

**Propuesta de mejora para la reducción de fallas en el área de extrusión por medio de la filosofía TPM mantenimiento productivo total en la empresa Gilpa Impresores S.A.**

Harold Sabogal Tique

Universitaria Agustiniana  
Facultad de Ingenierías  
Programa Ingeniería Industrial  
Bogotá D.C.  
2020

**Propuesta de mejora para la reducción de fallas en el área de extrusión por medio de la filosofía TPM mantenimiento productivo total en la empresa Gilpa Impresores S.A.**

Harold Sabogal Tique

Director

Nelson Vladimir Yepes González

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Universitaria Agustiniana  
Facultad de Ingenierías  
Programa Ingeniería Industrial  
Bogotá D.C.

2020

## **Resumen**

La empresa Gilpa Impresores S, A, es una organización del segundo sector de la economía (Procesos de transformación), que corresponde al sector plásticos. En la actualidad, la organización ha perdido productividad, debido a las fallas que se presentan en el área de extrusión, ocasionadas por la falta de un mantenimiento planificado y programado. Estas fallas ocasionan pérdida de tiempo productivo, demoras en las entregas y sobrecostos en la producción.

El proyecto a desarrollar, tiene como finalidad mejorar el nivel de productividad global (OEE) en el proceso de extrusión, reduciendo el tiempo perdido por defectos, tiempo perdido por operación, tiempo de parada no planificado por los equipos y tiempo de preparación de los equipos. El medio para lograr es te fin, será desarrollar una propuesta de mejoramiento basada en la filosofía TPM (Administración Total del Mantenimiento).

*Palabras claves:* Productividad, tiempo perdido, tiempo preparación de los equipos, fallas, extrusión, demoras, mantenimiento planificado, mantenimiento autónomo.

## **Abstract**

The company Gilpa Impresores S, A, is an organization of the second sector of the economy (Processes of transformation), which corresponds to the plastics sector. Currently, the organization has lost productivity due to failures that occur in the extrusion area, caused by the lack of planned and scheduled maintenance. These failures, cause, loss of productive time, delays in deliveries and cost overruns in production.

The project has been developed, aims to improve the level of global productivity (OEE) in the extrusion process, reducing the time lost due to defects, time lost by the operation, downtime not planned by the team and the team preparation time. The means to achieve this objective will be to develop a proposal for improvement based on the TPM philosophy.

*Keywords:* productivity, wasted time, equipment preparation time, failures, extrusion, delays.

## Tabla de contenidos

Introducción.....	14
1. Identificación del problema .....	15
1.1 Antecedentes del problema.....	15
1.2 Descripción del problema.....	21
1.3 Formulación del problema.....	30
2. Justificación.....	31
2.1 Alcance .....	31
3. Objetivos .....	32
3.1 Objetivo general.....	32
3.2 Objetivos específicos.....	32
4. Marco de referencia.....	33
4.1 Antecedentes de la investigación.....	33
4.2 Marco teórico.....	33
4.2.1 Pilares TPM.....	33
4.2.2 Mantenimiento Productivo Total (TPM) .....	36
4.2.3 Con el TPM se puede llegar a tener. ....	37
4.2.4 Cómo mejorar las condiciones del TPM en la industria. ....	38
4.2.5 Definición y objetivos del TPM.....	38
4.3 Tipos de mantenimiento .....	38
4.3.1 Mantenimiento preventivo. ....	38
4.3.2 Mantenimiento predictivo. ....	39
4.3.3 Mantenimiento modificativo.....	40
4.3.4 Mantenimiento proactivo. ....	40
4.4 Calidad aplicada al mantenimiento.....	40

4.4.1 Qué es y qué no es calidad.....	41
4.5 Evolución del mantenimiento.....	41
4.6. Marco conceptual.....	43
4.7. Marco legal.....	44
4.8. Marco contextual.....	45
5. Marco metodológico.....	46
5.1. Tipo de investigación.....	46
5.2. Variables del problema.....	46
5.2.1 Variables dependientes.....	46
5.2.2 Variables independientes.....	46
5.3. Hipótesis de la investigación.....	46
5.4. Tamaño poblacional y muestra.....	46
6. Resultados de la investigación.....	48
6.1 Diagnostico TPM.....	48
6.2. Identificación del proceso de extrusión.....	51
6.3. Distribución del área de extrusión.....	53
6.4 Identificación de la maquinaria y equipo utilizado en el proceso de extrusión.....	55
6.4.1. Codificación de los equipos.....	56
6.4.2. Estructura de la codificación.....	56
6.4.3. Código área de producción.....	56
6.4.4. Inventario de los equipos.....	58
6.4.5. Árbol jerárquico de la maquina extrusora.....	58
6.4.6. Dibujo de despiece de la maquina (ficha técnica).....	59
6.5. Árbol de fallos de la extrusora.....	71
6.6. Protocolos de mantenimiento.....	95

