guía”, no un “cuestionario de preguntas” (Barragán, 2003).

A diferencia de una encuesta, donde el diseño domina toda la investigación, en un grupo focal el diseño es coextendido al trabajo de campo (Ibáñez, 1994 citado por Barragán, 2003). Esto quiere decir que es modificada constantemente en el curso de la investigación. Si en los primeros grupos focales aparecen temas interesantes que no se contemplaron en el diseño, los mismos se incluyen en la guía. Si en los primeros grupos se abordaron temas con suficiente profundidad, en los siguientes grupos se profundizan otros tópicos (Barragán, 2003).

#### 3.4.2.1.2 Lluvia de Ideas

Las técnicas creativas son técnicas de grupo que buscan la generación rápida de ideas. La lluvia de ideas o *brainstorming* se basa en una discusión grupal que se genera a partir de una pregunta planteada por el moderador que se ha de responder. Es una técnica que posibilita la creatividad. El *brainstorming* tiene un propósito exploratorio y puede llevarse a cabo tanto en escenarios formales como naturales. No existe una estructuración de preguntas (Silva, 2006).

Por su carácter exploratorio, se puede utilizar en las primeras etapas de una investigación. También se utiliza en combinación con otras técnicas, por ejemplo, para iniciar una discusión grupal, y constituye la primera fase de un grupo nominal (Silva, 2006).

### 3.4.3 PROCEDIMIENTOS

#### 3.4.3.1 Matriz de Evaluación de Factores Internos / Externos

Para el desarrollo de esta investigación se hará uso de una matriz de evaluación que permita identificar con mayor facilidad las causas con mayor incidencia en la variación en el uso de materiales.

En análisis del entorno interno permite determinar las fortalezas y debilidades tras la recopilación de información obtenida del análisis realizado a las áreas funcionales de la organización. Las áreas funcionales de la copropiedad podrían ser: gerencia, finanzas, contabilidad, mercadeo, servicio y operaciones (Rodríguez, 2021).

La matriz de evaluación de factores internos (MEFI) relacionada a los recursos o capacidades técnicas o de producción, según Rodríguez (2021), evalúa fortalezas y debilidades relacionadas con los recursos y capacidades técnicas, como por ejemplo, el valor de la automatización de los procesos, la calidad de los bienes o servicios, el grado de flexibilidad e innovación de los procesos técnicos, etc.

Pasos para desarrollar una matriz MEFI se deben seguir los pasos siguientes, según 2IMMarketing (2018):

1. Se debe preparar una lista de aquellos factores que participen en mayor grado de la gestión empresarial. Se incluyen fortalezas y debilidades, asignando a los mismos un porcentaje representativo de la incidencia en del factor elegido.
2. Una vez definidas las fortalezas y las debilidades, se asigna los valores que vayan de 0.0 (sin importancia) a 1.0 (muy importante) a cada factor. La sumatoria de todos los valores debe ser igual a 1.0. El porcentaje adjudicado a un factor indica la importancia relativa del mismo para alcanzar el éxito de la empresa. Se incluirán aquellos factores de mayor repercusión en el desempeño de la empresa, los cuales llevarán el peso más alto, cuyo total sumará la unidad.

3. Posteriormente, se asigna las calificaciones. Según que el factor represente una debilidad mayor (calificación 1), una debilidad menor (calificación 2), una fortaleza menor (calificación 3) o una fortaleza mayor (calificación 4). Dicha calificación numérica será de menor a mayor dentro los límites establecidos (1 a 5 ó 1 al 10).
4. Seguidamente, se debe definir la calificación ponderada mediante la multiplicación del peso de cada factor por la calificación que le corresponda para determinar un valor ponderado para cada variable. Esto se debe hacer por cada factor, para determinar una calificación ponderada para cada variable.
5. Determina el valor ponderado sumando el valor final de cada factor para así determinar u obtener el valor total ponderado. Dicho esto, sea cual fuere la cantidad de factores que se incluyan en una matriz EFI, el total ponderado puede expresarse de un mínimo de 1 a un máximo de 4. Es decir, la calificación promedio será de 2.5. Entonces, los totales ponderados por debajo del promedio caracterizarán a las empresas débiles en lo interno, mientras que las calificaciones por arriba indicarán una posición interna fuerte.

Factores Claves de Éxito	Peso	Calificación	Peso Ponderado
<b>Fortalezas</b>			
Efectividad en los diferentes canales de comunicación	40%	2	0,8
Personal de la copropiedad altamente calificado	15%	4	0,6
<b>Debilidades</b>			
Bajos índices de rentabilidad de la copropiedad (por debajo del punto de equilibrio)	30%	1	0,3
Falta de presupuesto para invertir en adecuaciones locativas	15%	3	0,4
<b>Total</b>	<b>100%</b>		<b>2,1</b>

**Figura 18. Matriz de Evaluación de Factores Internos**  
(Fuente: Rodríguez, 2021)



## **3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN**

“Una fuente de información es el lugar de donde se obtienen datos o información que habrá de ocuparse como parte del trabajo de investigación” (Becerril, 1997, p. 263).

Para el caso de este trabajo, se mencionan únicamente las fuentes de información primaria y secundaria.

### **3.5.1 FUENTES PRIMARIAS**

Las fuentes primarias son aquellas que nos dan información original, de primera mano, directamente del autor.

Como fuentes primarias para esta investigación se encuentran los reportes obtenidos del sistema sobre la variación en el uso de material llevado por el equipo de Finanzas y de Planeación de O&M Honduras.

### **3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS**

Las fuentes secundarias son aquellas que tienen por finalidad indicar que fuente o documento contiene o nos puede proporcionar información final. Son compilaciones, resúmenes y listados de referencias publicadas en un área de conocimiento en particular.

Algunas fuentes secundarias utilizadas en esta investigación incluyen

- a. Artículos y Libros sobre variación en el uso de materiales, costos, operaciones, inventarios, six sigma
- b. Sitios Web sobre temas de variación y uso de materiales
- c. Manual de redacción de tesis
- d. Revistas

## **CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS**

En los capítulos anteriores se desarrolló el planteamiento del problema, se recolecto bibliografía para la elaboración del marco teórico y se definió la metodología a utilizar para realizar la investigación. Además, se definieron las herramientas a utilizar para mostrar los resultados. Todo lo anterior sirve como una guía para este capítulo. El análisis de resultados permitirá comprobar la hipótesis establecida y responder las preguntas de investigación. En este capítulo además se inicia el empleo de la metodología DMAIC para dar secuencia al desarrollo de la investigación.

Como parte de la fase de Definir, se hizo uso de la herramienta A3 para facilitar la solución del problema y la toma de decisiones a lo largo del proyecto.

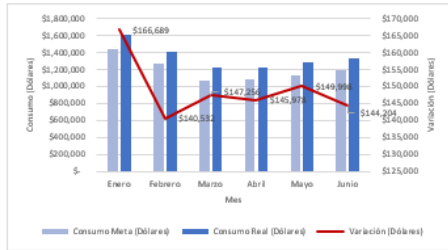
**PROBLEMA**

Parte de los retos que presenta la empresa O&M es la falta de control en el uso de materiales en el proceso de manufactura de batas desechables, lo cual conlleva a niveles altos de variación contra el consumo meta. Las plantas Surgical y Apparel de O&M presentan actualmente **variación en el uso de los materiales** en un promedio mensual de **\$149,110** generando un total de **\$894,658** en el primer semestre del año 2021.

**RECOMENDACIONES**

- Definir una meta de variación en el uso de materiales
- Medición y registro de scrap por materiales
- Implementación de máquinas automáticas cortadoras de fastape
- Implementar plan de beneficios para la motivación y fomento del cuidado y uso correcto de materiales

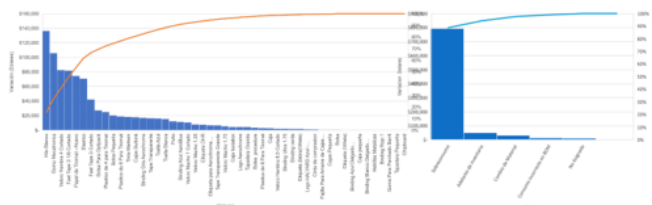
**SITUACION ACTUAL**



**PLAN DE IMPLEMENTACION**

No.	Causa	N	Acción	Responsable	Prioridad	Fecha Inicio	Fecha Completación	Status
1	Operador posiciona pedal de máquina aunque no tenga una p...	2	Instalación de sensores en máquinas	Mantenimiento/Logística	Medium	Septiembre	Octubre	Problema
2	Cantidad incorrecta en BOM	1	Auditoria de BOM	Logística	High	Agosto	Agosto	Completado
3	Falta de medición de scrap y definición de meta	4	Medición de consumo real	Logística	High	Agosto	Agosto	En Progreso
4	Falta de concentración del operador	5	Presado de scrap y definición de proceso de reporte de p...	Logística/Ingeniería	High	Agosto	Septiembre	En Progreso
5	Tamaño de los rollos	7	Separación de sistema de sujeción de scrap	Mantenimiento/General/EI-EIS, Logis...	High	Agosto	Septiembre	Problema
6		4	Desarrollo de capacitación y sesiones informativas	Capacitación, Logística	Medium	Septiembre	Octubre	Problema
7		7	Producción del tamaño de rollos según consumo en BOM	Logística	Low	Septiembre	Noviembre	Problema

**ANALISIS**



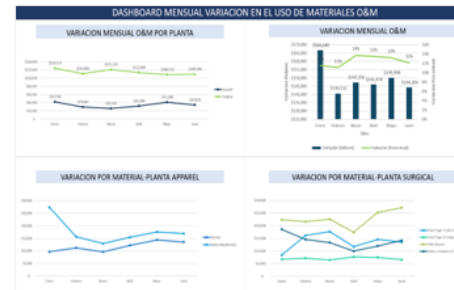
**SEGUIMIENTO**

Plan de Medición				Plan de Seguimiento			
Indicador	Meta	Método de recolección de datos	Frecuencia	Responsable	Valor objetivo último alcanzado	Qué responder	Plan de acción
Variación en el uso de materias	1%	Transmisión SAP KODS	Mensual	Finanzas		Logística/Producción	Compartir reporte de variación a todo el equipo. Revisión para revisión de causas y plan de acción. Auditoría de BOM. Auditoría y medición de consumo en piso de producción. Medición de scrap.
Scrap	1%	Medición en piso de producción	Datos	Producción		Producción	Observar el proceso y estabilizar el scrap por materiales en cada área/etapa del proceso de producción. Implementar acciones para reducción de scrap. Definir y actualización de BOMs.
Defecto de calidad por proveedor	1%	Registro de defectos en recepción de envíos y auditorías de calidad	Semanal	Calidad		Calidad	Analizar pruebas de calidad y determinar causas raíz. Cambiar proveedor. Comparar inclusive a proveedor.

**META**



**RESULTADOS**



**Figura 19 A3 Variación en el uso de Materiales O&M**

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1 VARIACIÓN EN EL USO DE MATERIAL Y VOLÚMENES DE PRODUCCIÓN

Como primer punto, se trabaja en la definición del problema, para esto, es importante conocer los volúmenes de producción y antecedentes de la empresa.

La empresa Owens & Minor opera en Honduras con dos plantas, Surgical donde se fabrica el mayor volumen de batas debido a la variedad de equipos de producción, familias y códigos. La producción mensual es de aproximadamente 5.5 millones de batas. Y la planta Apparel, con una producción mensual de 4.5 millones de batas.

Para analizar los datos, tendencias y resultados de variación en el uso de materiales, es necesario evaluar el volumen de producción, ya que ambos indicadores están relacionados.

**Tabla 11. Volumen de Producción O&M Enero – junio 2021**

<b>Planta</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Total</b>
Surgical	6,159,070	5,664,324	5,394,110	4,545,867	5,642,536	5,743,966	<b>33,149,873</b>
Apparel	4,457,428	4,823,490	4,611,722	4,338,772	4,951,828	4,360,814	<b>27,544,054</b>
<b>Total</b>	<b>10,616,498</b>	<b>10,487,814</b>	<b>10,005,832</b>	<b>8,884,639</b>	<b>10,594,364</b>	<b>10,104,780</b>	<b>60,693,927</b>

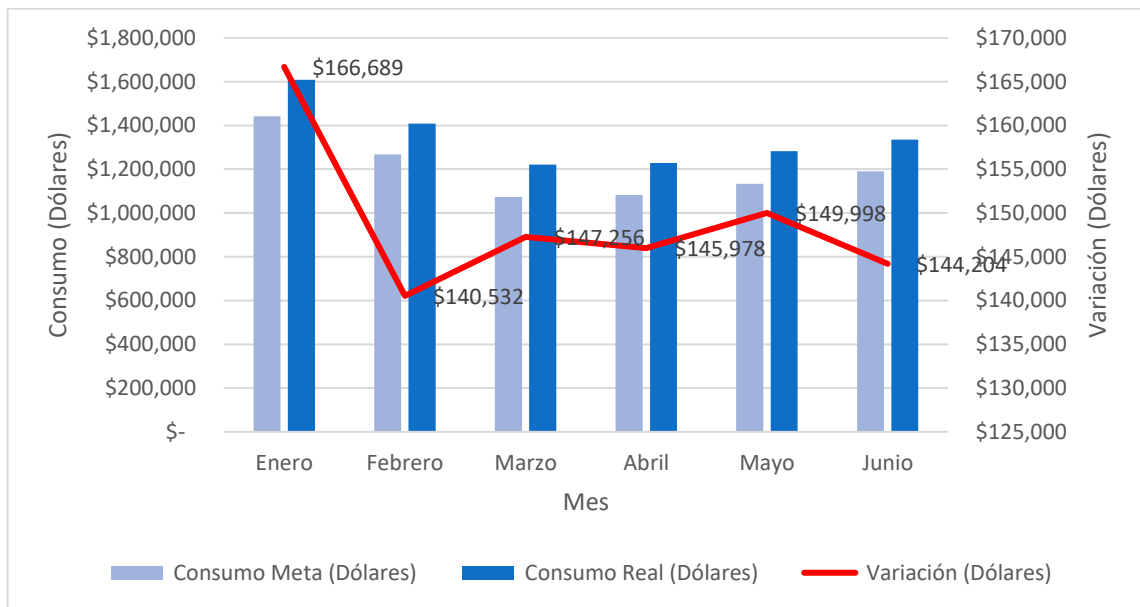
Fuente: Elaboración propia

Parte de los retos que presenta la empresa O&M es la falta de control en el uso de materiales en el proceso de manufactura de batas desechables, lo cual conlleva a niveles altos de variación contra el consumo meta que estos deberían de reflejar financieramente. En la tabla 11, se muestran los resultados de variación mensual partiendo del mes de enero hasta junio del presente año 2021, el total asciende a \$894,658.

**Tabla 12. Variación mensual de Variación de O&M Enero - junio 2021**

Mes	Consumo Meta (Dólares)	Consumo Real (Dólares)	Variación (Dólares)
Enero	\$ 1,442,186	\$ 1,608,875	\$ 166,689
Febrero	\$ 1,268,307	\$ 1,408,839	\$ 140,532
Marzo	\$ 1,073,652	\$ 1,220,908	\$ 147,256
Abril	\$ 1,082,097	\$ 1,228,075	\$ 145,978
Mayo	\$ 1,132,763	\$ 1,282,761	\$ 149,998
Junio	\$ 1,190,661	\$ 1,334,865	\$ 144,204
<b>Total</b>	<b>\$ 7,189,666</b>	<b>\$ 8,084,324</b>	<b>\$ 894,658</b>

Fuente: Elaboración propia



**Figura 20. Tendencia de Variación en el uso de Material Enero - junio 2021**  
(Fuente: Elaboración propia)

En la figura 20 se puede observar que la variación tiene una tendencia al alza desde el mes de febrero de 2021.

#### 4.2.1 VARIACIÓN DE USO DE MATERIALES POR PLANTA

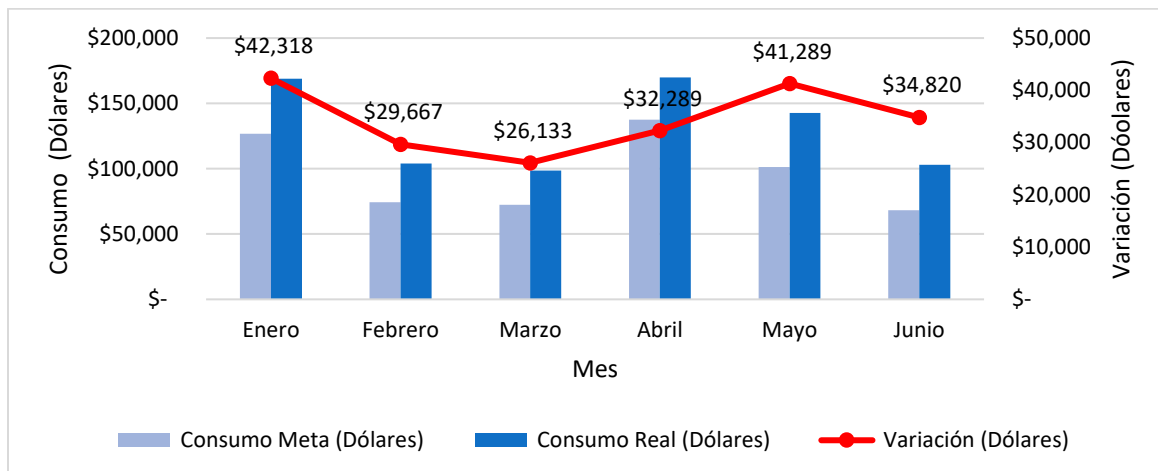
Con el objetivo de llevar la medición a un nivel más profundo se realiza la separación de los datos de variación por planta (Surgical y Apparel).

**Tabla 13. Variación en el uso de Materiales Enero – junio 2021 Planta Apparel**

Mes	Consumo Meta (Dólares)	Consumo Real (Dólares)	Variación (Dólares)
Enero	\$ 126,692	\$ 169,010	\$ 42,318
Febrero	\$ 74,366	\$ 104,032	\$ 29,667
Marzo	\$ 72,478	\$ 98,610	\$ 26,133
Abril	\$ 137,642	\$ 169,932	\$ 32,289
Mayo	\$ 101,278	\$ 142,566	\$ 41,289
Junio	\$ 68,169	\$ 102,989	\$ 34,820
<b>Total</b>	<b>\$ 580,624</b>	<b>\$ 787,140</b>	<b>\$ 206,516</b>

Fuente: Elaboración propia

La tabla 13 muestra el consumo meta y consumo real, así como la variación en la planta Apparel para los meses de enero a junio del 2021, seguido por la figura 21 donde se puede observar gráficamente los datos mencionados en la tabla 13. El mes con mayor valor, fue el mes de enero con una variación positiva o desfavorable de \$42,318 lo que quiere decir que el consumo real fue mayor al consumo meta. El total de la variación para el primer semestre del año fue de \$206,516 para la planta Apparel.



**Figura 21. Variación en el uso de Material Enero - junio 2021 Planta Apparel**  
(Fuente: Elaboración Propia)

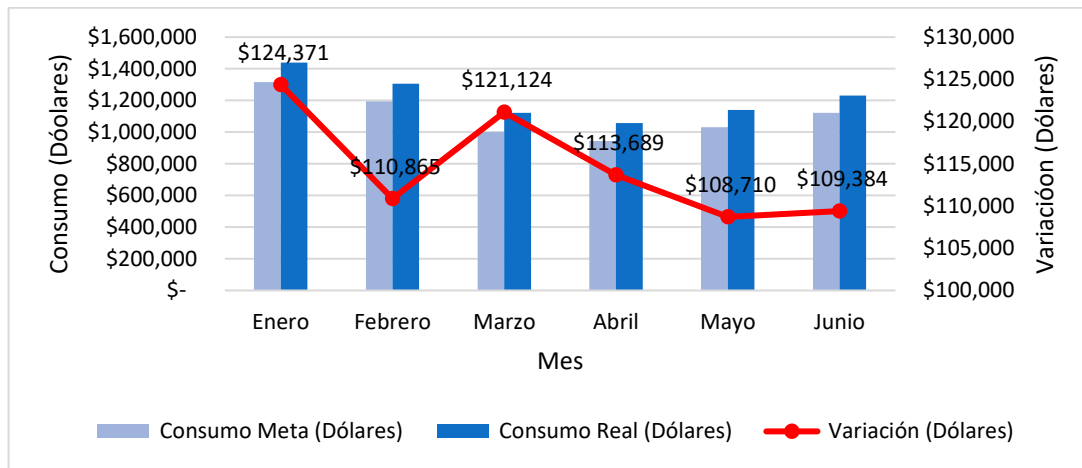
Para la planta Surgical el consumo meta, consumo real y variación mensual para los meses de enero a junio del 2021 se puede observar en la tabla 13.

**Tabla 14. Variación en el uso de Materiales Enero – junio 2021 Planta Surgical**

Mes	Consumo Meta (Dólares)	Consumo Real (Dólares)	Variación (Dólares)
Enero	\$ 1,315,495	\$ 1,439,865	\$ 124,371
Febrero	\$ 1,193,941	\$ 1,304,806	\$ 110,865
Marzo	\$ 1,001,174	\$ 1,122,298	\$ 121,124
Abril	\$ 944,455	\$ 1,058,144	\$ 113,689
Mayo	\$ 1,031,485	\$ 1,140,195	\$ 108,710
Junio	\$ 1,122,492	\$ 1,231,876	\$ 109,384
<b>Total</b>	<b>\$ 6,609,042</b>	<b>\$ 7,297,184</b>	<b>\$ 688,142</b>

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que el mes con mayor variación para la planta Surgical fue enero con un total de \$124,371. El total de la variación para el primer semestre del año fue de \$688,142 con un valor positivo o desfavorable, al igual que planta Apparel, esto indica que se está consumiendo una mayor cantidad de material comparado con el estándar definido en BOM.



**Figura 22. Variación en el uso de Materiales Enero – junio 2021 Planta Surgical**

(Fuente: Elaboración propia)

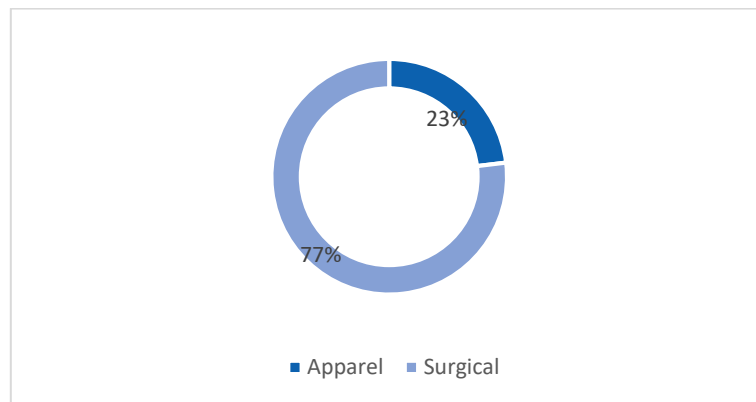
A forma de resumen, se presenta en la tabla 15 que el consumo meta y real, así como la variación en el uso de materiales total para el primer semestre del año 2021 en ambas plantas de O&M en Honduras.

**Tabla 15. Resumen de Variación en el uso de Materiales por planta O&M**

Planta	Consumo Meta (Dólares)	Consumo Real (Dólares)	Variación (Dólares)
Apparel	\$ 580,624	\$ 787,140	\$ 206,516
Surgical	\$ 6,609,042	\$ 7,297,184	\$ 688,142
Grand	\$ 7,189,666	\$ 8,084,324	\$ 894,658

Fuente: Elaboración propia

En la figura 23 observamos la penetración que tiene cada una de las plantas en el total de variación de O&M se puede identificar que la variación es generada en su mayoría por la planta Surgical que representa el 77% y la planta Apparel contribuye a un 23%.



**Figura 23. Resumen de Variación en el uso de Materiales por planta O&M**  
(Fuente: Elaboración propia)

#### 4.2 VARIACIÓN EN EL USO DE MATERIAL

En la fase de medición se hace un uso de todos los datos obtenidos durante la investigación con el objetivo de dimensionar e identificar los materiales que contribuyen mayormente a la variación total de la planta y sus principales causas. Estos datos obtenidos van desde el histórico de variación de la empresa O&M hasta reuniones con el personal de labor directa e indirecta para la recopilación de ideas que apoyen al proceso de investigación enfocada a la reducción de al menos un 10% en esta variación de uso de material.



Como se definió en los capítulos anteriores, la variación de materiales es la diferencia del consumo meta y consumo real. El consumo meta es calculado en O&M basado en el reportaje de piezas producidas versus la cantidad estándar definida en los BOM de los materiales utilizados. Por otro lado, el consumo actual se genera de las salidas o rebajas de material registrado en sistema SAP, las cuales se pueden verificar en la transacción de SAP MB51 Display Material Document List, utilizando diferentes tipos de movimientos para analizar scrap y ajustes de inventario.

La variación puede ser positiva (desfavorable), es decir que hay un mayor consumo de material comparado con el estándar definido en BOM, o puede ser negativa (favorable), cuando hay un menor consumo de material comparado con el estándar definido en BOM para una misma cantidad de piezas producidas o utilizadas. A continuación, se presenta la manera en que los datos son calculados:

Variación en el uso de materiales en unidades:

*Consumo Real: (Batas producidas + scrap) \* consumo de material en BOM*

*Consumo Meta: Batas producidas \* consumo estandar de material en BOM*

*Variación en el uso de materiales: Consumo Real – Consumo Meta*

Variación de materiales en dólares:

*Costo Real: (Batas producidas + scrap) \* consumo de material en BOM  
\* precio de material*

*Costo Meta: Batas planeadas \* consumo estandar de material en BOM  
\* precio estandar de material*

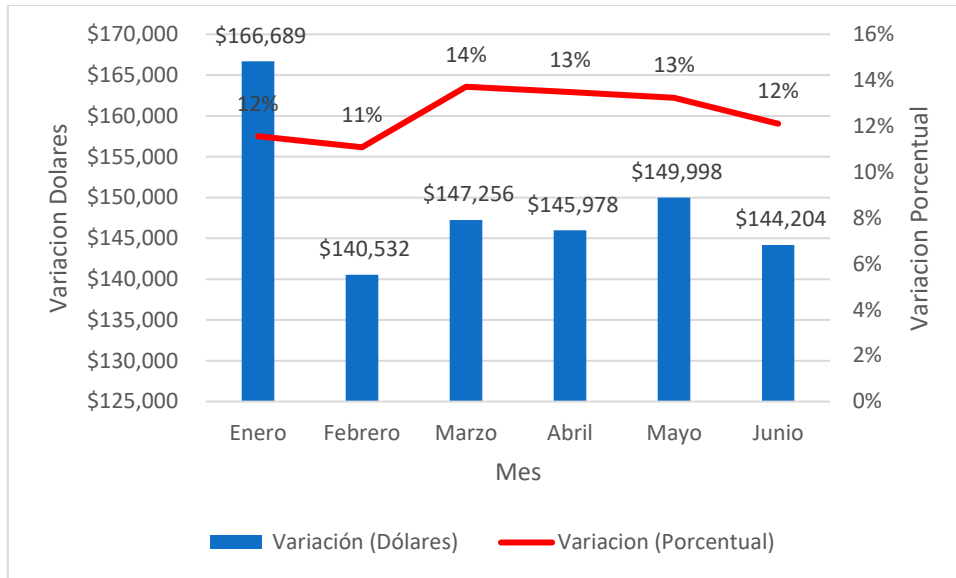
*Variación en el uso de materiales: Costo Real – Costo Meta*

Todas las tablas y gráficos mostrados a continuación son basados en el reporte que contiene el histórico de datos sobre la variación en el uso de materiales registrada en la empresa O&M de ambas plantas Apparel y Surgical, la cual registra los datos de enero a junio del 2021. Esta información la comparte el equipo de finanzas, descargando el reporte de la transacción en SAP KKP6 Cost Objetc Analysis.

Categoría	Material	Tipo de Materi	Descripción	Planta	Consumo Real (Unidades)	Consumo Meta (Unidades)	Variación (Unidades)	Unidad de Medida	Consumo Real (Dolares)	Consumo Meta (Dolares)	Variación (Dolares)
Materiales de Empaque	70016420	Miscelaneos	Goma Mecatronica	Apparel	29,872	16,720	13,153	LB	\$ 62,135	\$ 34,761	\$ 27,374
Materias Primas	70201949	Miscelaneos	Hilo Blanco	Surgical	526,026	372,263	153,763	MYD	\$ 76,363	\$ 54,027	\$ 22,337
Materias Primas	70200899	Miscelaneos	Transferead multicolor	Surgical	3,385,711	3,498,022	(112,311)	EA	\$ 31,211	\$ 40,057	\$ (9,112)
Materiales Base	70203945	Miscelaneos	Velcro Hembra 4 Cortado	Surgical	7,281,768	6,233,407	1,048,361	EA	\$ 128,887	\$ 110,316	\$ 18,571
Materias Primas	70018222	Miscelaneos	Elastico	Apparel	3,472	2,552	920	MYD	\$ 36,497	\$ 26,829	\$ 9,669
Materiales Base	70203942	Miscelaneos	Fast Tape 3 1/8 Cortado	Surgical	2,223,255	1,844,615	378,640	EA	\$ 49,356	\$ 40,959	\$ 8,397
Materiales de Empaque	70017262	Miscelaneos	Cajas Bulbink	Surgical	1,032	71	961	EA	\$ 7,708	\$ 533	\$ 7,175
Materiales Base	70203943	Miscelaneos	Fast Tape 3 Cortado	Surgical	2,994,210	2,532,583	461,627	EA	\$ 43,446	\$ 36,741	\$ 6,705
Materiales de Empaque	70208263	Miscelaneos	Bolsa Para Optipack	Surgical	4,527	1,051	3,476	EA	\$ 6,790	\$ 1,577	\$ 5,213
Materiales de Empaque	70016112	Miscelaneos	Plastico de 4 para Tiromat	Surgical	422,563	403,190	19,374	YD	\$ 110,162	\$ 105,111	\$ 5,051

**Figura 24. Histórico de Variación en el uso de Materiales O&M**  
(Fuente: O&M)

El grafico mostrado en la figura 24, muestra la tendencia de la variación en dólares y los porcentajes de variación comparando los valores contra el consumo meta establecido por la empresa, incluyendo los datos de ambas plantas de Honduras. El promedio mensual de la variación es de \$149,110 con un total para el primer semestre del año de \$894,658.



**Figura 25. Tendencia de Variación contra Meta en el uso de Material Enero - junio 2021**  
(Fuente: Elaboración propia)

#### 4.2.2 VARIACIÓN DE USO DE MATERIALES POR CATEGORÍAS

En ambas plantas de O&M los materiales se clasifican en tres categorías con el objetivo de identificar rápidamente su uso en el flujo de producción, a continuación, se presenta la definición de cada uno de ellas.

- *Materiales de Empaque:* materiales utilizados para el empaque y exportación de producto terminado. Ej. Plástico, cajas, bolsas, etc.
- *Materiales Base:* materiales que llevan un subproceso antes de ser utilizados en las batas directamente. Ej. Cuerpos, mangas, cintos, etc.
- *Materias Primas:* materiales que se utilizan directamente en las batas. Ej. Hilo, fastape, velcro, goma, etc.

La tabla 16 muestra el porcentaje de impacto en variación para cada una de las categorías anteriormente mencionadas.

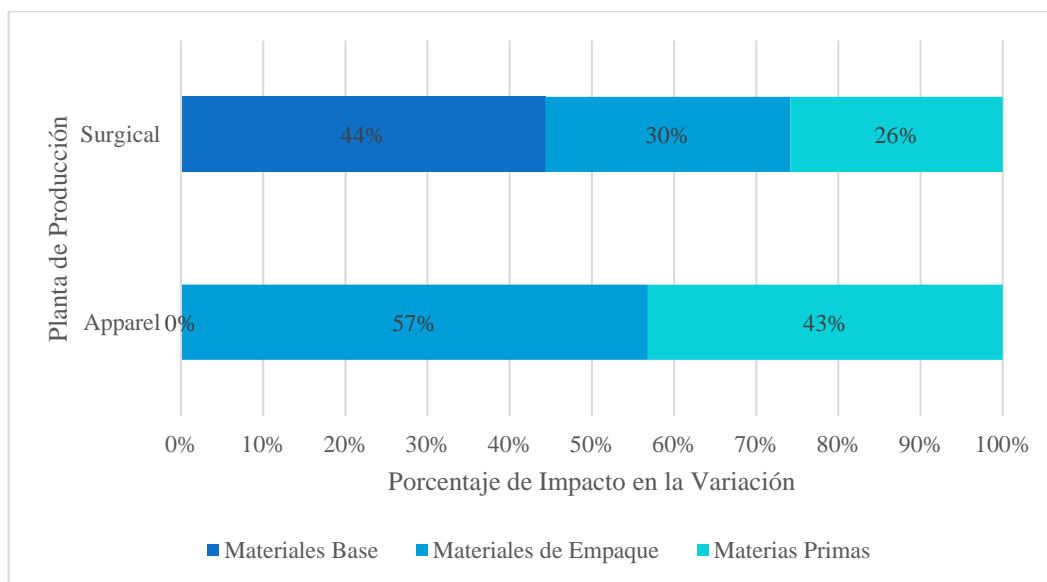
**Tabla 16. Impacto por Categoría de Material a la Variación en O&M**

Planta	Materiales Base	Materiales de Empaque	Materias Primas	Total
Apparel		\$ 117,347	\$ 89,169	\$ 206,516
Surgical	\$ 304,833	\$ 205,339	\$ 177,969	\$ 688,142
Total	\$ 304,833	\$ 322,687	\$ 267,138	\$ 894,658

Planta	Materiales Base	Materiales de Empaque	Materias Primas	Total
Apparel	0%	57%	43%	100%
Surgical	44%	30%	26%	100%
Total	34%	36%	30%	100%

Fuente: Elaboración propia

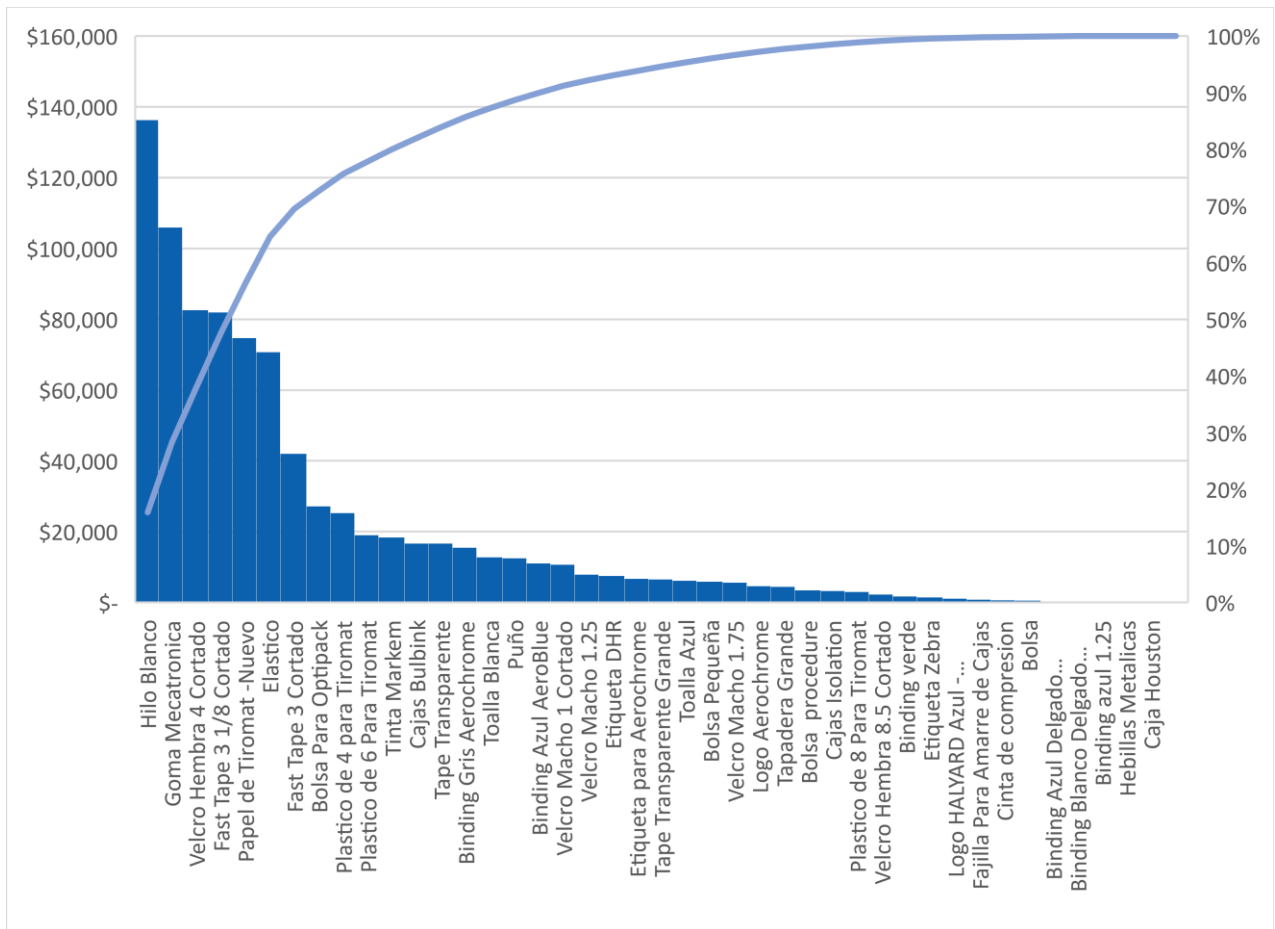


**Figura 26. Impacto por Categoría de Material a la Variación en O&M**  
(Fuente: Elaboración propia)

En la figura 26 se observa que la categoría en donde se genera la mayor cantidad de variación es en los Materiales Base para la planta Surgical con un 44% del total de variación de la planta de \$304,833. Para la planta Apparel la categoría que contribuye en mayor porcentaje la variación total de \$117,347 es en las Materiales de Empaque con un 57%.

### 4.3 MAYORES CONTRIBUYENTES A LA VARIACION

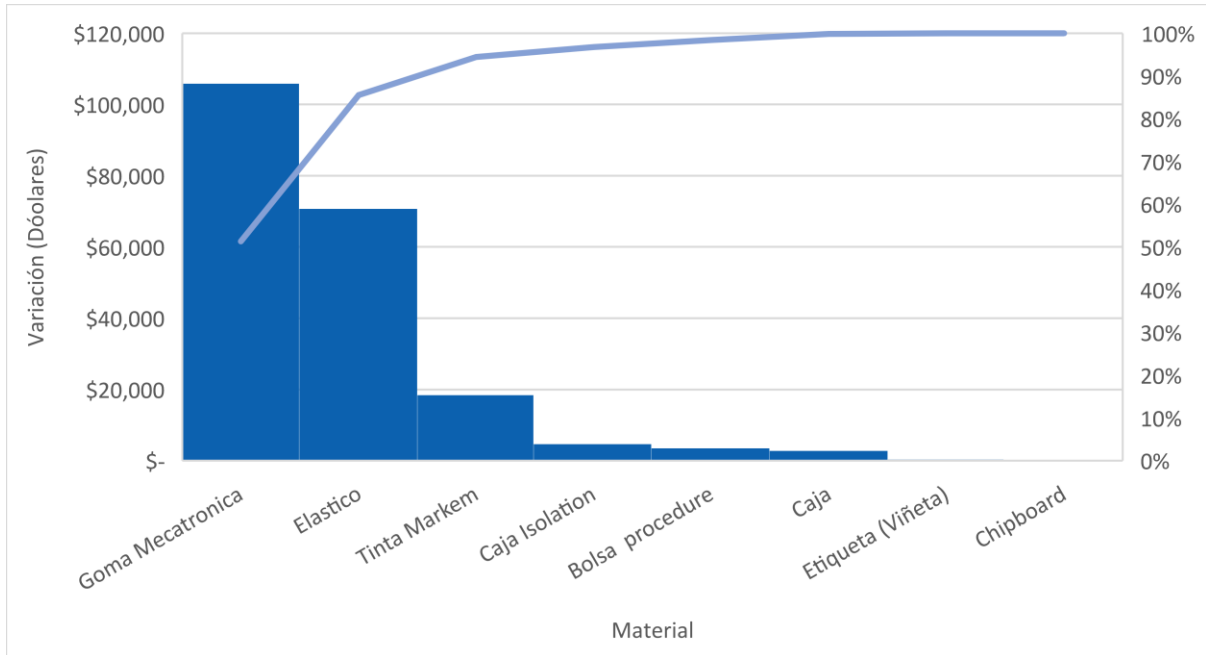
Se desarrolló un diagrama de Pareto el cual permite clasificar gráficamente los datos de variación en el uso de materiales en ambas plantas de O&M, Apparel y Surgical., con el objetivo de identificar los materiales que tienen mayor incidencia en la misma.



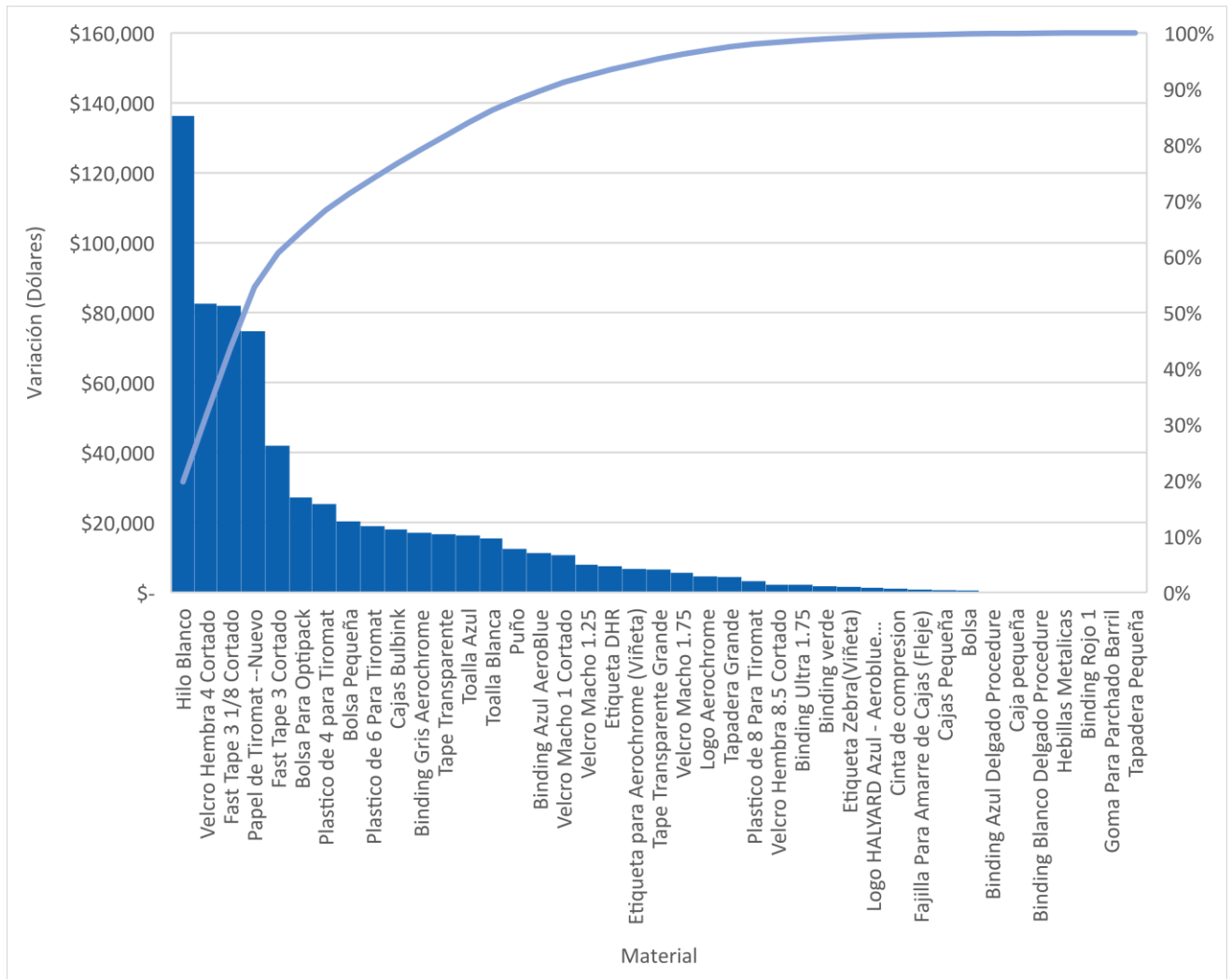
**Figura 27. Diagrama de Pareto: Variación por Material O&M Enero – junio 2021**  
(Fuente: Elaboración propia)

En la figura 27, se puede observar que el 80% de la variación en el uso de materiales está siendo generada por cuatro materiales que representan el 20% de los materiales analizados: el hilo blanco, la goma mecatrónica, el velcro hembra 4 cortado y el fastape 3/8 cortado.