6.6.1. procedimiento para realizar un protocolo .....	95
7. Plan de mantenimiento planificado .....	107
7.1. Control de fallas o averías .....	107
7.1.1. Generación de mantenimiento periódico. ....	108
7.2. Indicadores mantenimiento planificado, disponibilidad y fallas .....	108
7.2.1 Características sobre los indicadores. ....	108
7.2.2 Ventajas de la organización de tener un control de indicadores. ....	109
7.2.3. Ejemplo de indicadores de eficiencia en los equipos.....	109
7.3. Análisis de criticidad .....	111
7.3.1. Calidad. ....	111
7.3.2. Producción. ....	111
7.3.3. Mantenimiento. ....	112
7.4.4. Seguridad. ....	113
7.5. Validación de mantenimiento preventivo .....	114
7.5.1. Mantenimiento diario.....	114
7.5.2. Mantenimiento semanal. ....	115
7.6. Calendario de mantenimiento .....	116
8. Mantenimiento autónomo.....	118
8.1 Desarrollo del auto mantenimiento.....	118
8.1.1 Paso 1. Preparación.....	118
8.1.2 Condiciones básicas. ....	119
8.1.3 Partes de la maquina extrusora.....	119
8.2 Matriz de riesgo .....	120
8.2.1 Riesgo de atrapamiento.....	122
8.2.2 Cómo prevenir.....	122

8.2.3 Formato de registro de actividades. ....	122
8.3 Proceso de tarjeteo de defectos.....	123
8.3.1 Control de defectos para mantenimiento autónomo. ....	128
8.3.2 Fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso.....	131
8.3.3. Fuentes de contaminación. ....	131
8.3.4. Fuentes de contaminación imagen (maquina Extrusora) .....	131
8.3.5 Pautas para la inspección. ....	132
8.3.6 ¿Qué es el LIL? .....	133
9. Relación costo / beneficio .....	134
Conclusiones .....	137
Recomendaciones.....	139
Referencias .....	140
Anexos.....	143

## Lista de tablas

Tabla 1 Productos fabricados .....	16
Tabla 2. Clientes.....	17
Tabla 3. Datos de producción primeros 4 meses del año 2019 .....	18
Tabla 4. Costos de desperdicios .....	19
Tabla 5. Personal encargado del proceso productivo .....	20
Tabla 6. Recolección de datos (Enero- Abril (2019)) para grafica de control .....	21
Tabla 7. Identificación de calidad .....	41
Tabla 8.Evolución del mantenimiento industrial .....	42
Tabla 9. Leyes de sistemas de riesgos y control.....	44
Tabla 10. Muestreo poblacional .....	47
Tabla 11. Resultados de la lista de chequeo .....	49
Tabla 12. Causas de paros de la maquina en los primeros 4 meses del 2019 .....	50
Tabla 13. layout de las máquinas de proceso empresa Gilpa Impresores S.A. ....	53
Tabla 14 plano de las áreas del proceso .....	54
Tabla 15. Ficha técnica de la extrusora .....	55
Tabla 16. Áreas de producción.....	57
Tabla 17. Códigos de las piezas .....	57
Tabla 18 formato para registro de inventario .....	58
Tabla 19. Probabilidad de fallos.....	71
Tabla 20. Mínimos de fallos.....	72
Tabla 21. Cálculo de probabilidades .....	72
Tabla 22. Probabilidad de fallos.....	73
Tabla 23. Mínimos de fallos.....	74
Tabla 24. Cálculo de probabilidades .....	75
Tabla 25. Probabilidad de fallos.....	75
Tabla 26. Mínimos de fallos.....	76
Tabla 27. Cálculo de probabilidades .....	77
Tabla 28. Probabilidad de fallos.....	77
Tabla 29. Mínimos de fallos.....	78
Tabla 30. Cálculo de probabilidades .....	79

Tabla 31. Probabilidad de fallos.....	79
Tabla 32. Mínimos de fallos.....	80
Tabla 33. Cálculo de probabilidades.....	81
Tabla 34. Probabilidad de fallos.....	81
Tabla 35. Mínimos de fallos.....	82
Tabla 36. Cálculo de probabilidades.....	83
Tabla 37. Probabilidad de fallos.....	83
Tabla 38. Mínimos de fallos.....	84
Tabla 39. Cálculo de probabilidades.....	85
Tabla 40. Probabilidad de fallos.....	85
Tabla 41. Mínimos de fallos.....	86
Tabla 42. Cálculo de probabilidades.....	87
Tabla 43. Probabilidad de fallos.....	87
Tabla 44. Mínimos de fallos.....	88
Tabla 45. Cálculo de probabilidades.....	89
Tabla 46. Probabilidades de fallos de las piezas del equipo (extrusora).....	89
Tabla 47. Pronóstico de requerimientos.....	90
Tabla 48. Registro de inventario de las piezas de la extrusora.....	91
Tabla 49. Registro de las piezas a solicitar.....	92
Tabla 50. Plan de requerimientos (MRP).....	93
Tabla 52. Intervenciones de equipos.....	111
Tabla 53. Uso de los equipos en el proceso.....	112
Tabla 54. Recuperación del producto.....	112
Tabla 55. Costos de mantenimiento.....	112
Tabla 56. Paradas por averías.....	113
Tabla 57. Clasificación de riesgo.....	113
Tabla 58. Criticidad de las piezas.....	114
Tabla 59. Actividad de mantenimiento autónomo.....	123
Tabla 60. Seguimientos de fallas y reparaciones.....	128
Tabla 61. Seguimientos de fallas y reparaciones por operario.....	129
Tabla 62. Control de defectos del Tarjeteo con su porcentaje.....	130