Para la planta Apparel el 80% de la variación es ocasionado por la goma mecatrónica y el elástico como se puede observar en la figura 28. Mientras que para la planta Surgical, los materiales que representan el 80% de la variación son el hilo, el velcro y el fastape, figura 29.



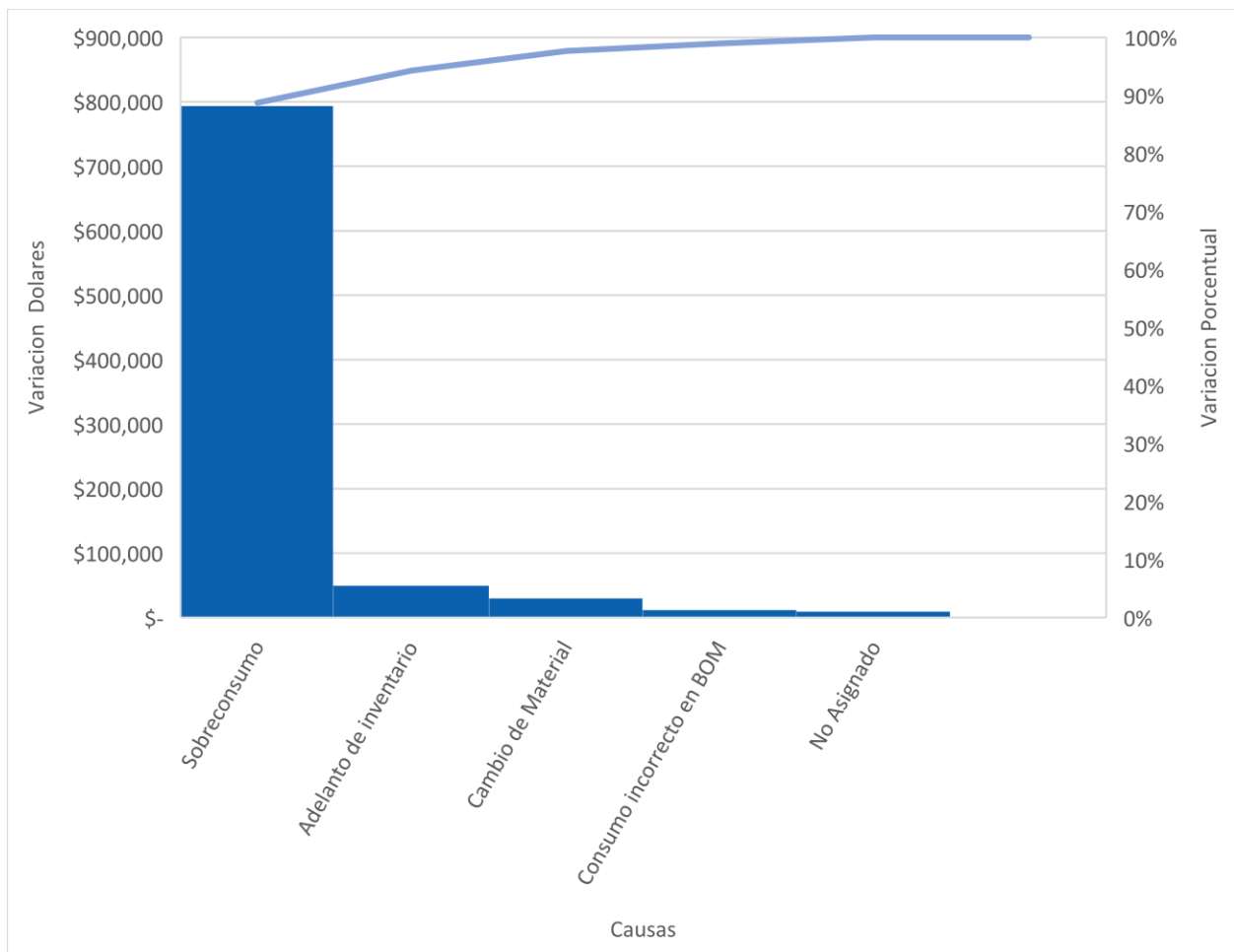
**Figura 28. Diagrama de Pareto: Variación por Material Planta Apparel enero - junio 2021**  
(Fuente: Elaboración Propia)



**Figura 29. Diagrama de Pareto: Variación por Material Planta Surgical enero - junio 2021**  
(Fuente: Elaboración propia)

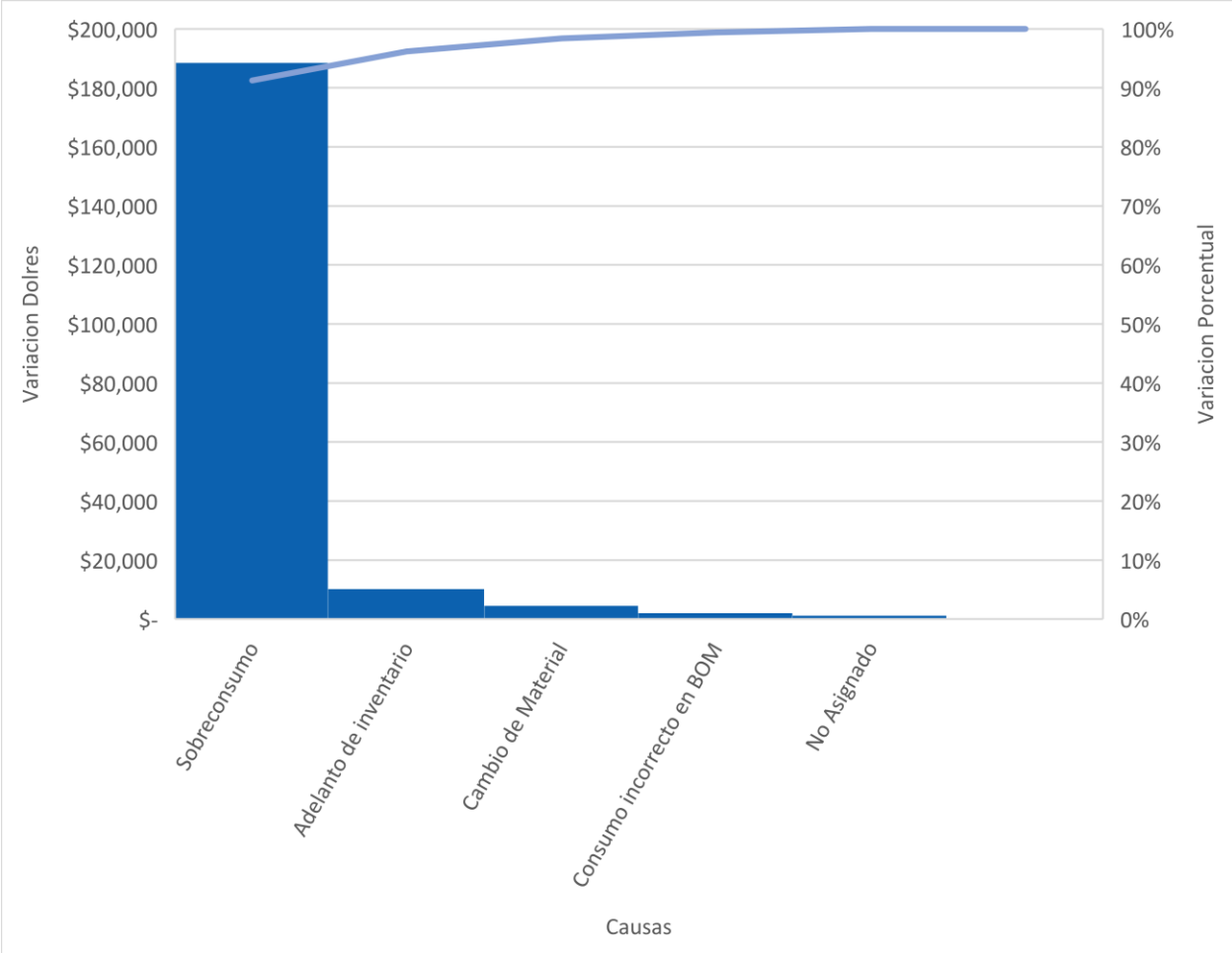
#### 4.4 ANÁLISIS DE CAUSAS DE VARIACION EN EL USO DE MATERIALES

En la figura 30 se observa que la principal causa de variación en el uso de material es el sobreconsumo. La segunda y tercera causa es adelanto de inventario y cambio de material, sin embargo, estas causas no serán revisadas debido a que son causas ocasionales. Se tomará para análisis y desarrollo de plan de acción el sobreconsumo y consumo incorrecto en BOM.



**Figura 30. Diagrama de Pareto de Causas de Variación en el uso de Materiales de ambas plantas de O&M, Surgical y Apparel**  
(Fuente: Elaboración Propia)

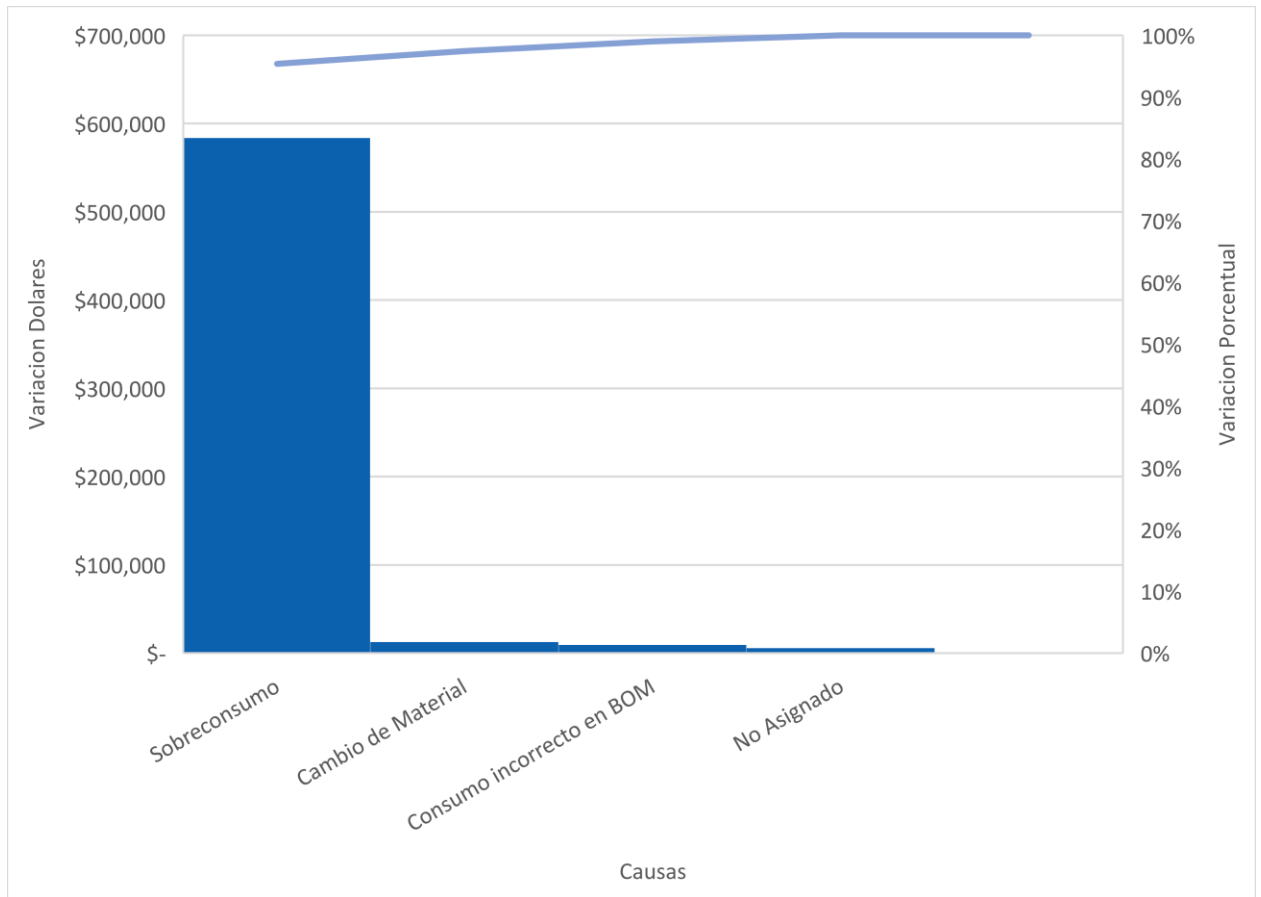




**Figura 31. Diagrama de Pareto de Causas de Variación en el uso de Materiales de la Planta Surgical**  
(Fuente: Elaboración Propia)

La figura 31 muestra el diagrama de Pareto desarrollado para la planta Surgical, el cual muestra que la principal causa de variación es la de sobreconsumo, seguido por adelanto de inventario y cambio de material.

En la gifura 32 se puede observar el diagrama de Pareto desarrollado para la planta Apparel en el cual se muestra que tambien el sobreconsumo es el principal causante de la variación en el uso de materiales.

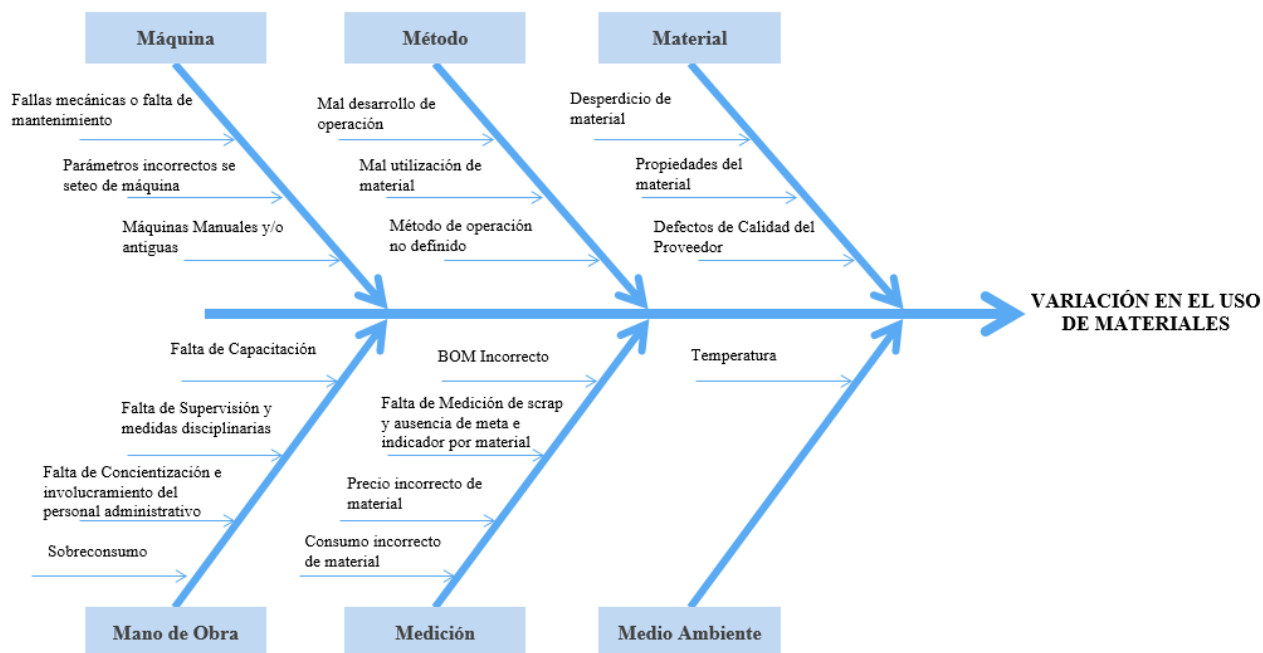


**Figura 32. Diagrama de Pareto de Causas de Variación en el uso de Materiales de la Planta Apparel**  
(Fuente: Elaboración Propia)

Como parte del análisis para definir las principales causas de variación en el uso de materiales se desarrolló también un Diagrama de Ishikawa, el uso de esta herramienta se combinó con la técnica de recolección de información de grupo focal, lo cual implica contar con un equipo multidisciplinario conocedor del tema, de quienes se solicita la participación en una lluvia de ideas sobre las posibles causas de la variación en el uso de materiales, para este ejercicio se contó con el apoyo de los siguientes perfiles del equipo multidisciplinario de O&M:

- Coordinador de producción: es el encargado del cumplimiento de los equipos de producción, así como de la administración de los recursos (humanos, materiales, maquinaria) utilizados en la producción de batas.
- Coordinador de mantenimiento: es el encargado del funcionamiento, reparaciones, mejoras de la maquinaria y equipo utilizado para la producción de batas quirúrgicas.
- Coordinador de calidad: es el encargado de asegurar el cumplimiento de las especificaciones y estándares de los clientes en las batas quirúrgicas.
- Coordinador de almacén: es el encargo de administrar y entregar las materias primas necesarias para la elaboración de batas quirúrgicas.
- Ingeniero de Procesos: es el encargado de optimizar, mejorar y medir los procesos involucrados en la elaboración de batas.
- Líder de entrenamiento: es el encargado de entrenar al personal en métodos y procedimientos definidos.
  - Supervisor de almacén: es el encargado de administrar el almacén de materias primas.
- Asociado de recetas: es el encargado de administrar los BOMs, así como analizar y controlar la variación en el uso de materiales.
- Operador de producción: es el encargado de elaborar las batas quirúrgicas.

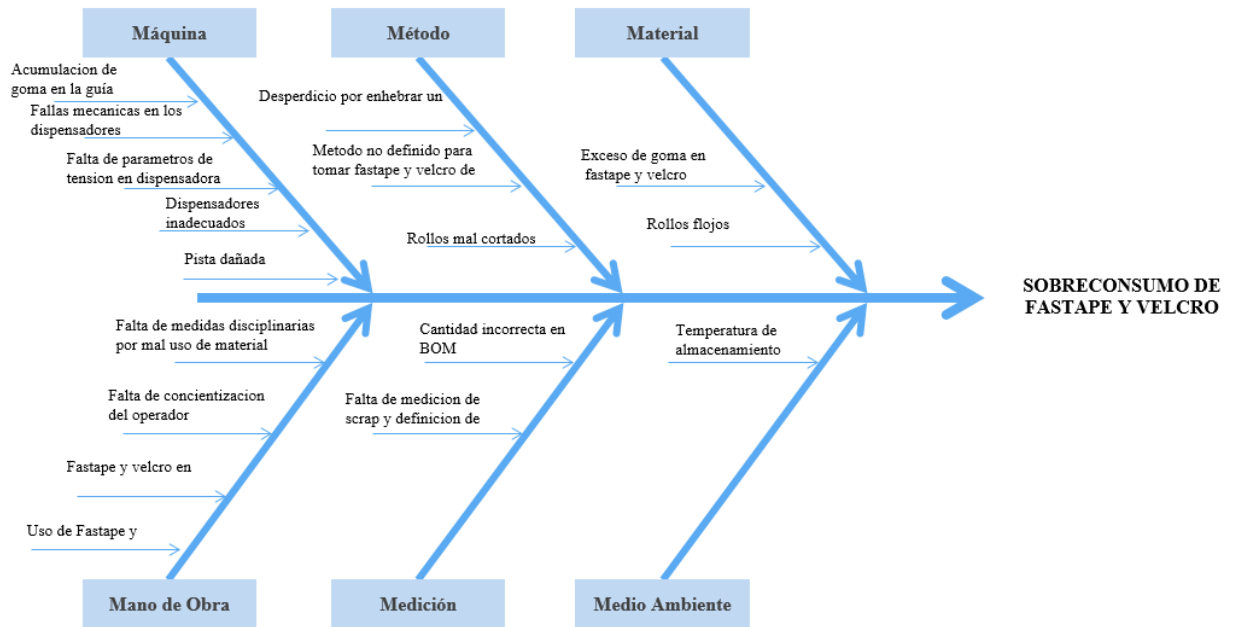
El resultado del primer ejercicio es el mostrado en la figura 33, en el cual se clasifican, utilizando el método de las 6Ms, los principales causantes de variación según el equipo multidisciplinario citado a la ejecución del análisis.



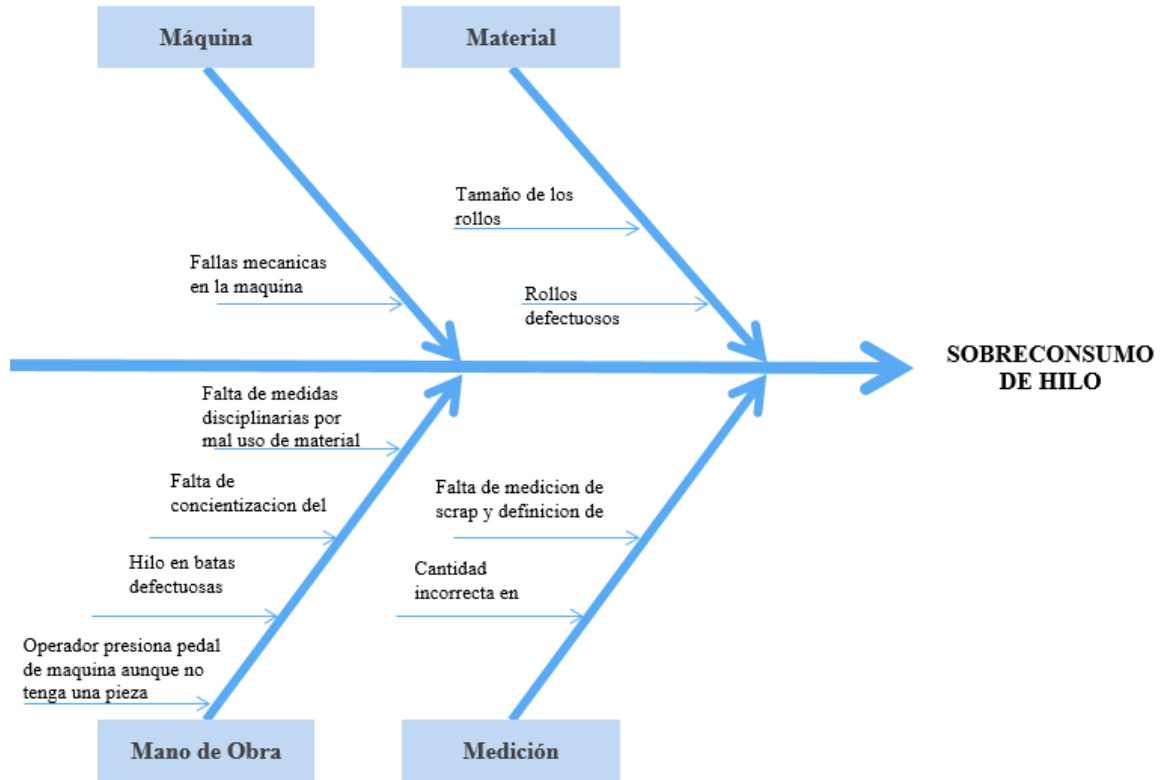
**Figura 33. Diagrama de Ishikawa Variación en el uso de Materiales O&M Honduras**  
(Fuente: Elaboración Propia)

#### 4.4.1 ANÁLISIS DE SOBRECONSUMO

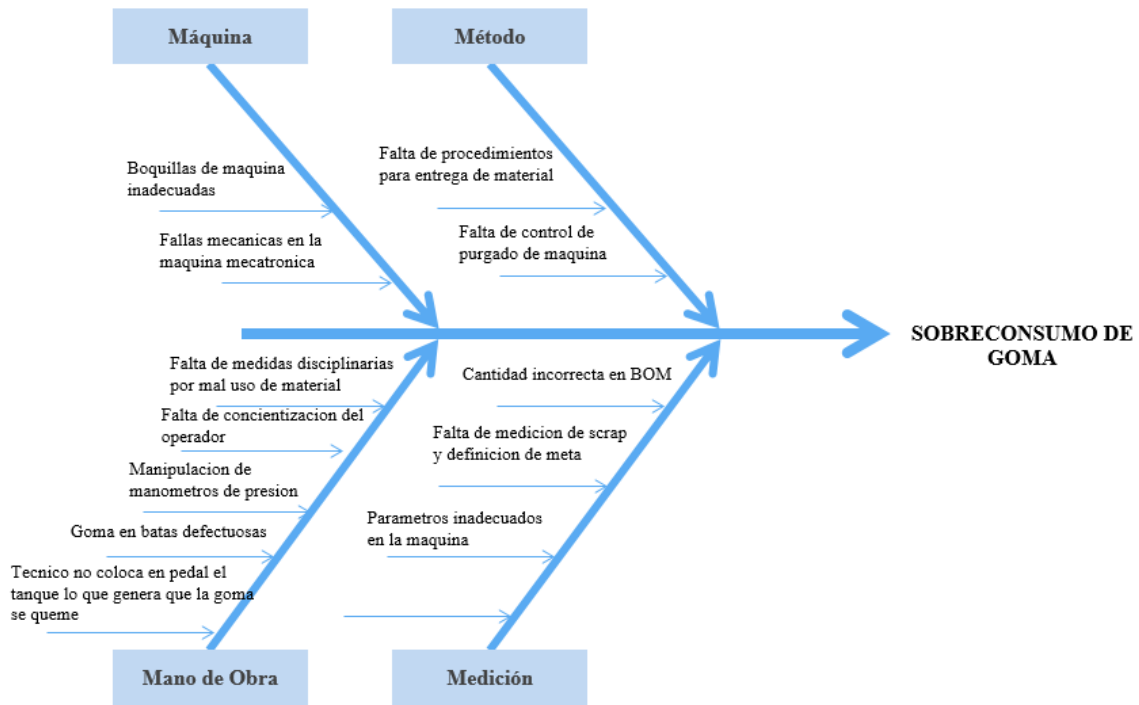
Para la fase de análisis de la investigación se dio uso a la herramienta de diagrama de Ishikawa con el objetivo de identificar las principales causas de la variación en el uso de materiales. En las figuras 34 a la 37 se muestran los diagramas elaborados con el objetivo de analizar a fondo cada uno de los materiales considerados dentro de los mayores causantes de variación.



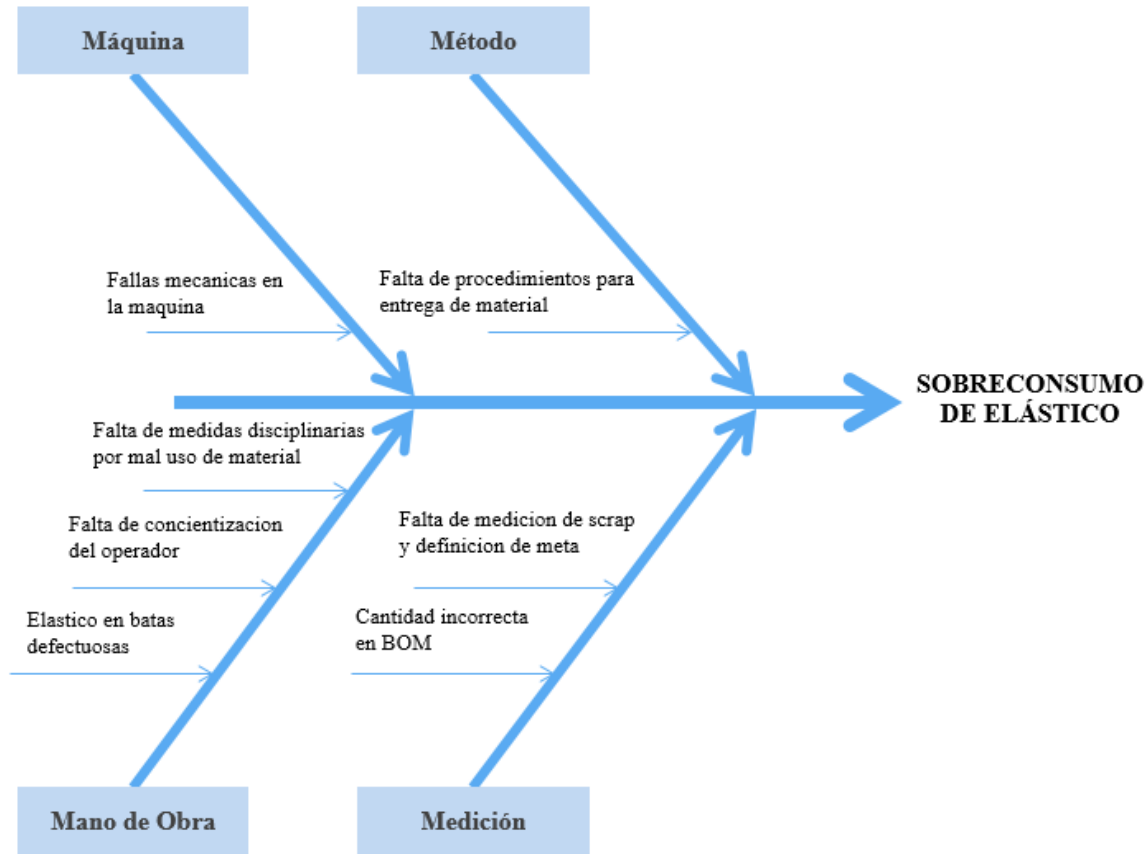
**Figura 34. Diagrama de Ishikawa de Sobreconsumo en los Materiales de Fastape y Velcro**  
(Fuente: Elaboración Propia)



**Figura 35. Diagrama de Ishikawa de Sobreconsumo en el Hilo**  
 (Fuente: Elaboración Propia)



**Figura 36. Diagrama de Ishikawa de Sobreconsumo en la Goma**  
(Fuente: Elaboración Propia)



**Figura 37. Diagrama de Ishikawa de Sobreconsumo en el Elástico**  
(Fuente: Elaboración Propia)

Luego de realizar la lluvia de ideas en conjunto con el equipo multidisciplinario se obtienen los siguientes resultados como posibles causas de la variación en el uso de materiales:

- Relacionadas a la máquina; Fallas mecánicas o falta de mantenimiento, parámetros de maquina incorrectos, maquinas manuales o antiguas.
- Relacionadas al método de operación; Mal desarrollo de la operación, mala utilización del material, método de operación sin definir.
- Relacionadas al material; Propiedades del material, defectos de calidad del proveedor.



- Relacionadas a la mano de obra; Falta de capacitación y entrenamiento, falta de supervisión y medidas disciplinarias, falta de concientización, falta de involucramiento de personal administrativo.
- Relacionadas a la medición; BOM incorrecto, falta de medición de scrap y ausencia de meta como indicador por material, precio incorrecto de material, consumo incorrecto del material.
- Relacionadas al medio ambiente; temperatura del área.

Con el objetivo de ponderar todas las posibles causas mencionadas anteriormente y lograr definir las principales y más importantes, se hace uso de una matriz de evaluación donde se colocan a votación por nivel de impacto tanto financiero, como impacto en desperdicio y calidad del producto final. Esta matriz se aplica a cada uno de los involucrados en la lluvia de ideas y se obtienen los siguientes resultados:

En la tabla 17 a la 21 se muestran los resultados obtenidos de la evaluación que cada uno de los involucrados en la lluvia de ideas asigna en cuanto a nivel de relevancia por posible causa de impacto. Calificando cada uno de las posibles causas dentro de tres criterios de evaluación, siendo 1 el indicador de menor impacto y 5 el de mayor impacto.

**Tabla 17. Matriz de Criterios de Evaluación Posibles Causas de Sobreconsumo de Fast Tape y Velcro**

Factores	Causa	Criterio			Total
		Producción (Unidades/Paros)	Scrap (Dólares)	Calidad (Rechazos )	
<b>Mano de Obra</b>	Uso de Fastape y velcro en estaciones	1	3	2	6
	Fastape y velcro en batas defectuosas	0	4	0	4
	Falta de concientización del operador	0	5	0	5
	Falta de medidas disciplinarias por mal uso de material	0	3	0	3
<b>Maquina</b>	Falta de parámetros de tensión en dispensadoras	3	2	0	5

	Fallas mecánicas en los dispensadores	3	1	0	4
	Pista dañada o en malas condiciones	2	3	0	5
	Acumulación de goma en la guía	4	4	1	9
	Dispensadores inadecuados	5	5	0	10
<b>Material</b>	Rollos flojos	4	1	0	5
	Exceso de goma en fastape y velcro	4	5	0	9
<b>Medición</b>	Falta de medición de scrap y definición de meta	0	5	0	5
<b>Medio Ambiente</b>	Temperatura de almacenamiento	4	5	0	9
<b>Método</b>	Rollos mal cortados	5	5	5	15
	Método no definido para tomar fastape y velcro de dispensador	1	5	1	7
	Desperdicio por enhebrar un nuevo rollo	2	3	0	5

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 18. Matriz de Criterios de Evaluación Posibles Causas de Sobreconsumo de Hilo**

Factores	Causa	Criterio			Total
		Producción (Unidades/Paros)	Scrap (Dólares)	Calidad (Rechazos )	
<b>Mano de Obra</b>	Hilo en batas defectuosas	0	3	1	4
	Operador presiona pedal de máquina, aunque no tenga una pieza	0	5	0	5
	Falta de concientización del operador	0	5	0	5
	Falta de medidas disciplinarias por mal uso de material	0	2	0	2
<b>Maquina</b>	Maquina mala	1	3	1	5
<b>Material</b>	Rollos defectuosos	1	2	2	5
	Tamaño de los rollos	0	5	0	5
<b>Medición</b>	Falta de medición de scrap y definición de meta	0	5	0	5

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 19. Matriz de Criterios de Evaluación Posibles Causas de Sobreconsumo de Goma**

Factores	Causa	Criterio			Total
		Producción (Unidades/Paros)	Scrap (Dólares)	Calidad (Rechazos)	
Medición	Cantidad incorrecta en BOM	0	5	5	10
	Falta de medición de scrap y definición de meta	0	5	0	5
Mano de Obra	Falta de concientización del operador	0	5	0	5
	Falta de medidas disciplinarias por mal uso de material	0	5	0	5
	Goma en batas defectuosas	0	3	2	5
	Técnico no coloca en stand by el tanque lo que genera que la goma se queme	3	4	2	9
	Manipulación de manómetros de presión	1	5	3	9
Método	Falta de control de purgado de maquina	0	5	0	5
	Falta de procedimientos para entrega de material	0	5	0	5
Medición	Parámetros inadecuados en la maquina	4	4	2	10
Maquinaria	Boquillas de maquina inadecuadas	0	5	3	8
	Fallas mecánicas en la maquina mecatrónica	2	2	1	5

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 20. Matriz de Criterios de Evaluación Posibles Causas de Sobreconsumo de Elástico**

Factores	Causa	Criterio			Total
		Producción (Unidades/Paros)	Scrap (Dólares)	Calidad (Rechazos )	
<b>Medición</b>	Falta de medición de scrap y definición de meta	0	5	0	<b>5</b>
<b>Mano de Obra</b>	Falta de concientización del operador	0	5	0	<b>5</b>
	Falta de medidas disciplinarias por mal uso de material	0	5	0	5
	Elástico en batas defectuosas	0	3	1	4
<b>Maquinaria</b>	Fallas mecánicas en la maquina	2	2	1	5
<b>Método</b>	Falta de procedimientos para entrega de material	1	5	0	<b>6</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.1.1 DESPERDICIO EN MATERIALES

El primer paso para entender la variación en el uso de materiales en O&M es la medición del desperdicio, por lo que la empresa se está enfocando en realizar diferentes análisis para conocer las causas de desperdicio y medir el mismo por material, con el objetivo de identificar los principales contribuyentes e implementar planes de acción. Además, esto permitirá conocer el impacto del desperdicio en el sobreconsumo y por ende en la variación. En esa etapa se desarrolló un plan de recolección de datos para definir los indicadores a medir, el método de muestreo utilizado y el responsable de recolectar la información.

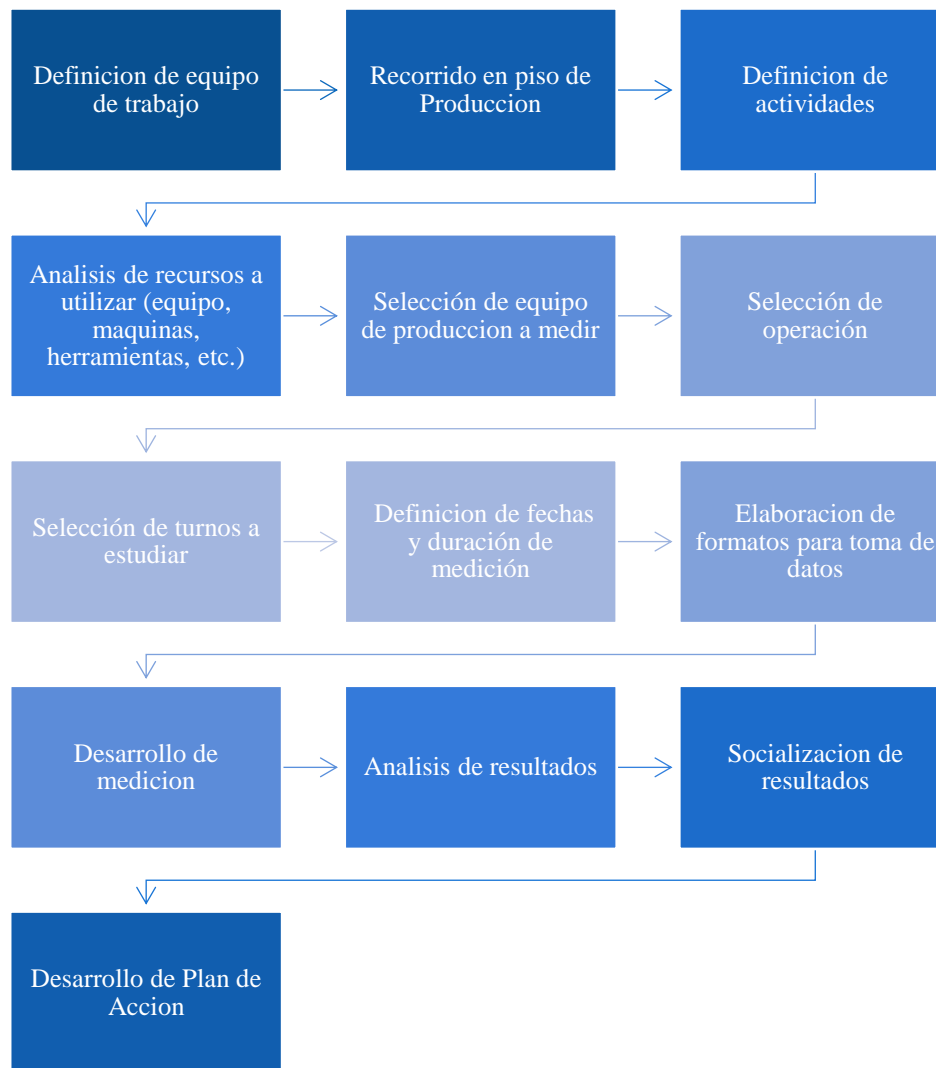
4.4.1.1.1 Plan de recolección de datos

**Tabla 21 Plan de Recolección de Datos**

<b>Medida</b>	<b>Tipo de Dato</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Factores de Estratificación</b>	<b>Notas de Muestreo</b>	<b>Quien y Como</b>
Scrap de Hilo	Dólares-Continuo	Desecho de hilo generado en el proceso de producción	Todos los Turnos Un equipo Todas las Familias Una Estación Pegue de Manga	Se recolectará en jornada diurna y nocturna durante una semana	Ingeniero de Procesos y Equipo de almacén pesaran el scrap de hilo en gramos. El equipo de mantenimiento debe separar el sistema de succión e instalar un templex diferente al de scrap de tela
Scrap de fastape	Dólares-Continuo	Desecho de fastape generado en el proceso de producción	Todos los Turnos Un equipo Una familia Dos estaciones de pegue de cinto	Se recolectará en jornada diurna y nocturna durante una semana	Instructor de entrenamiento contabilizara el scrap de unidades de fastape y lo clasificara por causas
Scrap de Goma	Dólares-Continuo	Desecho de goma generado en el proceso de producción	Todos los Turnos Todos los equipos Dos máquinas mecátrónicas	Se recolectará en jornada diurna y nocturna durante una semana	Personal de aseo recolectara el scrap de goma de equipos de producción y lo llevara al almacén para que el personal realice el pesaje en kilogramos

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.1.1.2 Procedimiento general para medición de Desperdicio



**Figura 38. Procedimiento General para Medición de Desperdicio**  
(Fuente: Elaboración Propia)

La figura 38 hace referencia al procedimiento general para la medición del desperdicio en la empresa O&M, el cual considera desde la formación de los equipos de trabajo hasta el desarrollo del plan de acción por parte de los miembros del mismo.

#### 4.4.1.1.3 Desperdicio de Hilo

##### 4.4.1.1.3.1 Medición y Recolección de datos

Se realizó una medición para determinar el desperdicio de hilo en los equipos de producción ya que actualmente no se contabiliza. Se seleccionó un equipo por familia y una operación de pegue de manga, que es donde se consume y desperdicia una mayor cantidad de hilo.



**Figura 39. Operación Pegue de Manga**  
(Fuente: Planta de Costura O&M)

Actualmente, el desperdicio de cada máquina se recolecta a través de un templex, el cual, por medio de un sistema de aire comprimido, agrupa el scrap de hilo y tirilla de tela en una misma bolsa, por lo que para realizar esta medición se instaló un templex individual que permitiera recolectar únicamente el desperdicio de hilo para posteriormente realizar el pesado de este y determinar la cantidad de mili yardas (MYD) desperdiciadas, ya que esta es la unidad con la que se mide la variación para este material. 1 mili yarda equivale a 1,000 yardas.





**Figura 40. Desperdicio de Hilo**  
(Fuente: Planta de Costura de O&M)

La medición se realizó durante una semana en todos los turnos. El desperdicio fue retirado por el personal de aseo y llevado al almacén para el pesado de este, con la supervisión del ingeniero de procesos a cargo. Ver anexos para revisar resultados diarios y formato utilizado para toma de datos.

La tabla 21, presenta un resumen con los resultados de scrap en diferentes unidades de medida, análisis realizado en un equipo de cada familia, durante una semana, en una estación de pegue de manga en los cuatro turnos de la planta Surgical. Considerando que un rollo de hilo tiene 41,000 yardas.

**Tabla 22. Desperdicio de Hilo por Familia**

Familia	Scrap Conos	Scrap Yardas	Scrap MYD
Ultra	5	200,760	201
Aerochrome	9	368,061	368
Basica	13	548,508	549
Procedure	2	100,380	100
KC100	2	100,380	100
Ultra Parchado/Regular	2	100,380	100
Aeroblue	9	351,331	351

Fuente: Elaboración Propia

## 4.4.1.1.3.2 Impacto de Desperdicio de Hilo en la Variación

Con los resultados obtenidos, se procedió a analizar el impacto del desperdicio en la variación estimando el desperdicio mensual considerando el total de equipos y estaciones en ambas familias. El precio del hilo es de aproximadamente \$0.150 por mili yarda.

**Tabla 23. Resumen de Desperdicio de Hilo en la Operación de Pegue de Manga por Familia.**

Familia	Pegue de Manga			Total Planta Mensual			
	Estaciones	Equipos	Total	Scrap Conos	Scrap Yardas	Scrap MYD	Scrap Dólares
Ultra	3	4	12	431	17,666,922	17,667	\$ 2,642
Aerochrome	2	11	22	790	32,389,357	32,389	\$ 4,843
Básica	5	2	10	535	21,940,302	21,940	\$ 3,281
Procedure	3	2	6	215	8,833,461	8,833	\$ 1,321
KC100	3	2	6	215	8,833,461	8,833	\$ 1,321
Ultra Parchado/Regular	3	2	6	215	8,833,461	8,833	\$ 1,321
Aeroblue	3	7	21	754	30,917,113	30,917	\$ 4,623
<b>Total</b>							\$ 19,351

Fuente: Elaboración Propia

El total de desperdicio mensual para las siete familias producidas en la planta Surgical es \$19,351, es decir 129,414 MYD de hilo como sobreconsumo. Considerando el promedio mensual de variación de este material de \$22,713 podemos concluir que el desperdicio generado en esta operación representa el 85% de la variación del hilo.