Tabla 63. Ejemplo de Formato de procedimiento lil.....	133
Tabla 65. . Costos de los productos de los próximos 5 años.....	135
Tabla 66. Costo de mantenimiento segundo periodo del año.....	136
Tabla 67 formatos de mantenimiento.....	145
Tabla 68. Formato de mantenimiento.....	145
Tabla 69. Tiempos de paros de máquinas.....	147
Tabla 70. Datos de desperdicio y producción de enero.....	148
Tabla 71. Datos desperdicio y producción de febrero.....	149
Tabla 72. Datos desperdicio y producción de marzo.....	150

## Lista de figuras

Figura 1. Gilpa Impresores S.A.....	15
Figura 2. Decrecimiento de productividad.....	18
Figura 3. Grafica de incrementos.....	19
Figura 4. Falla de las resistencias en el molde 3.....	20
Figura 5. Grafica de control.....	22
Figura 6. Eficiencia total del mes de enero.....	24
Figura 7. Eficiencia total del mes de febrero.....	25
Figura 8. Eficiencia total del mes de marzo.....	26
Figura 9. Eficiencia total del mes de abril.....	27
Figura 10. Eficiencia total de los cuatro (4) meses del año 2019.....	28
Figura 11. Pilares del tpm.....	36
Figura 12. Reunión Check List.....	48
Figura 13. Diagrama de Pareto.....	50
Figura 14. Flujo grama proceso extrusión.....	52
Figura 15. Estructura.....	56
Figura 16. Plan de requerimiento de materiales (BOM).....	59
Figura 17. Ficha técnica del tablero de mando.....	60
Figura 18. Ficha técnica del husillo de acero.....	61
Figura 19. Ficha técnica del molde.....	62
Figura 20. Ficha técnica de la malla.....	63
Figura 21. Ficha técnica de la tolva.....	64
Figura 22. Ficha técnica del calibrador.....	65
Figura 23. Ficha técnica del cabezal de la película.....	66
Figura 24. Ficha técnica de las resistencias.....	67
Figura 25. Ficha técnica del motor.....	68
Figura 26. Ficha técnica de los tornillos.....	69
Figura 27. Ficha técnica de rodillo guía y bobina.....	70
Figura 28 diagrama de fallos tablero de mando.....	72
Figura 29. Diagrama de fallos husillo de acero.....	74
Figura 30. Diagrama de fallos molde.....	76

Figura 31. Diagrama de fallos de malla .....	78
Figura 32. Diagrama de fallos de la tolva .....	80
Figura 33. Diagrama de fallos del calibrador .....	82
Figura 34. Diagrama de fallos de resistencias .....	84
Figura 35. Diagrama de fallos del motor .....	86
Figura 36. Diagrama de fallos de rodillos guía o bobina .....	88
Figura 37. Protocolo del tablero de mando .....	96
Figura 38. Protocolo de husillo de acero .....	97
Figura 39. protocolo de moldes .....	98
Figura 40. protocolo de malla .....	99
Figura 41. protocolo de la tolva .....	100
Figura 42. protocolo del calibrador .....	101
Figura 43. Protocolo de resistencia .....	102
Figura 44. Protocolo del motor .....	103
Figura 45. Protocolo del tornillo .....	104
Figura 46. Protocolo del rodillo guía / bobina .....	105
Figura 47. Ejemplo de indicadores de eficiencia .....	110
Figura 48. Ejemplo de indicadores de gestión económica .....	110
Figura 49. Calendario de actividades .....	116
Figura 50. Formato de mantenimiento .....	117
Figura 51. Matriz de riesgo del equipo extrusión .....	120
Figura 52. Riesgos en la maquina extrusora .....	121
Figura 53. Tarjeta de operación .....	124
Figura 54. Tarjeta operación .....	125
Figura 55. Tarjeta de mantenimiento .....	126
Figura 56. Tarjeta de mantenimiento .....	126
Figura 57. Tarjeta de seguridad .....	127
Figura 58. Tarjeta de seguridad .....	127
Figura 59. Fallas encontradas por operario .....	129
Figura 60. Control de defectos tarjeteo .....	130
Figura 61. Fuentes de contaminación .....	132

## **Introducción**

El sector de plásticos en Colombia es uno de los más importantes dentro de la cadena productiva, es así cómo participa de uno de los sectores categorizados como de clase mundial en el Programa de Transformación Productiva (PTP). En Colombia, el sector de plásticos se destaca como uno de los más dinámicos y con mayor potencial para desarrollar oportunidades de inversión a través de nuevos proyectos, alianzas estratégicas o adquisiciones (PTP, 2020).

Una de las organizaciones que pertenece a este sector, es la empresa Gilpa Impresores S.A., una organización familiar con 58 años en el mercado, que produce cuatro tipos de empaques, cómo bolsas, fundas, rollos y laminados. Cuenta con tres plantas de producción, una ubicada en ubicada en la Calle 24c #94-51, en la localidad de Engativá de Bogotá, otra en la zona franca Cl.72 N°6-44 of.902 y otra en la ciudad de Cali,

La planta principal está ubicada en la localidad de Engativá, presenta en la actualidad una disminución de la productividad, evidencia en su OEE del 78. Esto debido a los paros de los equipos (5 monoextrusoras de las cuales 4 son extrusoras de 3 capas y 1 extrusora de cinco capas).