**Tabla 24. Variación de Hilo Mensual en Dólares**

Material	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Hilo	\$ 22,337	\$ 21,595	\$ 22,573	\$ 17,427	\$ 25,251	\$ 27,096

Fuente: Histórico de Variación O&M

**Tabla 25. Variación de Hilo en Mili yardas**

Mes	Consumo Meta	Consumo Real	Variación
Enero	372,263	526,026	153,763
Febrero	364,041	512,692	148,651
Marzo	352,397	507,794	155,397
Abril	293,713	413,666	119,952
Mayo	364,171	537,998	173,827
Junio	360,485	547,037	186,552

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.1.1.4 Desperdicio de Fastape

##### 4.4.1.1.4.1 Medición y Recolección de Datos

El fastape es un material base que se utiliza para reforzar el pegue de cinto de la bata quirúrgica. Actualmente no se contabiliza el desperdicio de este material y es uno de los principales contribuyentes a la variación de la planta Surgical. Se realizó una medición para determinar el desperdicio de fastape en los equipos de producción, así como las causas que pueden generar el mismo, para ello se seleccionó una de las familias identificadas por el equipo de trabajo conocedor del tema y registradas como la que reporta la mayor cantidad de problemas con este material.

Se seleccionaron dos equipos y se realizó un conteo de desperdicio de fastape generado en la operación de pegue de cinto, que es donde se utiliza este material. Este lo toma el operador de una máquina dispensadora para etiquetas.



**Figura 41. Operación Pegue de Cinto**  
(Fuente: Planta Surgical O&M)

La medición se realizó durante 2 semanas en todos los turnos. El desperdicio fue contabilizado por un instructor con la supervisión del ingeniero de procesos a cargo. Ver anexos para revisar formato utilizado para toma de datos.

A continuación, se presenta un resumen con los resultados de desperdicio.

**Tabla 26. Resumen de Desperdicio Contabilizado de la Operación Pegue de Cinto**

Familia Equipo	Aerochrome			Total
	EL03	EL26	EL26	
Tape en estaciones	147	68	222	<b>438</b>
Tape mal dispensado	-	-	-	-
Tape en batas de desperdicio	149	65	237	<b>451</b>
Rollos flojos				-

<b>Rollos mal cortados</b>	7,173	4,551	3,218	<b>14,941</b>
<b>Acumulación de goma en la guía</b>	59	-	239	<b>298</b>
<b>Mal método (tomar)</b>	132	71	231	<b>434</b>
<b>Problemas de tensión</b>	278	217	576	<b>1,071</b>
<b>Maquina mala</b>	19	19	36	<b>73</b>
<b>Enhebrar un nuevo rollo</b>	399	226	833	<b>1,457</b>
<b>Guía dañada o en malas condiciones</b>			38	<b>38</b>
	<b>8,355</b>	<b>5,216</b>	<b>5,630</b>	<b>18,751</b>

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 42. Desperdicio de Fastape**  
(Fuente: Planta Surgical de O&M)

#### 4.4.1.1.4.2 Impacto de Desperdicio de Fastape en Variación

Considerando que un rollo de fastape tiene 1,500 unidades a un costo de \$0.02 por unidad y que se utiliza en 23 equipos, se puede determinar el desperdicio total para estimar el porcentaje que este representa en la variación mensual. Partiendo del dato más alto de scrap de 8,355 unidades:

**Tabla 27. Estimación de Desperdicio de Fastape en Dólares**

	<b>EA</b>	<b>ROLLOS</b>
Desperdicio Semanal Planta	92,173	128
Desperdicio Mensual (Unidades)	68,693	512
Desperdicio Dólares (Mensual)	\$ 15,835.08	640

Fuente: Elaboración Propia

Considerando el promedio mensual de variación de este material de \$20,661, se puede concluir que el desperdicio generado representa el 77% de la variación.

**Tabla 28. Variación de Fastape Mensual en Dólares**

<b>Material</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>
Fastape	\$15,102	\$ 23,314	\$ 24,081	\$ 19,359	\$ 22,016	\$ 20,096

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 29. Variación de Fastape Mensual en Unidades**

<b>Mes</b>	<b>Consumo Meta</b>	<b>Consumo Real</b>	<b>Variación</b>
Enero	4,377,198	5,217,465	840,267
Febrero	4,237,857	5,458,771	1,220,915
Marzo	4,232,123	5,470,495	1,238,372
Abril	3,393,272	4,448,119	1,054,847
Mayo	4,270,020	5,439,945	1,169,925
Junio	4,138,924	5,200,946	1,062,022

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.1.1.5 Desperdicio de Goma

##### 4.4.1.1.5.1 Medición y Recolección de datos

Se realizó una medición para determinar el desperdicio de goma utilizada en las maquinas mecánicas de planta Apparel, las cuales se utilizan para el pegado de manga en los equipos de

producción ya que actualmente no se contabiliza. Este desperdicio es generado por el purgado en las máquinas para limpieza de las boquillas o para retirar goma quemada de los tanques.

La medición se realizó durante 1 semana en todos los turnos. El desperdicio fue pesado por el personal del almacén con la supervisión del ingeniero de procesos a cargo. Ver anexos para revisar formato utilizado para toma de datos.

En la tabla 29, se presenta un resumen con los resultados de desperdicio promedio a la semana considerando el precio de goma de \$2.08 por libra, catorce turnos y dieciséis equipos.

**Tabla 30. Desperdicio Promedio de Goma por Mes**

<b>Precio</b>	\$2.08
<b>Scrap Semanal 1 equipo (Libras Goma)</b>	84
<b>Scrap Semanal Planta</b>	1,344
<b>Scrap Mensual (Libras)</b>	5,376
<b>Scrap Dólares (Mensual)</b>	\$11,192.83

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 43 Desperdicio de Goma Mecatrónica**

#### 4.4.1.1.5.2 Impacto de Desperdicio de Goma en Variación

Conociendo el desperdicio total se puede estimar el porcentaje que este representa en la variación mensual, la cual es en promedio \$17,138 que equivale a 8,234 Libras. Comparando con el desperdicio se puede concluir que este representa un 65%.

**Tabla 31. Variación de Goma Mensual en Dólares**

<b>Material</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>
Goma	\$26,577	\$15,189	\$12,561	\$14,989	\$17,060	\$16,452

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.2 ANÁLISIS DE BOM

Otra de las causas que se encontró que tiene un fuerte impacto en la variación del uso de materiales es la creación correcta de Bill of Materials (BOM) o lista de materiales, ya que en estos se registra los materiales y componentes que se necesitan para producir una bata con su respectivo consumo y porcentaje de desperdicio operacional según el diseño o tipo de producto. Es por ello que los BOM se deben revisar y auditar de manera periódica para evaluar si es necesario hacer cambios de consumo o desperdicio según el comportamiento del material en piso de producción, así como asegurar que estos no se hayan modificado a través del tiempo. Para revisar un BOM, se debe utilizar la transacción C203 Display Master Recipe.

A continuación, se presenta un ejemplo de cómo está estructurado un BOM.





**Figura 44. Ejemplo de Estructura de BOM para Bata Quirúrgica**  
(Fuente: O&M)

Las auditorías se deben realizar comparando la información registrada en los BOMs en SAP versus las mediciones físicas de consumo de material utilizados en todas las áreas de la empresa. Se debe verificar el uso del material correcto según especificación de diseño, la cantidad correcta de material, el porcentaje de scrap real y el precio del material el cual se puede verificar en la transacción de SAP MM60 Material List, esta información es tomada para calcular el consumo meta al compararlo con la producción de batas, por lo que cualquier alteración generara una variación.

A continuación, se muestra un ejemplo del formato del reporte de auditorías que se maneja en la planta, así como la estructura de una explosión de BOM. Los datos que se presentan no son los valores reales, para mantener la confidencialidad de la información de la empresa.

Receta	Versión	Descripcion Material Primario	Tipo de Material	Cantidad Base	Unidad de Medida Material Primario	Descripcion Material Secundario	Cantidad de Material Secundario	Unidad de Medida Material Secundario	Scrap	Consumo segun especificacion	Precio Unitario de Material	Planta	Familia
30024501	0001	SUBENSAMBLE KC100	N102	100	EA	CUERPO	100	EA	0.0	Si	\$ 0.42	Surgical	KC100
30024501	0001	SUBENSAMBLE KC100	N102	100	EA	CINTO	0.22	MYD	4.0	Si	\$ 6.40	Surgical	KC100
30024501	0001	SUBENSAMBLE KC100	N102	100	EA	HILO	4.02	MYD	11.0	Si	\$ 0.15	Surgical	KC100
30024501	0001	SUBENSAMBLE KC100	N102	100	EA	CUELLO	0.08	MYD	4.0	Si	\$ 6.22	Surgical	KC100
30024501	0001	SUBENSAMBLE KC100	N102	100	EA	CINTA DE COMPRESION	10	M	2.0	Si	\$ 0.04	Surgical	KC100
30024501	0001	SUBENSAMBLE KC100	N102	100	EA	MANGAS	200	EA	0.0	Si	\$ 0.10	Surgical	KC100
30024501	0001	SUBENSAMBLE KC100	N102	100	EA	PUNOS	200	EA	1.0	Si	\$ 0.02	Surgical	KC100
30024501	0001	SUBENSAMBLE KC100	N102	100	EA	PASS CARD	100	EA	3.0	Si	\$ 0.08	Surgical	KC100
30024501	0001	SUBENSAMBLE KC100	N102	100	EA	TAPE	100	EA	0.0	Si	\$ 0.02	Surgical	KC100
30024501	0001	SUBENSAMBLE KC100	N102	100	EA	VELCRO MACHO	100	EA	0.0	Si	\$ 0.01	Surgical	KC100
30024501	0001	SUBENSAMBLE KC100	N102	100	EA	VELCRO HEMBRA	100	EA	0.0	Si	\$ 0.02	Surgical	KC100

**Figura 45. Estructura de Explosión para Auditoria de BOM**  
(Fuente: Elaboración Propia)

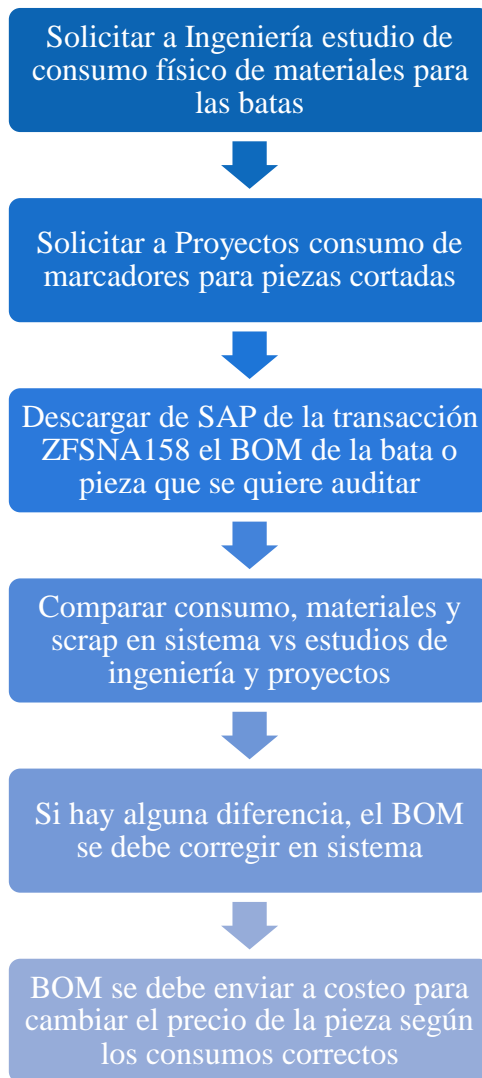
En la figura 45, se puede observar que todos los consumos y scrap registrados en el BOM coinciden con los datos definidos en la especificación de diseño para una bata de KC100.

Receta	Versión	Descripcion Material Primario	Tipo de Material	Cantidad Base	Unidad de Medida Material Primario	Descripcion Material Secundario	Cantidad de Material Secundario	Unidad de Medida Material Secundario	Scrap	Consumo segun especificacion	Precio Unitario de Material	Planta	Familia
30024501	0001	SUBENSAMBLE KC100	N102	100	EA	CUERPO	100	EA	0.0	Si	\$ 0.42	Surgical	KC100
30024501	0001	SUBENSAMBLE KC100	N102	100	EA	CINTO	0.22	MYD	4.0	Si	\$ 6.40	Surgical	KC100
30024501	0001	SUBENSAMBLE KC100	N102	100	EA	HILO	5.01	MYD	11.0	Si	\$ 0.15	Surgical	KC100
30024501	0001	SUBENSAMBLE KC100	N102	100	EA	CUELLO	0.08	MYD	4.0	Si	\$ 6.22	Surgical	KC100
30024501	0001	SUBENSAMBLE KC100	N102	100	EA	CINTA DE COMPRESION	10	M	2.0	Si	\$ 0.04	Surgical	KC100
30024501	0001	SUBENSAMBLE KC100	N102	100	EA	MANGAS	200	EA	0.0	Si	\$ 0.10	Surgical	KC100
30024501	0001	SUBENSAMBLE KC100	N102	100	EA	PUNOS	200	EA	1.0	Si	\$ 0.02	Surgical	KC100
30024501	0001	SUBENSAMBLE KC100	N102	100	EA	PASS CARD	100	EA	3.0	Si	\$ 0.08	Surgical	KC100
30024501	0001	SUBENSAMBLE KC100	N102	100	EA	TAPE	200	EA	0.0	No	\$ 0.02	Surgical	KC100
30024501	0001	SUBENSAMBLE KC100	N102	100	EA	VELCRO MACHO	100	EA	0.0	Si	\$ 0.01	Surgical	KC100
30024501	0001	SUBENSAMBLE KC100	N102	100	EA	VELCRO HEMBRA	100	EA	0.0	Si	\$ 0.02	Surgical	KC100

**Figura 46. Estructura de Explosión para Auditoria de BOM**  
(Fuente: Elaboración Propia)

En la figura 46, se puede observar que hay diferencias en el consumo de hilo y tape registrados en el BOM comparado con los datos definidos en la especificación de diseño para una bata de KC100. El tener un consumo estándar incorrecto en un BOM, puede generar variación ya que el consumo real en piso de producción será diferente al establecido en la lista de materiales. La definición de estándares se realiza únicamente una vez al año, por lo que si se genera un error este se podrá corregir hasta el próximo periodo de costeo del siguiente año.

Para realizar las auditorias de los BOM, se deberá seguir el procedimiento detallado a continuación



**Figura 47. Procedimiento Auditorias de BOM**  
(Fuente: Elaboración Propia)

#### 4.4.3 ANÁLISIS DE CALIDAD EN LOS MATERIALES

Realizando una revisión al histórico de los defectos de calidad generados por el proveedor de los materiales del año 2021 desde enero a junio, se encontraron únicamente dos reclamos para el fastape los cuales ambos consistieron en exceso de goma o adhesivo en los rollos, impidiendo su uso del en piso de producción ya que las maquinas no eran capaces de dispensar el material con este exceso de adhesivo.

El rechazo de 8,250 yardas fue aceptado y reemplazado por el proveedor por lo que no afecto la variación, por el contrario, las 233,500 yardas no fueron aceptadas por el proveedor por lo que se generó un impacto en la variación.

**Tabla 32. Resumen de Impacto en Variación por Rechazos de Calidad de Material Recibido**

Material	Defecto	Rollos	Yardas	Unidades	Dólares
Fastape	Exceso de adhesivo	33	8,250	99,000	\$ 1,980
	Exceso de adhesivo	934	233,500	2,802,000	\$ 56,040

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se hace una propuesta para un proceso más robusto de inspección de materia prima entrante, por lo cual para el desarrollo de esta sección se establece un procedimiento.

##### 4.4.1.2 PROPÓSITO

Proporcionar los lineamientos necesarios para realizar la inspección de calidad de materia prima entrante de manera correcta y en el menor tiempo posible; asegurando que el material que ingrese a planta cumpla con los requerimientos de calidad.

##### 4.4.1.3 ALCANCE

Este procedimiento operacional estándar aplica para auditor de recibo de materia prima.

##### 4.4.1.4 DEFINICIONES

- Inspección de calidad: procedimiento interno de verificación que cuenta con evidencia, información, registros o declaraciones de hechos relacionados con las especificaciones de un artículo, que, por medio de la implementación de un sistema de calidad, se basa en la observación, medición o prueba que sean verificables y medibles.

#### 4.4.1.5 RESPONSABILIDADES

- Los equipos de recepción de materia prima y operaciones son responsables de comprender y aplicar los procedimientos definidos en este documento.
- El equipo de calidad es responsable de realizar las inspecciones y auditorías periódicas para garantizar que los procedimientos definidos en este documento se cumplan estrictamente.
- El equipo de calidad es responsable de actualizar este documento según sea necesario.

#### 4.4.1.6 PROCEDIMIENTO

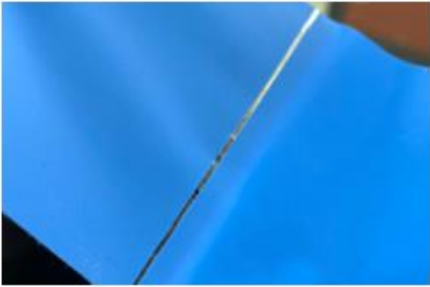

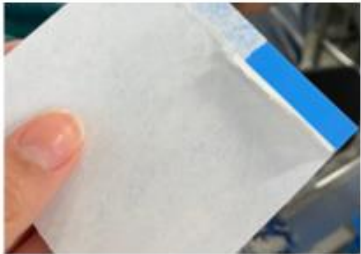
- a) El auditor deberá revisar todas las cajas físicamente para identificar cualquier anomalía como golpe, rotura o daño a la caja que contiene el material.
- b) Revisión de viñeta del tape contra viñeta de caja que sea la misma información de la factura.
- c) Confirmar color y medidas según la descripción de viñeta contra la del proveedor, revisar caja por caja.
- d) Conteo AQL (Asegurando que las unidades por caja vengan completas).
- e) Inspección del material siguiendo catálogo de defectos. (Documento).

- f) Cortar o tomar muestras del material para adjuntar en el Formato de Inspección de Calidad de Material Entrante (Documento).
- g) Se debe contar con una muestra física aprobada del material provista por el equipo de desarrollo para poder comparar el material recibido contra el estándar aprobado.
- h) Una vez definido y revisados todos estos puntos procedemos a generar la aprobación y enviar correo al personal de bodega para que ingresen el material al sistema y de esta forma producción pueda utilizar el material.

#### 4.4.1.7 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

##### 4.4.1.7.1 CATÁLOGO DE DEFECTOS

En la figura 46 se presenta una propuesta de catálogo de defectos, con el cual se pretende establecer una guía y ayuda visual sobre los posibles defectos que puede presentar al momento de recibir materia prima, el objetivo es que estos defectos puedan ser fácilmente identificados por el auditor de materia prima entrante.

MATERIAL		FASTAPE		
DEFECTO	DESCRIPCIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	DEMOSTRACIÓN
Exceso de Goma	Exceso de pegamento o goma en el fastape	Defecto en materia prima	Dificultad para retirar el fastape del dispensador causando que este se rompa	
Burbujas de Aire	Cumulo de aire entre el fastape y el liner	Defecto en materia prima	Falta de consistencia en el pegado del fastape, riesgo de desprendimiento	
Fastape pegado	Fastape adherido al liner en los rollos	Defecto en materia prima	Dificultad para retirar el fastape del dispensador causando que este se rompa	

**Figura 48. Catálogo de Defectos de Fastape**  
(Fuente: Elaboración Propia)

#### 4.4.1.7.2 FORMATO DE INSPECCIÓN DE CALIDAD DE MATERIAL ENTRANTE

Este formato pretende establecer los criterios básicos de evaluación para determinar si el material entrante cumple con los requisitos mínimos de calidad. El mismo se presenta en la figura 47.

**Inspección de Calidad de Material Entrante**

---

Item: _____	Factura #: _____
País de Origen: _____	Fecha: _____
Cantidad Total Recibida: _____	Cantidad de Muestra Inspeccionada: _____

---

Comentarios / hallazgos:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Aprobado     Rechazado

Aprobado/rechazado por: \_\_\_\_\_

Firma de Auditor: \_\_\_\_\_

Firma de personal de recibo: \_\_\_\_\_

<input type="checkbox"/> Fecha de expiración	<input type="checkbox"/> Observaciones
<input type="checkbox"/> Defectos encontrados	
<input type="checkbox"/> Apariencia (Color, textura, presentación)	
<input type="checkbox"/> Información de la etiqueta	

Muestra Física

**Figura 49. Formato de Inspección de Calidad de Material Entrante**  
(Fuente: Elaboración Propia)



## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En este capítulo se presentan las conclusiones a las que se llegaron por medio del desarrollo del proyecto de investigación en reducción de la variación en la empresa O&M, así también se describen recomendaciones hacia la empresa que apoyen a la reducción de variación en el uso de materiales en al menos un 10%.

### **5.1 CONCLUSIONES**

- 1) Por medio de la utilización de diagrama de Pareto y partiendo del histórico de variación del año 2021 de enero a junio de ambas plantas como base de investigación, se puede definir que los materiales con mayor contribución a la variación en el uso de material son; el hilo blanco con una variación de \$136,280.03 (15%) seguido de la goma mecatrónica con \$105,911.97 (12%), el velcro cortado con \$82,568.26 (9.2%) y el fastape cortado con un total de variación de \$81,972.19 (9%).

Estos materiales representan el 80% de la variación total entre ambas plantas por lo cual se deben de concentrar los esfuerzos realizar los planes de acción orientados a la reducción de la variación de estos 4 materiales principalmente.

- 2) Luego del desarrollo de la lluvia de ideas en la cual se involucró a un equipo de expertos en un grupo focal y que estas fueran plasmadas sobre un diagrama de Ishikawa, se realizó una evaluación y selección de las causas que tienen mayor influencia en la variación. Dentro de las cuales se encuentran causas relacionadas a la máquina; Causas relacionadas al método de operación; Relacionadas al material; Relacionadas a la mano de obra; Relacionadas a la medición; Relacionadas al medio ambiente.

Adicional, se realizó un diagrama de Pareto para analizar la principal causa de variación la cual es el sobreconsumo con un total de \$793,745 que representa el 90% de la variación.

- 3) Para el control de la variación en el uso de materiales en ambas plantas de O&M, se debe implementar herramientas que permitan medir por medio de la recolección de datos, analizar las principales causas y materiales de la variación por medio del diagrama de Ishikawa y diagramas de Pareto y mejorar a través de lluvia de ideas y controlar a través de la documentación de procedimientos y planes de control.
- 4) Para realizar la comprobación de las hipótesis se utilizó la estadística descriptiva, la cual, mediante la recolección y análisis de datos en matrices de evaluación, diagramas de Pareto y diagramas de Ishikawa permite concluir que se acepta la hipótesis alternativa, ya que al controlar mediante herramientas DMAIC el BOM, la calidad de los materiales y el sobreconsumo, la reducción de la variación en el uso de materiales en ambas plantas de O&M es igual o mayor, esto debido a que el sobreconsumo generado por el scrap de fastape, hilo y goma es de \$46,378 al mes, comparado con la variación mensual de \$149,110 se afirma que el scrap representa el 31% de la variación de la empresa O&M en ambas plantas, por consiguiente, la hipótesis nula se rechaza.
- 5) Además, se puede concluir por medio de los diagramas de Pareto e Ishikawa que existen otras causas que generan variación en ambas plantas de O&M como ser el cambio de material y adelanto de inventario, además del sobreconsumo, BOM y calidad de los materiales que son las causas principales y de mayor impacto. Abonado también, por problemas relacionados a calibración de máquinas y temperatura ambiental.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda a la empresa definir una meta de variación en el uso de materiales que permita medir el desempeño del proceso y asegurar el control de la misma y la efectividad de las acciones implementadas.

- 2) Se recomienda a la empresa de O&M la medición y registro de scrap por materiales para facilitar la implementación de proyectos de ahorro de costos y mejora de procesos. También se debe definir una meta de scrap por material.
- 3) Se sugiere realizar un análisis del impacto en la variación de las causas que no se investigaron en este proyecto como los cambios de material y adelanto de inventario para el desarrollo de planes de acción efectivos. Además, se deben revisar las causas que generan sobreconsumo como problemas de maquinaria.
- 4) Se sugiere la implementación de máquinas automáticas cortadoras de fastape y velcro para lograr una mejor calidad en el proceso y en el material, actualmente las maquinas que se utilizan son antiguas y la configuración de parámetros es manual dificultando el corte y generando problemas de calidad.
- 5) Se sugiere implementar plan de beneficios atractivos para el personal para la motivación y fomento del cuidado y uso correcto de materiales.

## **CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD**

En el siguiente capítulo se desarrolla un plan de acción como propuesta de aplicabilidad del estudio realizado en Owens & Minor en Villanueva, Cortes. Enfocándose en el objetivo de reducción de la variación en el uso de materiales en al menos un 10%, se plantean acciones orientadas a la reducción del scrap, capacitación y entrenamiento de personal en uso eficiente de los materiales.

### **6.1 NOMBRE DE LA PROPUESTA**

“Disminución de scrap de materiales base para la reducción de la variación”

### **6.2 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA**

Basado en la primera y segunda conclusión del capítulo anterior, se demostró que el sobreconsumo es la principal causa de variación debido al scrap generado por los materiales definidos como los principales contribuyentes según la investigación de los datos. Basado en estos resultados, se desarrolla un programa para la medición, análisis y control de scrap que impactara la variación en el uso de materiales, el cual tiene el objetivo de permitir a las empresas controlar el consumo de materiales y cumplimiento de los costos meta.

### **6.3 ALCANCE DE LA PROPUESTA**

En la tabla 33 se presenta el Project chárter de la propuesta, en donde se detalla el problema y define el estado meta deseado.

**Tabla 33. Project Chárter: Disminución de scrap de materiales base para la reducción de la variación**

Project Chárter																																					
<b>Definición del Problema</b>	<b>Caso de Negocio y Beneficios</b>																																				
<p>Actualmente el scrap de los materiales base utilizados para la elaboración de batas quirúrgicas en Owens &amp; Minor no se mide. Realizando una medición para conocer este valor se encontró que el scrap mensual de hilo es en promedio de \$19,351, el scrap de fastape es en promedio de \$15,835 en planta Surgical. Por otro lado en Planta Apparel se encontró un scrap de goma mecatrónica de \$11,192, sumando en total \$46,378 de scrap mensual, lo que representa el 31% de la variación en el uso de materiales.</p>	<p>O&amp;M desarrolla una estrategia A3 anual para fomentar la mejora continua y el ahorro de costos, para el año 2021 el objetivo es la reducción de variación en el uso de materiales, la cual se encuentra en un promedio mensual de \$149,110. Este proyecto puede representar una reducción de scrap de hasta \$556,536 anuales.</p>																																				
<b>Estado Meta</b>	<b>Timeline</b>																																				
<p>Reducir el scrap mensual de hilo, fastape y goma de \$46,378 en un mínimo de 10% para el 12/20/2021</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Phase</u></th> <th><u>Planes Completion Date</u></th> <th><u>Actual</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Define:</td> <td>1-Aug-21</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Measure:</td> <td>1-Sep-21</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Analyze:</td> <td>31-Oct-21</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Improve:</td> <td>30-Nov-21</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Control:</td> <td>20-Dec-21</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	<u>Phase</u>	<u>Planes Completion Date</u>	<u>Actual</u>	Define:	1-Aug-21		Measure:	1-Sep-21		Analyze:	31-Oct-21		Improve:	30-Nov-21		Control:	20-Dec-21																			
<u>Phase</u>	<u>Planes Completion Date</u>	<u>Actual</u>																																			
Define:	1-Aug-21																																				
Measure:	1-Sep-21																																				
Analyze:	31-Oct-21																																				
Improve:	30-Nov-21																																				
Control:	20-Dec-21																																				
<b>Alcance</b>	<b>Miembros del equipo</b>																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th><u>1st Process Step Last Process Step</u></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>Uso de materiales en piso de producción BOM</td> </tr> <tr> <td><u>In:</u></td> <td>Cantidad y causas de Scrap</td> </tr> <tr> <td><u>Out:</u></td> <td>Estándares de consumo</td> </tr> </tbody> </table>	<u>1st Process Step Last Process Step</u>		-	Uso de materiales en piso de producción BOM	<u>In:</u>	Cantidad y causas de Scrap	<u>Out:</u>	Estándares de consumo	<table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Position</u></th> <th><u>Person</u></th> <th><u>Title</u></th> <th><u>% of Time</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Asociado de Recetas</td> <td></td> <td></td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>Coordinador de producción</td> <td></td> <td></td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>Coordinador de mantenimiento</td> <td></td> <td></td> <td>30%</td> </tr> <tr> <td>Ingeniero de Procesos</td> <td></td> <td></td> <td>30%</td> </tr> <tr> <td>Coordinador de Almacén</td> <td></td> <td></td> <td>30%</td> </tr> <tr> <td>Coordinador de Salud Ocupacional</td> <td></td> <td></td> <td>10%</td> </tr> </tbody> </table>	<u>Position</u>	<u>Person</u>	<u>Title</u>	<u>% of Time</u>	Asociado de Recetas			40%	Coordinador de producción			20%	Coordinador de mantenimiento			30%	Ingeniero de Procesos			30%	Coordinador de Almacén			30%	Coordinador de Salud Ocupacional			10%
<u>1st Process Step Last Process Step</u>																																					
-	Uso de materiales en piso de producción BOM																																				
<u>In:</u>	Cantidad y causas de Scrap																																				
<u>Out:</u>	Estándares de consumo																																				
<u>Position</u>	<u>Person</u>	<u>Title</u>	<u>% of Time</u>																																		
Asociado de Recetas			40%																																		
Coordinador de producción			20%																																		
Coordinador de mantenimiento			30%																																		
Ingeniero de Procesos			30%																																		
Coordinador de Almacén			30%																																		
Coordinador de Salud Ocupacional			10%																																		

Fuente: Elaboración Propia

## 6.4 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Para la ejecución de este proyecto se ha desarrollado un plan de acción que se presentará a la gerencia de Owens & Minor la cual buscará disminuir la variación en el uso de materiales. Los departamentos de compras, mantenimiento, proyectos, producción, ingeniería, logística y calidad serán los encargados de darle seguimiento a dichas acciones.

### 6.4.1 PLAN DE EJECUCIÓN

En esta sección se describe el plan de acción que se desarrolló considerando los puntos discutidos durante las reuniones con el grupo focal y extraídos de la lluvia de ideas de causas que fueron evaluadas por medio de la MEFI, adicional, se desglosa el plan de capacitación y entrenamiento que se propone a la empresa O&M para lograr un mayor compromiso de parte de los colaboradores en cuanto al uso eficiente de los materiales, este será desarrollado en las instalaciones de O&M en Villanueva, Cortes e impartido por La Asociación Hondureña de Maquiladores, PROCINCO. Además, se propone un despliegue mensual informativo en el cual se comparta información sobre el progreso de la variación mensual de la planta, este será impartido por el asociado de recetas de O&M al equipo operativo.

### 6.4.2 PLAN DE ACCIÓN Y CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL

Como primer punto, después de evaluar las principales causas que pueden estar ocasionando la variación en el uso de materiales, se identificaron las de mayor impacto y se desarrolló el siguiente plan de acción con el objetivo de atacar estas causas y, mediante el cierre de estas acciones, poder reducir los impactos en la variación en el uso de materiales de la empresa. El plan de acción propuesto se ha dividido de acuerdo al tipo de material que se está atacando.

#### 6.4.2.1 FASTAPE Y VELCRO

Para estos materiales se colocaron acciones orientadas al corte adecuado de los mismos y se buscaron maneras de poder hacer un corte automático, dentro del plan se incluye la compra de una

nueva máquina Maggiore, la cual realiza el corte del fastape y velcro de forma automática y mediante el seteo de parámetros, adicional a la compra de partes y repuestos para las maquinas existentes.

Además, se define una rutina de limpieza de las guías utilizadas en los dispensadores de fastape colocados en los equipos de producción para evitar el desperdicio de este material por acumulación de goma en las maquinas.

#### 6.4.2.2 HILO

El plan de acción orientado al uso del hilo incluye instalación de sensores en las máquinas sorgete de pegue de manga lo cual permitirá que esta no trabaje cuando no tenga una pieza que costurar y de esta manera evitar el desperdicio de hilo.

#### 6.4.2.3 GOMA

Para la aplicación de goma en las mangas se utilizan las boquillas de la máquina, esta se debe limpiar para evitar la acumulación de goma e impida el dispensado de la misma. A esta limpieza se le conoce como “purgado” en O&M, el plan de acción para la goma considera que debe de establecerse un procedimiento estándar para realizar el purgado así también definir la frecuencia.

Además, de debe realizar la documentación de los parámetros estándar bajo los que estas máquinas deben trabajar para dispensar la cantidad correcta de este material según el BOM y hacer mediciones constantes para asegurar el cumplimiento de estándares y consumo.

#### 6.4.2.4 ELÁSTICO

Para este material se consideran importantes las acciones relacionadas a las auditorias de BOM, medición de consumo real vs meta del material, definición del proceso para reportar el scrap de esta operación y entrenamiento para el proceso de entrega del material a producción.

#### 6.4.2.5 PLAN DE CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL

Los puestos considerados dentro del plan de capacitación y entrenamiento son los siguientes, considerando su impacto directo en el uso de los materiales;

- Operadores de producción
- Supervisores
- Utilitarios (Asistente de supervisor)
- Materialistas
- Personal de almacén

#### 6.4.2.5.1 TEMARIO DE CAPACITACIONES

A continuación, se desglosan los temas que se ha considerado importantes para impartir al equipo operativo con el afán de obtener un uso más consciente de los recursos y, por ende, una reducción en la variación de uso de materiales.

##### 6.4.2.5.1.1 CALIDAD EN LA FUENTE

Calidad en la Fuente es una de las herramientas utilizada dentro de Manufactura Esbelta, con el objetivo de disminuir el desperdicio de los defectos o errores, basado en: prevenir y detectar de los mismos en manos del operador o en el punto de creación, tomando acciones correctivas inmediatas, evitando que estas lleguen a manos de inspección o del mismo cliente (PROCINCO, 2012).

##### 6.4.2.5.1.2 EL ROL DEL AUDITOR DE CALIDAD



Seminario/taller orientado a que los participantes conozcan las habilidades que deben desarrollar los auditores de calidad y las características que deben de tener o en su defecto cultivar, para un buen desempeño en sus funciones (PROCINCO, 2012).

También se estudiará la importancia de llevar a cabo controles de calidad efectivos, tales como el control de incidencias de errores y el control de rechazos, comunicándolos correctamente a quien corresponda, para asegurar la calidad y dar el seguimiento respectivo (PROCINCO, 2012).

#### 6.4.2.5.1.3 SENSIBILIZACIÓN A LA CALIDAD

Seminario orientado a la concientización del personal hacia la Calidad. Se hace hincapié en que el empleado trabaje bien desde el principio y cultive la responsabilidad en todo lo que hace, para satisfacer la necesidad de los clientes. Se analizan las causas de los problemas de calidad, así como las frases de la cultura del “Ahí se vá” y sus consecuencias. También se analiza cuál es la parte que les corresponde a ellos como empleados, para mejorar la calidad en todo lo que hacen (PROCINCO, 2012).

#### 6.4.2.5.1.4 USO EFICIENTE DE RECURSOS: MANDOS MEDIOS

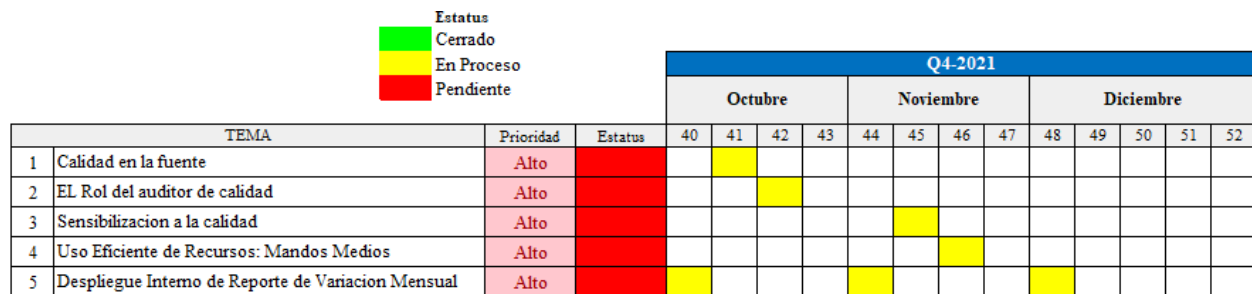
Este curso en particular motiva al personal de mandos intermedios a la creación de campañas de motivación en el tema del Uso Eficiente de Recursos y en la implementación de una Cultura en la empresa a través del seguimiento de un programa de “Uso eficiente de Recursos”, llevado a cabo en una forma metodológica, para asegurar el objetivo primordial de este curso, que es el eficiente el uso de los recursos (PROCINCO, 2012).

#### 6.4.2.5.1.5 DESPLIEGUE DE RESULTADOS MENSUAL DE VARIACIÓN EN EL USO DE MATERIALES

Durante este despliegue se hará uso de una pizarra informativa en donde se discutirán los resultados del mes, incluido el valor correspondiente a la variación total reportada, con esto, se pretende captar la atención del personal operativo y generar una mayor consciencia del impacto que tienen en estos resultados.

#### 6.4.2.5.2 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

En la figura 49 se muestra un cronograma con las fechas propuestas para la ejecución del plan de capacitación y entrenamiento del personal mencionado anteriormente.



**Figura 50. Cronograma de Ejecución de Capacitaciones  
(Fuente: Elaboración Propia)**

#### 6.4.3 CONTROL

La etapa de control de la metodología DMAIC es la clave del éxito en la mejora de los procesos, ya que es necesario definir y evaluar una vez que el proceso ha sido mejorado, el cómo lograr que sea sostenible y consistente en el tiempo.

Para el control de la variación en el uso de materiales en la empresa O&M se sugiere implementar las siguientes herramientas:

##### 6.4.3.1 PLAN DE MONITOREO Y RESPUESTA

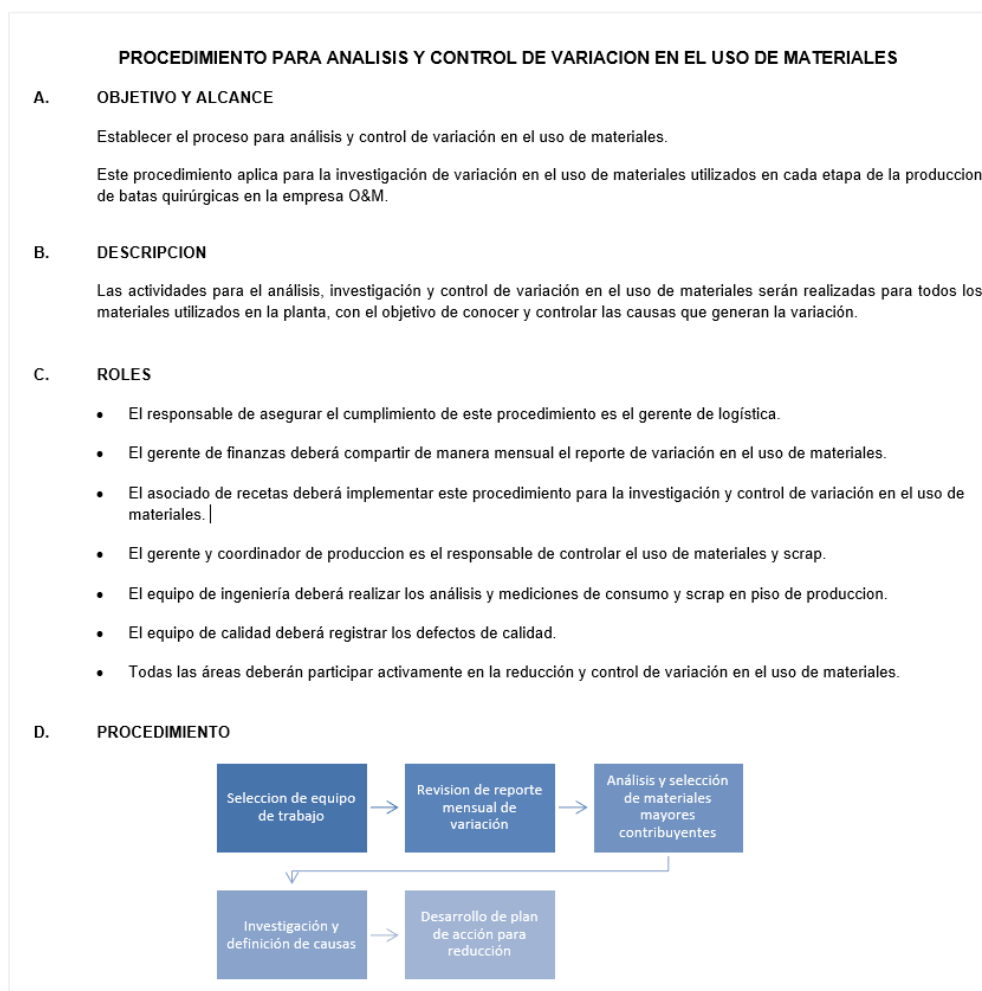
Se debe desarrollar un plan de monitoreo para mantener el éxito de los resultados, este es una colección de datos que incluye indicadores, metas para cada indicador, métodos de medición y recolección de información, quien y como se realizaran las mediciones. Además, es necesario definir un plan de respuesta en caso de que haya una alteración del proceso saber qué hacer y a que área o responsable acudir con el objetivo de mantener y regresar al desempeño deseado. En la figura 50 se muestra el plan de monitoreo y respuesta desarrollado.

Plan de Monitoreo					Plan de Respuesta		
Indicador	Meta	Método de recolección de datos	Frecuencia	Responsable	Valor superior/inferior desencadenante	Quien responderá	Plan de reacción
Variación en el uso de materiales	5%	Transacción SAP KKP6	Mensual	Finanzas		Logística/Producción	-Compartir reporte de variación a todo el equipo. -Reunión para revisión de causas y plan de acción -Auditorías de BOMs -Auditorías y medición de consumo en piso de producción -Medición de scrap
Scrap	1%	Medición en piso de producción	Diario	Producción		Producción	-Observar el proceso y contabilizar el scrap por materiales en cada área/etapa del proceso de producción -Implementar acción para reducción de scrap -Revisión y actualización de BOMs
Defecto de calidad por proveedor	1%	Registro de defectos en inspección de recibo y auditorías de calidad	Semanal	Calidad		Calidad	-Realizar pruebas de calidad y determinar causas raíz. -Contabilizar defectos -Compartir reclamos a proveedor

**Figura 51. Plan de Monitoreo y Respuesta**  
(Fuente: Elaboración Propia)

### 6.4.3.2 DOCUMENTACIÓN

Todos los cambios implementados, formatos utilizados, análisis numéricos, estudios, procedimientos, metodologías, etc. se deben registrar para que otros puedan utilizarlo, por ejemplo, en caso de contratar empleados nuevos e incluso permite que al personal existente involucrado les sea más fácil aprender y adaptarse a los cambios realizados. Una herramienta clave son los procedimientos operativos estándar o SOP (Standard Operación Procederé), los cuales permiten a la empresa registrar el paso a paso para ayudar a los colaboradores a realizar una actividad o proceso en específico.