El interés de la gerencia general, es reducir las fallas que se presentan en el área de extrusión, ocasionadas por la falta de un mantenimiento planificado y programado. Estas fallas, ocasionan, pérdida de tiempo productivo (1,307.86) fracción de horas, demoras en las entregas hasta de 72 horas (2 A 3 días) y sobrecostos en la producción (\$303,852,500) millones de pesos.

Con base en la filosofía TPM, y la evaluación de los pilares que pueden lograr cumplir con el mejoramiento de la productividad, se realiza una propuesta de mejora para la reducción de fallas en el área de extrusión.

## 1. Identificación del problema

### 1.1 Antecedentes del problema

La empresa Gilpa impresores S.A. es una organización con registro de cámara y comercio No: 00018760, de propiedad del señor Octavio Páez Reyes, identificado con cédula de ciudadanía No. 65739. La empresa es fundada el 28 de abril del año 1962 y se encuentra ubicada en la Calle 24c #94-51, localidad de Engativá de la ciudad de Bogotá. Cuenta con aproximadamente 345 colaboradores tanto operativos como administrativos.

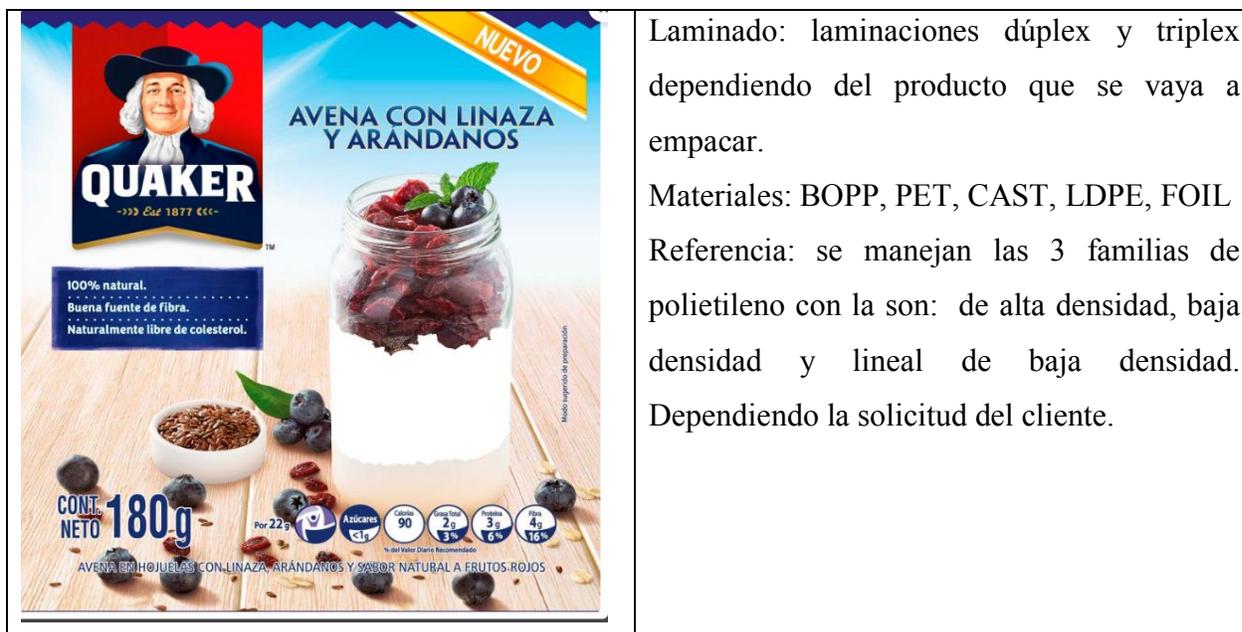


**Figura 1.** Gilpa Impresores S.A. Autoría propia

En la actualidad posee una amplia gama de productos, tiene siete (7) áreas de proceso las cuales son: extrusión, impresión, laminado, refile, sellado, pre-corte y despachos y (4) líneas de producción como son: rollos, fundas, bolsas y laminado. En estas líneas de producción se procesan diferentes tipos de productos como plásticos de color, blanco, transparente y laminado. Adicionalmente a ello, se encuentra una bodega en zona franca y otra sucursal en Cali-Caloto.