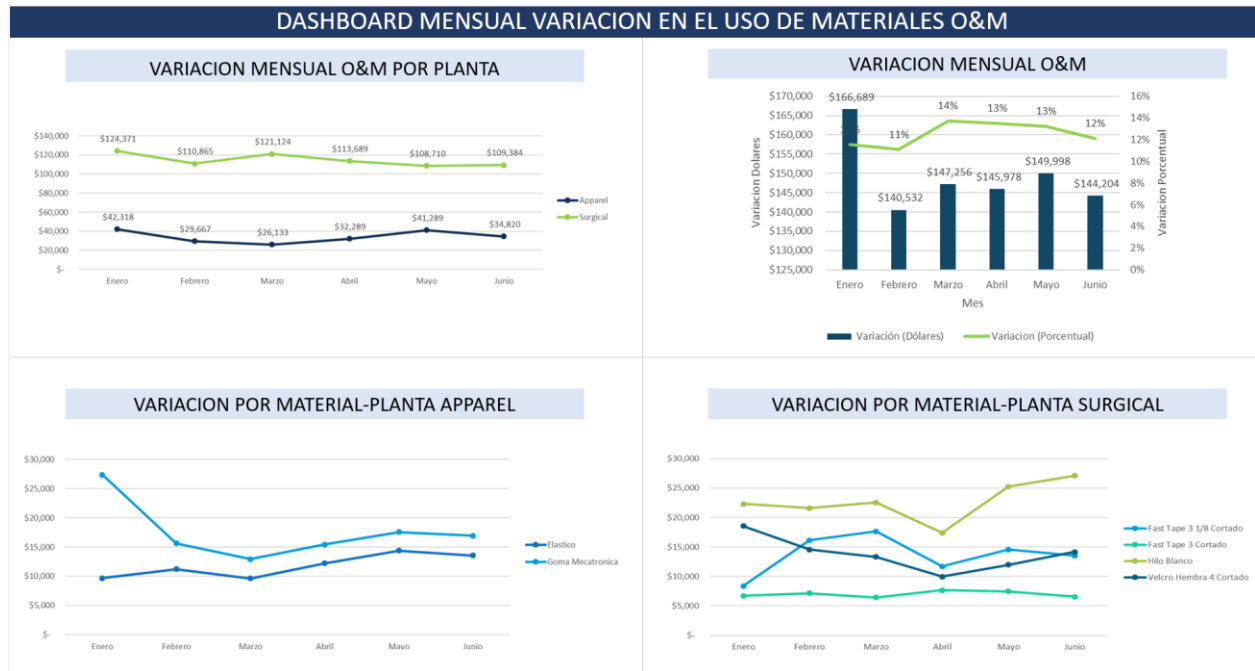


**Figura 52. Procedimiento para Análisis y Control de Variación en el uso de Materiales**  
(Fuente: Elaboración Propia, Propuesta)

### 6.4.3.3 DASHBOARD O PANEL DE CONTROL

Es una herramienta de gestión de la información que permite monitorear, analizar y mostrar de manera visual los indicadores clave de desempeño para hacer un seguimiento del estado de la empresa ya sea un departamento o proceso en específico.

La fase de control no es el final del proceso de mejora u optimización, es simplemente un entregable dentro de este camino. Cada proceso incluso uno mejorado recientemente siempre puede generar mejores resultados.



**Figura 53. Dashboard Mensual Variación en el uso de Materiales O&M**  
(Fuente: Elaboración Propia)

Como parte de la etapa de control, es importante compartir el éxito del proyecto con el equipo de trabajo para conocer los logros y resultados del trabajo realizado. De esta manera se fomenta y construye la cultura de “problem solving” o solución de problemas dentro de la empresa.

### 6.5 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN Y PRESUPUESTO

## 6.5.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

En la figura 54 a la 56 se detallan las actividades para la ejecución del plan de acción relacionado a la reducción de la variación en el uso de materiales. En él se encuentra definido el responsable, nivel de prioridad, estatus y el tiempo de ejecución de las actividades. Este plan ya se encuentra en ejecución a partir de mayo de 2021.

Acción		Responsable	Prioridad	Estatus
<b>FAST TAPE Y VELCRO</b>				
1	Agregar criterio para revisión en Auditoria 5S	Producción	Medio	Pendiente
2	Cambio de partes en cortadoras Maggiore (Cambio de ejes, rollers, cuchilla y engranajes)	Mantenimiento	Alto	Cerrado
3	Reunión con proveedor para presentar necesidades de la planta y evaluar opciones. Se comprará cortadora con mejoras	Proyectos	Medio	En Proceso
4	Incrementar a 2 auditorias de calidad en el proceso de corte	Calidad	Alto	Cerrado
5	Instalación de microscopio digital para revisión de corte	Logística	Bajo	Pendiente
6	Cambio de diseño de guía, se quito el cover y se amplio el ancho.	Mantenimiento	Alto	En Proceso
7	Definir rutina de limpieza para evitar acumulación de goma	Producción/EHS/Calidad	Bajo	Pendiente
8	Se solicito al proveedor el cambio de empaque. Uso de plástico pad entre cada rollo y en una sola bolsa	Calidad	Medio	En Proceso
9	Definición de método correcto	Ingeniería	Alto	Cerrado
10	Compra de dispensador para materiales complicados	Logística/Proyectos	Bajo	Pendiente
11	Almacenamiento de material en bodega de producto controlado con temperatura fria	Logística	Alto	En Proceso
12	Instalación de contadores en dispensadores para conteo de scrap	Mantenimiento	Alto	En Proceso
13	Medición de scrap y definición de reportaje	Ingeniería	Alto	Cerrado
14	Auditoria de BOM	Logística	Alto	Cerrado
15	Desarrollo de capacitaciones y reuniones informativas	Capacitación/Logística	Alto	Pendiente

**Figura 54. Plan de Acción**  
(Fuente: Elaboración Propia)

Estatus	
■	Cerrado
■	En Proceso
■	Pendiente

	Acción	Responsable	Prioridad	Estatus
<b>HILO</b>				
16	Instalación de sensores en maquinas	Mantenimiento/Ingenieria	Medio	
17	Auditoria de BOM	Logistica	Alto	
18	Medición de consumo real	Ingenieria	Alto	
19	Pesado de scrap y definición de proceso de reportaje de scrap	Logistica/Ingenieria	Alto	
20	Separación de sistema de succión de scrap	Mantenimiento/Ingenieria/EHS/Logistica	Alto	
21	Desarrollo de capacitaciones y reuniones informativas	Capacitación/Logistica	Medio	
22	Reducción del tamaño de rollos según consumo en BOM y Meta	Logistica	Bajo	
<b>GOMA</b>				
23	Colocar timer en las estaciones para controlar tiempo de purgado	Mantenimiento	Medio	
24	Definición de frecuencia y análisis de consumo en purgado	Ingenieria	Medio	
25	Auditoria de BOM	Logistica	Alto	
26	Medición de consumo real	Ingenieria	Alto	
27	Estandarización de boquillas originales y eliminación de boquillas genéricas	Mantenimiento	Alto	
28	Estandarización de parámetros de temperatura de tanque, presión, distancia de recorrido de pistón en maquinas	Mantenimiento	Alto	
29	Instalación de guardas en manómetros	Mantenimiento	Alto	
30	Desarrollo de capacitaciones y reuniones informativas	Capacitación/Logistica	Bajo	
31	Pesado de scrap y definición de proceso de reportaje de scrap	Mantenimiento/Logistica	Alto	
32	Definición de proceso de entrega producción normal y entrenamiento	Logistica/Producción/Ingenieria	Medio	
33	Implementación de formato de entrega de goma basado en BOM y meta de producción	Logistica/ITS	Medio	
34	Recorrido de supervisores al final de cada turno para asegurar que los tanques se encuentren en "Stand By"	Mantenimiento	Medio	

**Figura 55. Plan de Acción**  
(Fuente: Elaboración Propia)

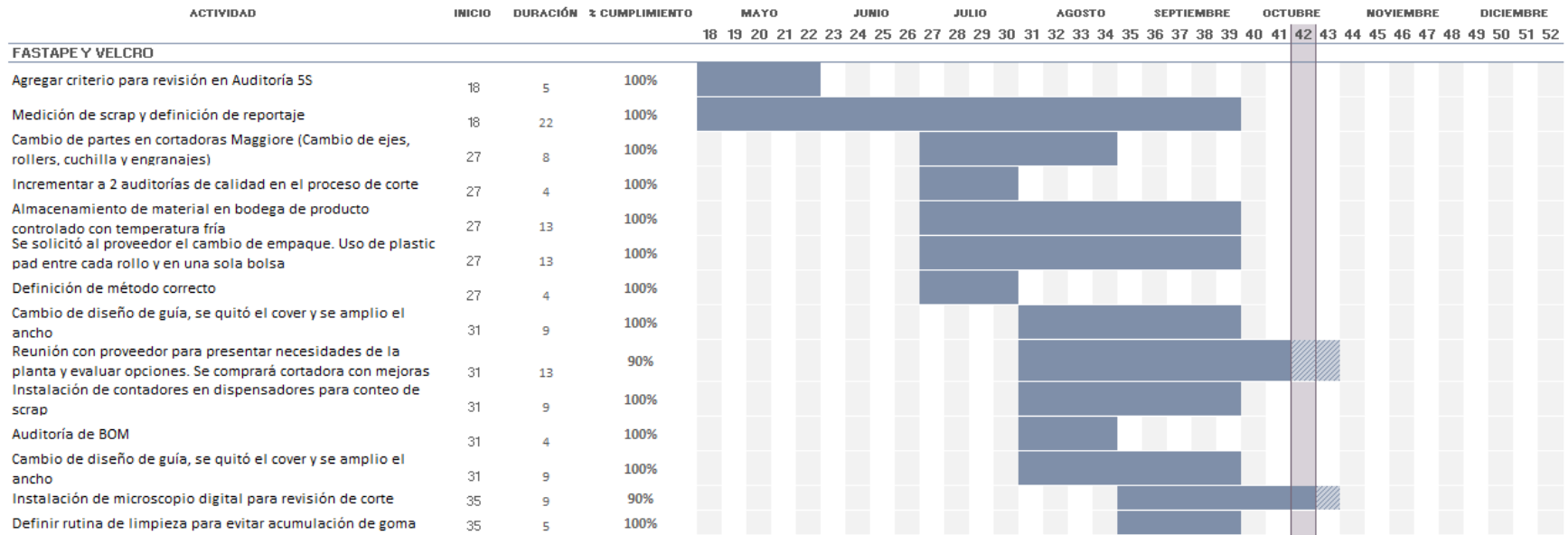


Estatus	
	Cerrado
	En Proceso
	Pendiente

Acción		Responsable	Prioridad	Estatus
<b>ELASTICO</b>				
35	Auditoria de BOM	Logistica	Alto	
36	Medición de consumo real	Ingenieria	Alto	
37	Pesado de scrap y definición de proceso de reportaje de scrap	Ingenieria/Logistica/Producción	Alto	
38	Desarrollo de capacitaciones y reuniones informativas	Capacitación/Logistica	Bajo	
39	Definición de proceso de entrega producción normal y entrenamiento	Logistica/Producción/Ingenieria	Medio	
40	Implementación de formato de entrega basado en BOM y meta de producción	Logistica/ITS	Medio	

**Figura 56. Plan de Acción**  
(Fuente: Elaboración Propia)

**Diagrama de Gantt: Plan de Acción para Reducción de la Variación en el uso de Materiales**

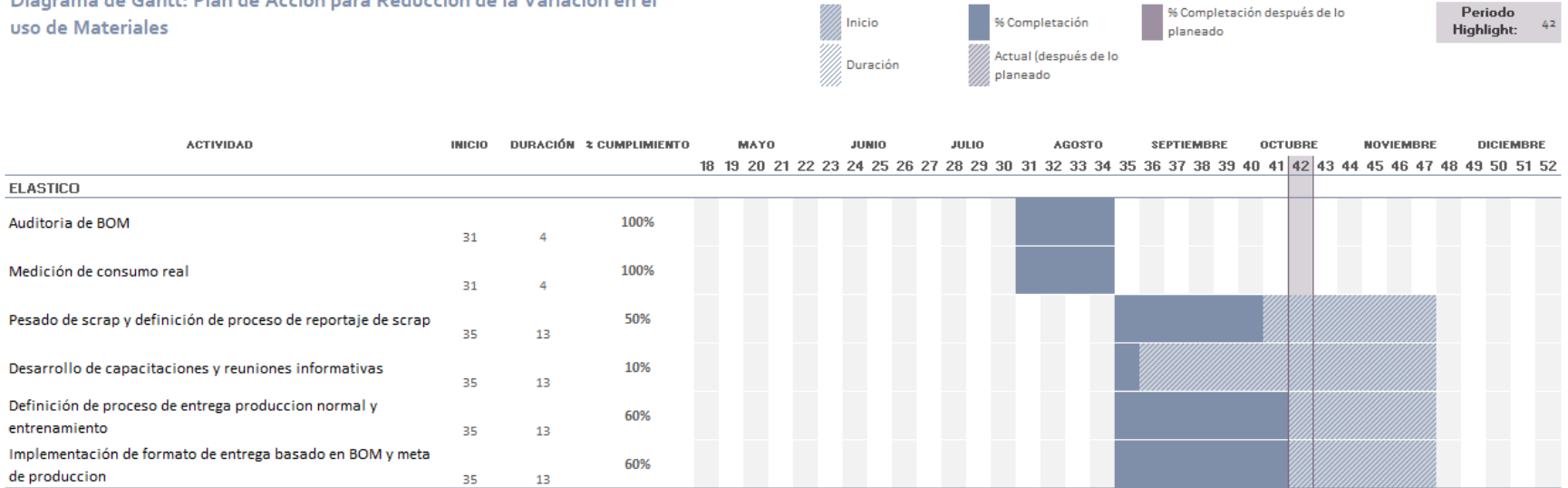


**Figura 57. Diagrama de Gantt para Ejecución de Plan de Acción**  
(Fuente: Elaboración Propia)





**Diagrama de Gantt: Plan de Acción para Reducción de la Variación en el uso de Materiales**



**Figura 60. Diagrama de Gantt para Ejecución de Plan de Acción**  
(Fuente: Elaboración Propia)

## 6.5.2 IMPLEMENTACION DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

En Owens & Minor una de las causas que genera variación en el uso de materiales es la maquina mala, es por ello que a continuación se presenta un ejemplo de aplicación del Mantenimiento Total de la producción (TPM), ya que esta filosofía tiene el objetivo de producir sin defectos, eliminar tiempos muertos y no detener la producción.

### **Etapa 1: Anuncio de la alta dirección de la decisión de aplicar el TPM**

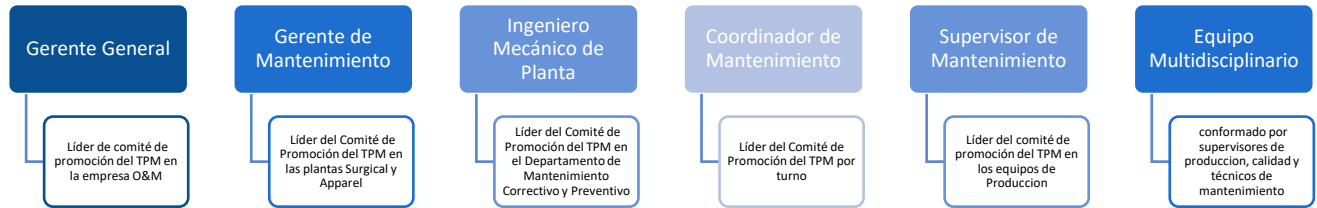
Con el objetivo de crear compromiso y promover un entorno favorable al cambio, en esta etapa se programarán reuniones informativas dirigidas por el gerente de planta, gerente de mantenimiento y los coordinadores de mantenimiento en los 4 turnos de la planta. Aquí se explicará a los operadores, técnicos de mantenimiento, supervisores de calidad y producción el concepto del TPM, las metas planteadas y los resultados esperados con la implementación de esta herramienta.

### **Etapa 2: Informacion sobre TPM**

Para lograr que el personal entienda esta herramienta así como para aclarar los roles y responsabilidades de cada persona, se estarán desarrollando campañas informativas para divulgar el por qué de la implantación del TPM en la empresa, haciendo uso de los televisores de instalados en lugares estratégicos de la planta para proyectar información, así como boletines impresos colocados en diferentes áreas como en las pizarras de control de producción de los equipos, taller de mantenimiento, gowning que es el área de lavado de manos y colocación de EPP antes de entrar al área de producción e incluso en el área de boletines informativos en la cafetería. Es necesario convencer al personal de que el programa vale la pena y de eliminar la creencia de que esto afecta la productividad.

### **Etapa 3: Estructura promocional del TPM**

En esta etapa se crearán pequeños grupos encargados de promover y desarrollar estrategias eficaces para la promoción del TPM, estos estarán conformados por profesionales cualificados:



**Figura 61. Estructura Promocional del TPM en O&M**  
(Fuente: Elaboración Propia)

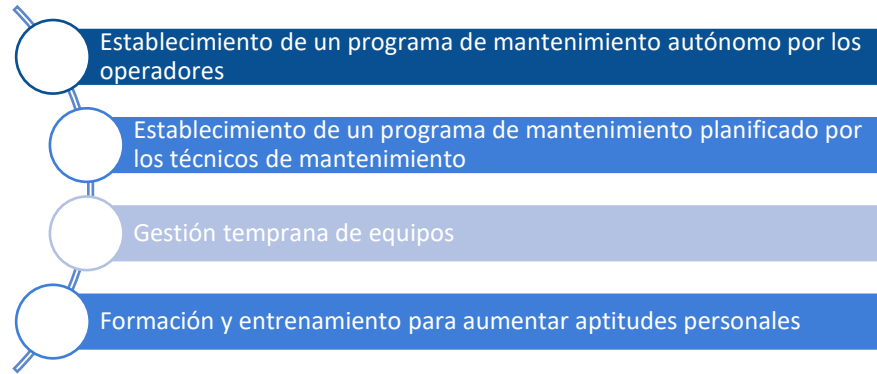
#### **Etapas 4: Establecer políticas básicas TPM y fijar objetivos**

Se deberá agregar a las políticas de la empresa el TPM, así como los objetivos concretos a alcanzar. Se propone como Política TPM:

“Owens & Minor se compromete con una gestión temprana de equipos que involucra las áreas de mantenimiento y proyectos para dar lugar a la compra e instalación de maquinaria y equipo. Se deberá solicitar del proveedor los manuales de uso, fichas técnicas, planos y especificaciones, así como la obtención de garantía de al menos 1 año donde el proveedor realice los mantenimientos del equipo”.

#### **Etapas 5: Plan Maestro de desarrollo del TPM**

Este es un paso importante ya que en él se trata de establecer un plan concreto para la implementación del TPM, que está integrado por actividades específicas para conseguir los objetivos propuestos. Las principales actividades que se planificarán son:



**Figura 62. Actividades del Plan Maestro**

Fuente: (Arbós & Martínez, 2010)

Se propone la implantación de la filosofía TPM como prueba piloto en el área de corte de velcro y fastape que es donde se generan la mayor cantidad de defectos de calidad y fallas mecánicas, comenzando con una máquina cortadora Maggiore, para luego aplicarla a toda el área y posteriormente implantar en todos los equipos de la planta.

### **Etapa 6: Arranque formal del TPM**

Esta etapa es la puesta en práctica del TPMS. Para ello se propone programar una reunión con los comités de promoción del TPM, algunos técnicos de mantenimiento, operadores y representantes de otros departamentos de la empresa para anunciar la implementación de esta filosofía, en donde se deberá dar a conocer el cronograma de actividades y el plan maestro desarrollado.

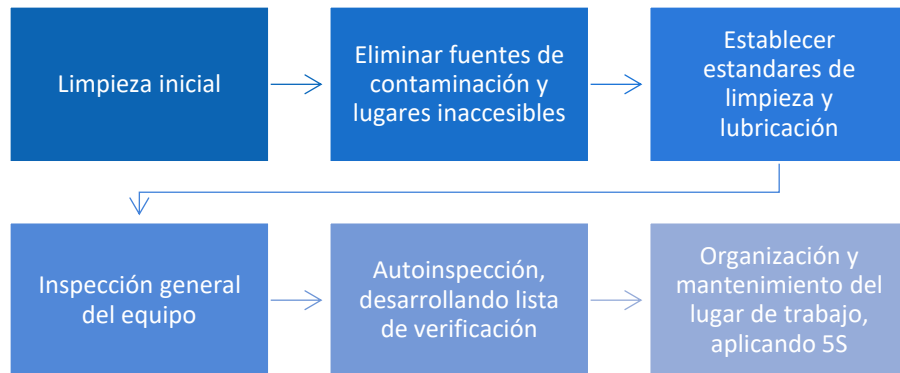
### **Etapa 7: Mejorar la efectividad del equipo**

En esta etapa se organizarán grupos de trabajo multidisciplinarios compuestos por personal de mantenimiento, producción y calidad con el propósito de seleccionar un equipo que este sufriendo pérdidas graves para mejorar la efectividad de este, en este caso se deberá evaluar y mejorar una cortadora Maggiore durante 3 meses.

### **Etapa 8: Desarrollar un programa de mantenimiento autónomo**



El mantenimiento autónomo radica en una filosofía en la cual el operador que trabaja en un equipo debe encargarse del mantenimiento de este. Los pasos que se implementarán son los siguientes:



**Figura 63. Actividades del Mantenimiento Autónomo**  
(Fuente: *Mantenimiento Autónomo en 7 Pasos* / SPC Consulting Group, s.f.)

### **Etapa 9: Desarrollar un programa de mantenimiento planificado**

Esta etapa consistirá en desarrollar un programa de mantenimiento periódico o programado para que pueda ser llevado a cabo por el departamento de mantenimiento. En la empresa O&M se realizan mantenimientos preventivos cada cierto periodo de tiempo, para el caso de las cortadoras de fastape y velcro se realiza cada 15 semanas. Actualmente hay una oportunidad en la parte de documentación ya que hay una falta de registro correcto de datos de fallas mecánicas, tiempos de paro, causas de averías, tiempo de vida útil de cada pieza, etc.

Además, se propone el uso de una lista de verificación y formatos afines a la gestión del mantenimiento.