Tabla 1  
 Productos fabricados

Producto	Descripción						
 <p>Content Ultrasec</p> <p>Sabe cómo cuidarte</p> <p>10 años de protección</p> <p>Producto de uso institucional, prohibida su venta.</p> <p>30 Unidades</p> <p>Tecnología Rapisorb® Absorción Superior</p> <p>Busca la talla adecuada para ti en nuestros pañales Content.</p> <table border="1"> <tr> <td>M</td> <td>Cintura 70-110 cm 30"-45"</td> <td>Peso 45-75 kg 100-165 lb.</td> </tr> <tr> <td>L</td> <td>Cintura 90-145 cm 35"-60"</td> <td>Peso 75-110 kg 155-240 lb.</td> </tr> </table>	M	Cintura 70-110 cm 30"-45"	Peso 45-75 kg 100-165 lb.	L	Cintura 90-145 cm 35"-60"	Peso 75-110 kg 155-240 lb.	<p>Rollo: laminaciones dúplex y triplex dependiendo del producto que se vaya a empaclar.</p> <p>Materiales: BOPP, PET, CAST, LDPE, FOIL</p> <p>Referencia: se manejan las 3 familias de polietileno con la son: de alta densidad, baja densidad y lineal de baja densidad.</p> <p>Dependiendo la solicitud del cliente</p>
M	Cintura 70-110 cm 30"-45"	Peso 45-75 kg 100-165 lb.					
L	Cintura 90-145 cm 35"-60"	Peso 75-110 kg 155-240 lb.					
 <p>Total Clean Technology</p> <p>Blanqueador Multiusos 1800c.c.</p> <p>Yes 18B</p> <p>Floral</p> <p>5 BENEFICIOS</p> <p>1 Limpia 2 Desinfecta 3 Desmancha 4 Desodoriza 5 Despercuide</p>	<p>Funda: laminaciones dúplex y triplex dependiendo del producto que se vaya a empaclar.</p> <p>Materiales: BOPP, PET, CAST, LDPE, FOIL</p> <p>Referencia: se manejan las 3 familias de polietileno con la son: de alta densidad, baja densidad y lineal de baja densidad.</p> <p>Dependiendo la solicitud del cliente.</p>						
 <p>NUEVA IMAGEN</p> <p>Aloe Vera y Manzanilla</p> <p>Nosotras</p> <p>Natural</p> <p>8 TOALLAS INVISIBLE®</p> <p>TELA TIPO ALGODÓN*</p> <p>ZONA ANTI DERRAMES</p> <p>Ajuste Seguro</p>	<p>Bolsa: Sistema wicketer para empaclado automática</p> <p>Materiales: BOPP, PET, CAST, LDPE, FOIL</p> <p>Referencia: se manejan las 3 familias de polietileno con la son: de alta densidad, baja densidad y lineal de baja densidad.</p> <p>Dependiendo la solicitud del cliente.</p>						



Laminado: laminaciones dúplex y triplex dependiendo del producto que se vaya a empaquetar.

Materiales: BOPP, PET, CAST, LDPE, FOIL

Referencia: se manejan las 3 familias de polietileno con la son: de alta densidad, baja densidad y lineal de baja densidad.

Dependiendo la solicitud del cliente.

Nota: Autoría propia.

La empresa distribuye sus productos a diferentes ciudades del país como son Bogotá, Medellín, Cali, Pereira, Bucaramanga, entre otros a nivel nacional y a nivel internacional, Ecuador, República Dominicana, Venezuela y Panamá. Algunos clientes de la organización son: Tabla 2.

#### Cientes

Medellín	Cali	Bogotá	Bucaramanga	Exportación
Tampico	Familia del Pacífico	Colombiana Kimberly	Mac Pollo	Ecuador Sancela P. F
Agrofrut	Papeles del Cauca	Nestlé purina	Arrocera	República Dominicana Producto Familia
Produsa	Tecno sur	Prinsa	López arinas	Panamá Pet
Productos Familia Medellín	Belleza Express	JGB		Venezuela Farsana
Productos Familia Rionegro	Avidesa Occidente	Koa Brilla Kill		Perú Kotex

Nota: Autoría propia.

A partir de enero del año 2019, la empresa empezó a presentar una serie de fallas y reprocesos en los equipos del área de extrusión, lo que hizo que se disminuyera la productividad, como se evidencia en la figura 3.

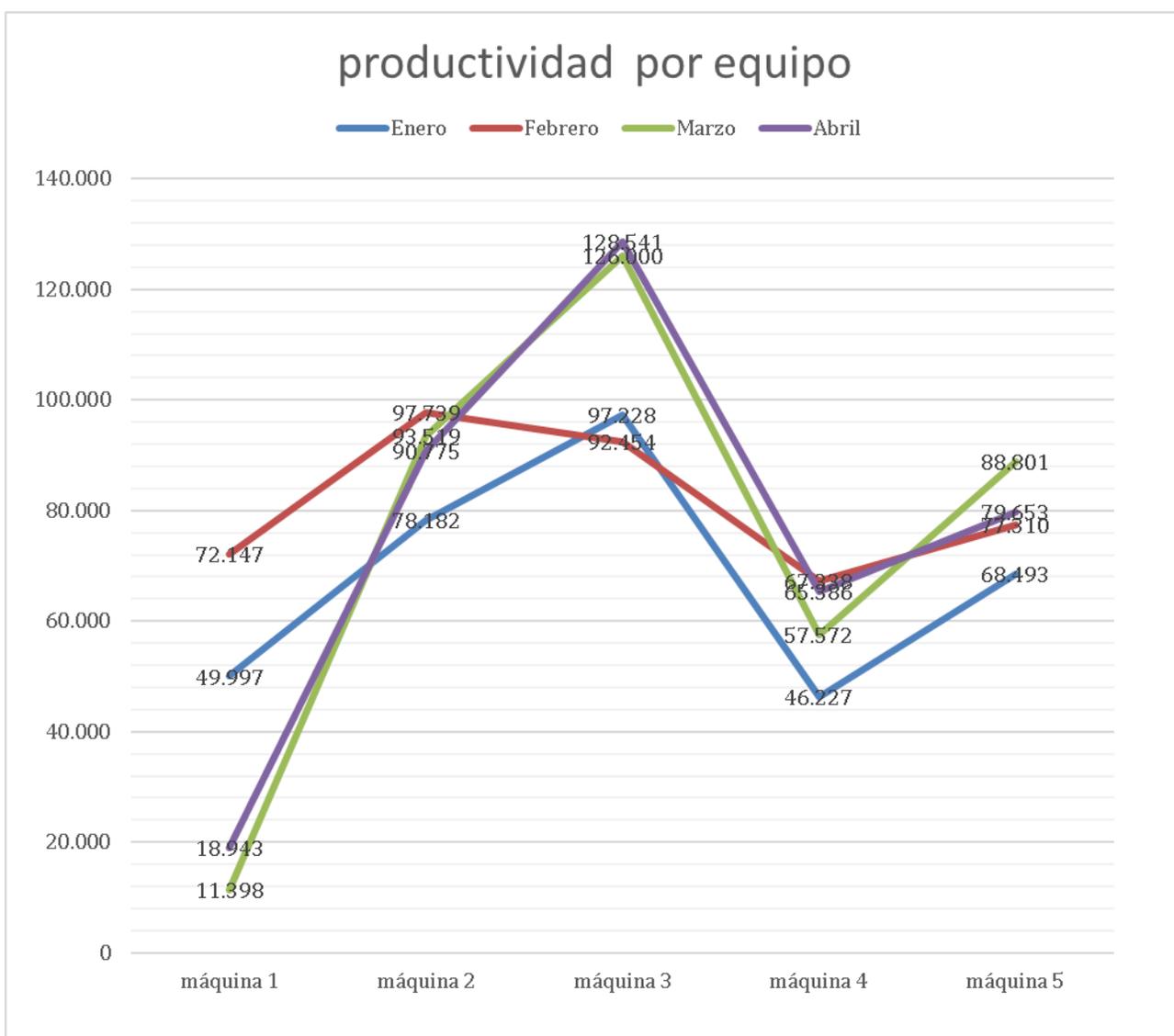
Tabla 3.

*Datos de producción primeros 4 meses del año 2019*

Mes	Producción por equipo en Kilos					total
	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3	Máquina 4	Máquina 5	
Enero	49.997	78.182	97.228	46.227	68.493	340.127
Febrero	72.147	97.739	92.454	67.338	77.310	406.988
Marzo	11.398	93.519	126.000	57.572	88.801	377.290
Abril	18.943	90.775	128.541	65.386	79.653	383.298

Nota: Autoría propia.

Se realiza grafica para verificación del decrecimiento:



**Figura 2.** Decrecimiento de productividad. Autoría propia

Se evidencia un breve decrecimiento en algunos meses debido a las fallas que se generan, como en el mes de marzo y abril especialmente en la maquina número 1. Por las fallas que presento en el cambio de las resistencias,

La disminución en la productividad de la organización, generó el incremento de los costos de producción, cómo se observa en la figura 4.

Tabla 4.

*Costos de desperdicios*

Mes	Costos de desperdicio		
	kilos	Costo promedio	Total
Enero	20,292	3,500	71,022,000
Febrero	23,268	3,500	81,438,000
Marzo	21,572	3,500	75,502,000
Abril	21,683	3,500	75,890,500

Nota: Autoría propia.



**Figura 3.** Grafica de incrementos. Autoría propia

En la gráfica se evidencia las pérdidas que genera el volumen de desperdicio sin dejar atrás que estos datos son un aproximado donde ya está incluido todo el costeo (mano de obra, insumos, mantenimiento).

Para determinar las causas que afectan la productividad, se desarrolló una entrevista con las personas encargadas del proceso productivo, para determinar las posibles causas que afectan la productividad.

Tabla 5.  
*Personal encargado del proceso productivo*

Personal Cargo	Proceso	Nombre Completo
Supervisor	Entregar las ordenes de producción a los operarios, verificar las máquinas que estén en buen estado y seguir la programación	Carlos Alberto Peña González
Operario	Verificación de las ordenes de producción dando seguimiento a toda la programación por parte del jefe	Cristian Gómez Osorio
Ayudante	Pre alistamiento de las materias primas, insumos de todas las máquinas.	Jeisson Córdoba Rodríguez

Nota: Autoría propia.

Se pudo determinar a través de fuente primaria que las máquinas mono extrusoras, impresoras y termo selladoras, por falta de mantenimiento preventivo y predictivo presentan fallas en las resistencias, las cuales ocasionan que toda la parte del cañón y los tornillos sufran averías, se evidencia que todos los empaques presentan deterioro y en condiciones de desgaste. (Ver figura 4)

Moldes	Molde 3 separado
	
Descripción del fallo: se muestra la pieza completa de todos los moldes de la maquina extrusora de la cual se saca el numero 3	Descripción del fallo: se desmonta al evidenciar que las resistencias que estan conectadas a ese molde presentan desgaste y fallas al momento de pasar energia

**Figura 4.** Falla de las resistencias en el molde 3. Autoría propia

El tiempo que tardo el área de mantenimiento en entregar la máquina nuevamente funcionando fue de tres (3) meses, con un costo aproximado de \$110 millones, adicionando repuestos y accesorios con un valor de \$14 millones por el importe de algunos repuestos. Adicionalmente se sabe que la máquina en óptimas condiciones fabrica semanalmente entre 90 y 100 toneladas las cuales van distribuidas para el área de impresión contando que pueden ser distribuidas entre fundas, bolsa, laminado y rollo

## 1.2 Descripción del problema

Con el fin de realizar una identificación del problema, se tomaron los primeros cuatro meses del año 2019, dónde se evidencia la producción mensual y el desperdicio representado en toneladas.