**Tabla 34. Actividades Mantenimiento Planificado Cortadora Maggiore O&M**

<b>Actividades</b>	<b>Responsable</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>Mantenimiento Autónomo</b>		
Limpieza de equipo y estructura	Operador	Diario
Verificar que no existan ruidos extraños en el equipo	Operador	Diario
Lubricación de la cadena de transmisión de la sección portarrollos y rodillos	Operador	Diario
<b>Mantenimiento Preventivo</b>		
Limpieza de rodos tronzadores	Técnico de Mantenimiento	Mensual
Verificar el estado de las cuchillas	Técnico de Mantenimiento	Mensual
Cambio de Rodamientos de los rodillos	Técnico de Mantenimiento	Mensual
Revisión de Cadena de transmisión	Técnico de Mantenimiento	Mensual
Revisión de Felpas a Portarollo	Técnico de Mantenimiento	Mensual
Cambio de banda principal del sistema de transmisión	Técnico de Mantenimiento	Mensual

Fuente: Elaboración Propia

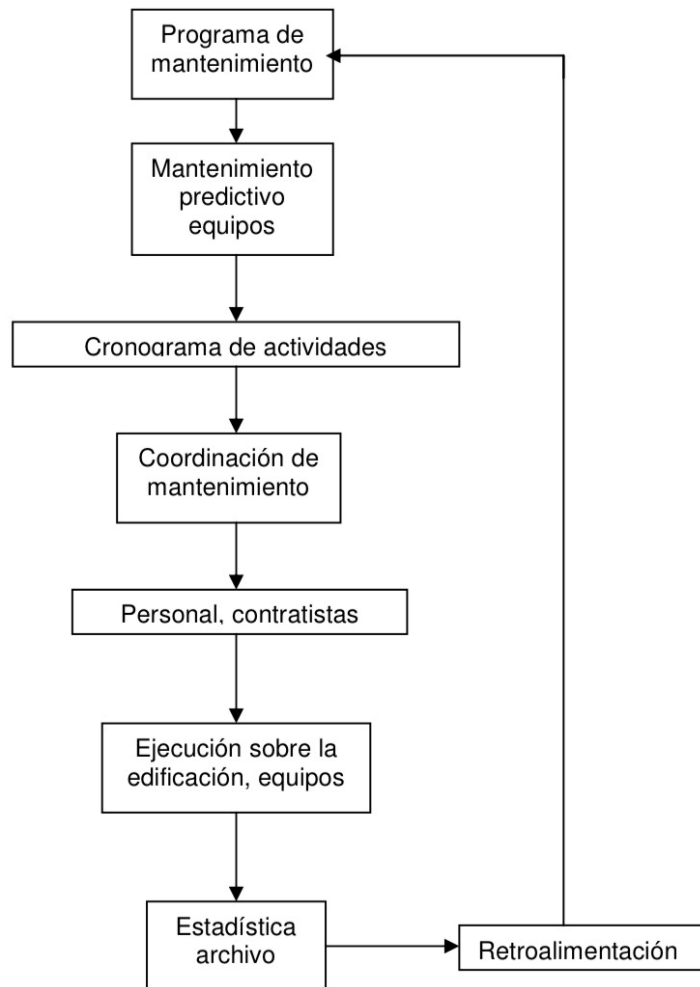
Se recomienda implementar un sistema de gestión visual de la información de mantenimiento, marcando los equipos físicamente de acuerdo con su criticidad, empleando placas de colores, por ejemplo.

También se sugiere utilizar un formato para la evaluación de equipos por criticidad, analizando el impacto en la productividad, costo, calidad, ambiente y seguridad, lo que facilitara el desarrollo de estrategias efectivas que repercutirán en los costos de mantenimiento.

TABLA DE EVALUACIÓN PARA CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS							
ATRIBUTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN		PUNTAJES DE EVALUACIÓN				EVALUACIÓN ESTÁNDAR
Producción	1	Porcentaje promedio de utilización del equipo.	5	4	2	1	(80 % o más) : 5 (60% - 79%) : 4 (40% - 59%) : 2 (39% - o menos) : 1
	2	Disponibilidad de repuestos ó Maquinas alterna o facilidad de intercambiar.	5	4	2	1	_ Existe o no Equipo de repuesto, pero consume demasiadas horas hombres : 5 _ Existe Equipo disponible en otras secciones : 4 _ Existe disponibilidad de repuestos en stock : 2 _ Existe Equipo de repuesto al instante : 1
	3	Impacto sobre la producción, cuyos fallos son causa de que los procesos previos y siguientes paren por completo.	5	4	2	1	_ Afecta a la planta entera : 5 _ Afecta fuertemente a otros procesos : 4 _ Afecta a la Línea de proceso que pertenece : 2 _ Solamente afecta a su mecanismo : 1
	4	Frecuencia de falla.	-	4	2	1	Cronica ó Alta : 4 Repetitiva : 2 Ocasional : 1
	5	Tiempo empleado para la reparación de fallas.	-	4	2	1	_ Alto :4 _ Medio : 2 _ Bajo : 1
Calidad	6	Como afecta al Producto acabado la operación de proceso en este Equipo?	5	4	2	1	_ Decisivamente : 5, 4 _ Algo :2 _ No significativamente : 1
Costos	7	Costo total de fallos que incide en la Producción.	-	4	2	1	_ Mas de X pesos : 4 (Alto) _ De Y a X pesos : 2 (Medio) _ Menos de Y pesos : 1 (Bajo)
	8	Costo de reparaciones (Mano de obra y repuestos).	-	4	2	1	_ Mas de X pesos : 4 (Alto) _ De Y a X pesos : 2 (Medio) _ Menos de Y pesos : 1 (Bajo)
Seguridad	9	Un fallo del equipo expone a riesgos de lesiones sobre personas o puede afectar adversamente al medio ambiente.	5	4	2	1	_ Puede ser peligroso para personas o Medio ambiente : 5 _ Puede afectar al trabajo: 4 _ Afecta ligeramente : 2 _ No afecta significativamente: 1

Nota:      A Equipo de alta prioridad                      ( Puntaje de 41 a 27 puntos)  
              B Equipo de mediana prioridad              ( Puntaje de 26 a 18 puntos)  
              C Equipo de baja prioridad                    ( Puntaje de 17 a 9 puntos)

**Figura 64. Formato de Evaluación para clasificación de equipos**  
(Fuente: Camargo y Wong, 2004)



**Figura 65. Diagrama del proceso de mantenimiento predictivo**  
(Fuente: Camargo y Wong, 2004)

### **Etapa 10: Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento**

Para mejorar las habilidades del recurso humano de la empresa, se organizarán capacitaciones con Procinco y capacitaciones internas por parte del planeador de mantenimiento e ingeniero mecánico de planta, las cuales se acompañará de exámenes para evaluar el aprendizaje. Además, se agregará al sistema de entrenamiento y aprendizaje que maneja la empresa, la cual se deberá desarrollar 2 veces al año y aplicará a todo el personal de manera obligatoria.

Los temas incluidos en las capacitaciones de Procinco serán:

- Seminario-Taller: Mantenimiento Productivo Total (TPM)
- Seminario-Taller: Mantenimiento Autónomo
- Seminario-Taller: Calidad en la fuente Operativo

### **Etapa 11: Creación de un programa de gestión temprana de equipos**

Este programa tiene como objetivo la prevención del mantenimiento y el diseño de nuevos equipos que minimicen el mantenimiento. Para ello se debe evaluar el ciclo de vida de un equipo o de las piezas de estos desde la etapa de planificación de inversiones, fase de diseño, de fabricación, de instalación, de pruebas y de arranque, para poder desarrollar acciones correctivas que mejoren el desempeño de los equipos utilizados en el proceso productivo.

### **Etapa 12: Consolidación del TPM y elevación de los objetivos**

Para mantener las mejoras obtenidas en las etapas anteriores, se llevará un reporte en donde se registrarán los datos recopilados para generar indicadores clave de desempeño los cuales se socializarán con todo el personal de la planta por medio de un dashboard mensual. Algunos indicadores necesarios para medir son:

- *Tiempo disponible*: tiempo disponible que operan las maquinas durante en un periodo específico (mes, ano, semestre)
- *Tiempo de parada planificada*: tiempo que se hace para un mantenimiento planificado, horarios no laborables y feriados.
- *Tiempo de preparación de equipo*: tiempo destinado para cambios de producto, arranque de equipo, etc.
- *Tiempo perdido por defectos*: tiempo perdido por defectos de calidad, reprocesos, etc.
- *Tiempo perdido por operación*: tiempo perdido por fallas en el suministro de materias primas, etc.
- *Tiempo de parada no planificada por equipos*: tiempo perdido por fallas de los equipos, desde su avería hasta su reparación.
- *Efectividad Global de los equipos*: porcentaje de tiempo en el que un equipo produce realmente con el tiempo ideal que fue planeado para hacerlo.

### 6.5.3 PRESUPUESTO

Para la implementación de la propuesta “Disminución de scrap de fastape, velcro, hilo, goma mecánica y elástico para la reducción de la variación en el uso de materiales” se ha realizado un análisis presupuestario para el aseguramiento y cumplimiento de las propuestas del cronograma. La tabla 34, presenta la propuesta presupuestaria para la implementación del plan de acción.

**Tabla 35. Presupuesto para Desarrollo de la Propuesta**

ELEMENTO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (\$)	TOTAL
Dispensadores Fastape	90	\$ 1,080	\$ 97,200
Sensores para maquina sorjete	83	\$ 165	\$ 13,695
Nueva Máquina Maggiore	1	\$ 145,000	\$ 145,000
Guardas para Dispensadores de Goma	48	\$ 60	\$ 2,880
Partes Maquina Maggiore existente	4	\$ 3,750	\$ 15,000
PROCINCO	4	\$ 18	\$ 74
Almuerzos	11200	\$ 2	\$ 22,764.23
Capacitador Interno	12	\$ 27	\$ 325
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 296,938</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 6.5.4 RETORNO DE INVERSION (ROI)

Considerando la inversión planteada en la tabla 35 se desarrolla el cálculo del retorno de inversión (ROI) del proyecto, como ingresos, para este cálculo se considera el equivalente en dólares de la reducción de scrap detallado en la sección 4.4.1.1 de este documento. La tabla 36 muestra el resumen de estos ingresos.

**Tabla 36. Resumen de Ingresos de la propuesta**

Descripción	Total Dólares (Mes)	Total Dólares (Año)
Reducción de Scrap en Hilo	\$ 19,351.00	\$ 232,212.00
Reducción de Scrap en Fastape	\$ 15,835.08	\$ 190,020.96
Reducción de Scrap en Goma	\$ 11,192.83	\$ 134,313.96
Total Ingreso Anual		\$ 556,546.92

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 37 se demuestra el cálculo del tiempo de retorno de inversión, en el cual se puede observar que al término de 6 meses la inversión ha sido recuperada a través de los ingresos del proyecto.

**Tabla 37. Cálculo de Tiempo de Recuperación de la Inversión**

<b>TIEMPO DE RECUPERACIÓN</b>	
Costo	\$ 296,938.34
Ingreso	\$ 556,546.92
Tiempo de Recuperación (años)	0.53
Tiempo de Recuperación (Meses)	6

Fuente: Elaboración Propia

Adicional, en la tabla 38 se muestra el cálculo del ROI del proyecto, con este resultado se puede concluir que por cada dólar (\$) invertido, se obtiene una ganancia del 87%.

**Tabla 38. ROI del Proyecto**

<b>ROI</b>	
Costo	\$ 296,938.34
Ingreso	\$ 556,546.92
ROI	0.87
ROI (%)	87%

Fuente: Elaboración Propia

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 2IMMarketing. (2018, November 12). Evaluación de Factores Internos – Matriz EFI.  
*2IMMarketing*. <https://2immarketing.com/factores-internos-matriz-efi/>
- Acosta, R. J. H. (n.d.). *Seis Sigma un modelo de gestión*. 5.
- Alaya, A. B. (2016). *El método Seis Sigma: Mejore los resultados de su negocio*. 50Minutos.es.
- Arbós, L. C., & Martínez, F. T. (2010). *TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva*. Profit Editorial.
- Barragán, R. (2003). *Guía para la formulación y ejecución de proyectos de investigación*. FUNDACION PIEB.
- Becerril, F. R. (1997). *Ciencia, metodología e investigación*. Alhambra Mexicana.
- Carmenate-Milián, L., Alej, Herrera-Ramos, R., & Ramos-Cáceres, D. (2016). Situación del Sistema de Salud en Honduras y el Nuevo Modelo de Salud Propuesto. *Archivos de Medicina*, 12(4). <https://www.archivosdemedicina.com/abstract/situacioacuten-del-sistema-de-salud-en-honduras-y-el-nuevo-modelo-de-salud-propuesto-17878.html>
- Colmenares, L., Valderrama, Y., Jaimes, R., & Colmenares, K. (n.d.). Control de materiales como herramienta de gestión de costos en empresas manufactureras. *Sapienza Organizacional*, 3(5), 55–78.
- Crotte, I. R. R. (n.d.). *ELEMENTOS PARA EL DISEÑO DE TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN: UNA PROPUESTA DE DEFINICIONES Y PROCEDIMIENTOS EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA*. 22.
- Dávila, R. F. (2012). Introducción a los costos. *Revista Lidera*, 7, 7–8.
- Gonzalez, F. G. A. (2003). *Seis sigma: Para gerentes y directores*. Libros en Red.



- Griful, E., & Canela, M. Á. C. C. (2005). *Gestión de la calidad*. Edicions UPC.  
<http://biblioteca.upc.es/edupc/locate4.asp?codi=OE036XXX>
- Gupta, P., & Sri, A. (2016). *Seis Sigma sin Estadística: Enfoque en la búsqueda de las mejoras inmediatas*. eBooks2go, Inc.
- Håkansson, A. (2014). What is overconsumption? – A step towards a common understanding. *International Journal of Consumer Studies*, 38(6), 692–700.  
<https://doi.org/10.1111/ijcs.12142>
- Hansen, B. L., & Ghare, P. M. (1989). *Control de calidad: Teoría y aplicaciones*. Ediciones Díaz de Santos.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill Interamericana.
- Hernandez-Montoya, K. L., & Pérez-Ascencio, C. J. (2019). *Aplicación de las herramientas de calidad para contabilizar el scrap en una empresa metal-mecánica*. 5.
- Liker, J. K. (2010). *Las claves del éxito de Toyota: 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo*. Grupo Planeta (GBS).
- Loaiza, M. E. B. (n.d.). *LILIANA MARGARITA PORTILLA*. 38, 6.
- López Lemos, P. (2016). *Herramientas para la mejora de la calidad: Métodos para la mejora continua y la solución de problemas*. Fundación Confemetal.
- Loyola, J. A. V., Ávila, E. F., & Michcol, J. T. (2010). Disminución de la Variación de un Proceso de Producción de Muebles con Seis Sigma. *Conciencia Tecnológica*, 40, 35–41.
- Luis Socconini, & Reato, C. (n.d.). *Lean Six Sigma. Sistema de gestión para liderar empresas* (2019th ed.).

- Mantenimiento Autónomo en 7 Pasos | SPC Consulting Group.* (n.d.). Retrieved November 3, 2021, from <https://spcgroup.com.mx/mantenimiento-autonomo-en-7-pasos/>
- Montoya, L. A., Arias, L. M. P. de, & Henao, S. A. F. (2010). La distribución de costos indirectos de fabricación, factor clave al costear productos. *Scientia et Technica*, 2(45), 79–84. <https://doi.org/10.22517/23447214.329>
- OR. (2010). Oxford University Press.
- Orbe, O., & Demetrio, O. (n.d.). *Propuesta de mejora para la reducción de scrap en la producción de sacos de polipropileno mediante la aplicación del modelo DMAIC.* 97.
- Ortiz Uribe, F. G. (2004). *Diccionario de metodología de la investigación científica.* Limusa.
- Pittman, A. (2002). *SURGICAL GOWN REQUIREMENTS CAPTURE: A Design Analysis Case Study.* 2(2), 10.
- Prieto Corcoba, M. (2010). *Seis Sigma Un antídoto para la crisis.* AEC.
- PROCINCO. (2012). *Área de Productividad y Mejora Continua I.* <http://www.ahm-honduras.com/procinco/area1.html>
- Quijada, J. A. B. (2019). *Lean Manufacturing.* Editorial Elearning, S.L.
- Render, B., Stair, M. R., & Michael, E. H. (2006). *Metodos Cuantitativos para los Negocios.*
- Rendón, O. H. P. (n.d.). *La Matriz de Congruencia: Una Herramienta para Realizar Investigaciones Sociales.* 6.
- Rios, G., Sanchez, G., & Gonzalez, R. (n.d.). *Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio.* 18.
- Rodríguez Medina, G., Chávez Sánchez, J., Rodríguez Castro, B., & Chirinos González, A. (2009). Gestión de costos de producción en el sector metalmecánico de la región zuliana. *Revista de Ciencias Sociales*, 13(3). <https://doi.org/10.31876/rcs.v13i3.25375>

Rodríguez, O. J. S. (2021). *La administración en la propiedad horizontal: Una guía para mejorar la gestión administrativa, contable y presupuestal*. Facultad de Ciencias de la Administración de la Universidad del Valle.

Rojas Medina, R. A. (n.d.-a). *CONTABILIDAD DE COSTOS*. 223.

Rojas Medina, R. A. (n.d.-b). *SISTEMAS DE COSTOS Un proceso para su implementación*. Univ. Nacional de Colombia.

Säfsten, K., & Elgh, F. (2020). *SPS2020: Proceedings of the Swedish Production Symposium, October 7-8, 2020*. IOS Press.

Siliceo, A. (2006). *Capacitación y desarrollo de personal*. Editorial Limusa.

Silva, M. R. F. da. (2006). *Introducción a las técnicas cualitativas de investigación aplicadas en salud: Cursos GRAAL 5*. Univ. Autònoma de Barcelona.

Staff, F. (2016, March 22). *¿Cuál es el panorama del sistema de salud en Centroamérica?* • *Economía y finanzas* • *Forbes México*. Forbes México.  
<https://www.forbes.com.mx/panorama-del-sistema-salud-centroamerica/>

Suzuki, T. (2017). *TPM in Process Industries*.

von Rosing, M., & Erasmus, J. (2015). Variation in Business Processes. In *The Complete Business Process Handbook* (pp. 459–478). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-799959-3.00022-7>

## ANEXOS

**Tabla 39 Datos medicion de Hilo**

<b>Tur no</b>	<b>Dia</b>	<b>Scrap (Gramos)</b>	<b>Peso de bolsa (Gramos)</b>	<b>Scrap Hilo (Gramos)</b>	<b>Scrap (Lbs)</b>	<b>Scrap (Conos)</b>	<b>Scrap (YD)</b>	<b>Scrap (MYD)</b>	<b>Scrap (Dolares)</b>
T2	9-Aug	1152	47	1,105	2.43	1	49,815	50	\$ 7
T5	9-Aug	946	47	899	1.98	1	40,547	41	\$ 6
T2	10-Aug	1285	47	1,238	2.72	1	55,830	56	\$ 8
T4	10-Aug	884	47	837	1.84	1	37,760	38	\$ 6
T1	11-Aug	488	47	441	0.97	0	19,899	20	\$ 3
T4	11-Aug	1445	47	1,398	3.08	2	63,054	63	\$ 9
T1	12-Aug	1054	47	1,007	2.22	1	45,425	45	\$ 7
T4	12-Aug	795	47	748	1.65	1	33,742	34	\$ 5
T1	13-Aug	823	47	776	1.71	1	34,996	35	\$ 5
T4	13-Aug	768	47	721	1.59	1	32,534	33	\$ 5
T2	14-Aug	961	47	914	2.01	1	41,221	41	\$ 6
T5	14-Aug	846	47	799	1.76	1	36,018	36	\$ 5
T5	15-Aug	1326	47	1,279	2.81	1	57,665	58	\$ 9
				<b>12,162.03</b>	<b>26.76</b>	<b>13</b>	<b>548,508</b>	<b>549</b>	<b>\$ 82</b>

Turno	Dia	Scrap (Gramos)	Peso de bolsa (Gramos)	Scrap (Gramos)	Scrap (Lbs)	Scrap (Conos)	Scrap (YD)	Scrap (MYD)	Scrap (Dolares)
T1	25-Aug	1,026	47	979	2.15	1	44,171	44	\$ 7
T4	25-Aug	351	47	304	0.67	0	13,721	14	\$ 2
T1	26-Aug	1,015	47	968	2.13	1	43,637	44	\$ 7
T4	26-Aug	420	47	373	0.82	0	16,810	17	\$ 3
T1	27-Aug	633	47	586	1.29	1	26,449	26	\$ 4
T4	27-Aug	375	47	328	0.72	0	14,812	15	\$ 2
T5	28-Aug	1,772	47	1,725	3.80	2	77,803	78	\$ 12
T2	28-Aug	398	47	351	0.77	0	15,811	16	\$ 2
T5	29-Aug	471	47	424	0.93	0	19,133	19	\$ 3
T2	29-Aug	280	47	233	0.51	0	10,516	11	\$ 2
T5	30-Aug	1,158	47	1,111	2.44	1	50,093	50	\$ 7
T1	30-Aug	468	47	421	0.93	0	18,993	19	\$ 3
T2	1-Sep	404	47	357	0.79	0	16,113	16	\$ 2
		<b>8,772</b>		<b>8,161</b>	<b>17.95</b>	<b>9</b>	<b>368,061</b>	<b>368</b>	<b>\$ 55</b>

Fuente: Elaboración Propia

MATERIAL		FASTAPE
ACCION	DESCRIPCIÓN	DEMOSTRACIÓN
Cambio de maquinaria	Cambio de maquinas cortadoras de Fastape y velcro de manuales a automáticas.	 
	Cambio de dispensadores de fastape y velcro	  

**Figura 66. Ejecución de acciones para impactar la reducción de Scrap del Fastape**  
(Fuente: Elaboración Propia)

MATERIAL		FASTAPE
ACCION	DESCRIPCION	DEMOSTRACION
Cambio de Diseño	Cambio de diseño de guías de dispensadores	
Cambio de Piezas	Cambio de piezas en maquina cortadora de fastape y velcro (Viejas por nuevas)	
Instalacion de Microscopio	Instalación de Microscopio Digital en área de corte de fastape y velcro para auditorias de Calidad	

**Figura 67. Ejecución de acciones para impactar la reducción de Scrap del Fastape**  
(Fuente: Elaboración Propia)

MATERIAL		HILO/GOMA						
ACCION	DESCRIPCIÓN	DEMOSTRACIÓN						
Instalación de sensores	Instalación de sensor en máquinas de Costura para controlar consumo de hilo.							
Estandarización de boquillas	Estandarización de Boquillas originales y eliminación de genéricas	<table border="1"> <tr> <td>Boquillas Genericas</td> <td>Boquillas Nordson</td> <td rowspan="2">comparacion de Boquillas</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Boquillas Genericas	Boquillas Nordson	comparacion de Boquillas			
Boquillas Genericas	Boquillas Nordson	comparacion de Boquillas						
								
Instalación de guardas	Instalación de guardas en manómetros para evitar manipulación de parámetros en dispensado de goma.							

**Figura 68. Ejecución de acciones para impactar la reducción de Scrap del Hilo y la Goma**  
(Fuente: Elaboración Propia)



MATERIAL		HILO/GOMA	
ACCION	DESCRIPCIÓN	DEMOSTRACIÓN	
Control de Temperatura	Control de temperatura para evitar goma quemada.		

**Figura 69. Ejecución de acciones para impactar la reducción de Scrap del Hilo y la Goma**  
(Fuente: Elaboración Propia)