La recolección de datos se realiza sobre la producción de los 5 equipos del área de extrusión, con base a los 3 turnos.

Tabla 6.

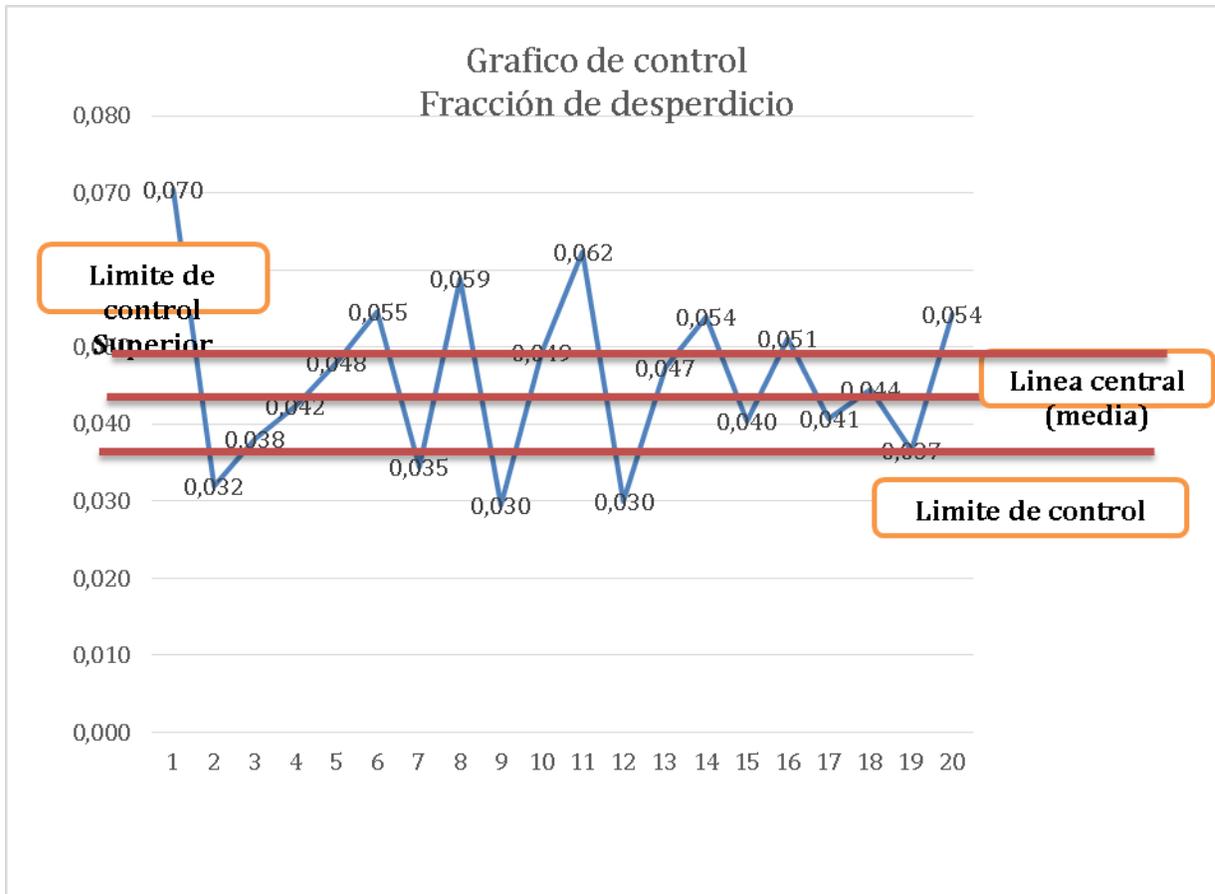
*Recolección de datos (Enero- Abril (2019)) para grafica de control*

# De máquina	Producción Mensual (Kl)	Desperdicio (Kl)	Fracción de desperdicio
1	49,997	3,521	0,070
2	78,182	2,499	0,032
3	97,228	3,702	0,038
4	46,227	1,955	0,042
5	68,493	3,283	0,048
1	72,147	3,940	0,055
2	97,739	3,372	0,035
3	92,454	5,438	0,059
4	67,338	1,988	0,030
5	77,31	3,806	0,049
1	11,398	0,710	0,062
2	93,519	2,797	0,030
3	126	5,964	0,047
4	57,572	3,106	0,054
5	88,801	3,589	0,040
1	18,943	0,967	0,051
2	90,775	3,698	0,041
3	128,541	5,713	0,044
4	65,386	2,389	0,037
5	79,653	4,326	0,054
<b>TOTAL</b>	<b>1507,703</b>	<b>66,763</b>	<b>0,918</b>

<b>Promedio</b>	<b>75,39</b>		
-----------------	--------------	--	--

Nota: Autoría propia.

Al establecer si el sistema se encuentra bajo parámetros de control estadístico de procesos, se ajustó a un nivel 3 sigma, representando un límite de control central de proceso del 4.4% de desperdicio con una variación de límite superior 4,7% y un límite inferior de control de 3,7%. Estando por fuera de la especificación el 45% de los datos, como se puede observar en la figura 5



**Figura 5.** Grafica de control. Autoría propia

Los desperdicios que se presentan obedecen a:

**Esperas y pérdidas de tiempo:** Esperas se producen en cambios de herramienta, preparado de máquina, ajustes, procesos no encadenados, etc.

**Procesado:** Exceso de procesado de productos o productos que necesitan ser reprocesados por malos ajustes. Son procesos que no le agregan valor al producto y si producen un costo

**Defectos:** Utilizar, generar o suministrar productos que no cumplen las especificaciones.

Se realiza el cálculo de la efectividad global de los equipos OEE, para determinar el índice de productividad que se tiene hasta el momento.

- TD: Tiempo disponible
- PP: Parada programada
- PM: Preparación de la máquina
- PNP: Parada no programada
- PO: Pérdida de operación
- PNC: Producto no conforme

En el primer mes de enero, se presenta un OEE del 85,36% representado por el indicador de calidad de los productos con el 100% sin presencia de defectuosos, con menor efecto es el indicador de disponibilidad que fué del 88.50%, aun así, el indicador OEE, considerando que  $85\% < \text{OEE} < 95\%$  es Buena. Entra en Valores World Class. Buena competitividad.

oee del mes de enero del 2019					
1	cuadre de pedido	pm	122,4		
2	paro eléctrico	pp	41,23		
3	paro mecánico	pp	65,12		
4	fallas en el proceso	po	58,21		
5	tiempo no programado	pn	61,57		
6	falta de materia prima	pn	1		
7	tiempo de rodaje	td	2,555,51		
8	rechazo	pnc	0		
		td	pp-pm-pnp	=	total
disponibilidad	255551	29132	226419	0,8860	88%
		td-pp-pm-pnp	po	=	total
eficiencia	284683	5821	278862	0,9796	97%
		pd-pp-pm-pnp-po	pnc	=	total
calidad	290504	0	290504	1	100%
			d	e	q
	oee	88%	97%	100%	85%

**Figura 6.** Eficiencia total del mes de enero. Autoría propia

Para el mes de febrero, el indicador OEE se mantuvo en el 85.3.7% de eficiencia, se mantiene el índice de disponibilidad y en esta ocasión se presentan defectuosos por lote con un total de 612 kg por fuera de las especificaciones de calidad.

oee del mes de febrero del 2019					
1	cuadre de pedido	pm	72,42		
2	paro eléctrico	pp	71,25		
3	paro mecánico	pp	96,32		
4	fallas en el proceso	po	40,89		
5	tiempo no programado	pn	153,48		
6	falta de materia prima	pn	0		
7	tiempo de rodaje	td	2,787,21		
8	rechazo	pnc	612,00		
		td	pp-pm-pn	=	total
disponibilidad	278721	32105	246616	0,8848	0,88
		td-pp-pm-pn	po	=	total
eficiencia	310826	4089	306737	0,9868	0,98
		td-pp-pm-pn-po	pnc	=	total
calidad	314915	612	314303	0,998057	99%
		d	e	q	total
oee	88%	98%	99%	85%	

**Figura 7.** Eficiencia total del mes de febrero. Autoría propia

Para el mes de marzo, se presenta una disminución considerable del OEE, llegando a un OEE del 62%. OEE < 65% Inaceptable. Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad. Esto obedeció a los fallos presentados por las resistencias de la maquina 1, deterioro del husillo de la extrusora, adicional también se generó un rechazo por calidad, llegando a una disponibilidad de fábrica del 70%, que ocasiona demoras en las entregas de los pedidos.

oee del mas de marzo del 2019					
1	cuadre de pedido	pm	63,17		
2	paro eléctrico	pp	121,21		
3	paro mecánico	pp	137,32		
4	fallas en el proceso	po	60,39		
5	tiempo no programado	pn	411,86		
6	falta de materia prima	pn	4,58		
7	tiempo de rodaje	td	2,251,17		
8	rechazo	pnc	180,00		
		td	pp-pm-pn	=	total
disponibilidad		225117	67497	157620	0,7002
					70%
		td-pp-pm-pn	po	=	total
eficiencia		292614	6039	286575	0,9794
					97%
		td-pp-pm-pn-po	pnc	=	total
calidad		298653	180	298473	0,999397294
					99%
		d	e	q	total
oee		70%	97%	99%	67%

**Figura 8.** Eficiencia total del mes de marzo. Autoría propia

En el mes de abril, aunque se logra un poco la recuperación del OEE, se observa que se mantiene una baja disponibilidad representada en el 70%, esto ocasionado por la demora en los repuestos de la maquina 1 que llegaron hasta el 10 de abril, lo cual afecto la productividad de la planta.

oee del mes de abril del 2019					
1	cuadre de pedido	pm		68,21	
2	paro eléctrico	pp		113,54	
3	paro mecánico	pp		124,35	
4	fallas en el proceso	po		46,24	
5	tiempo no programado	pnp		183,85	
6	falta de materia prima	pnp		3,66	
7	tiempo de rodaje	td		2,430,22	
8	rechazo	pnc		0	
		td	pp-pm-pnp	=	total
disponibilidad		243022	49361	193661	0,7969
					79%
		td-pp-pm-pnp	po	=	total
eficiencia		292383	4624	287759	0,9842
					98%
		td-pp-pm-pnp-po	pnc	=	total
calidad		297007	0	297007	1
					100%
		d	e	q	total
oee		79%	98%	100%	77%

**Figura 9.** Eficiencia total del mes de abril. Autoría propia

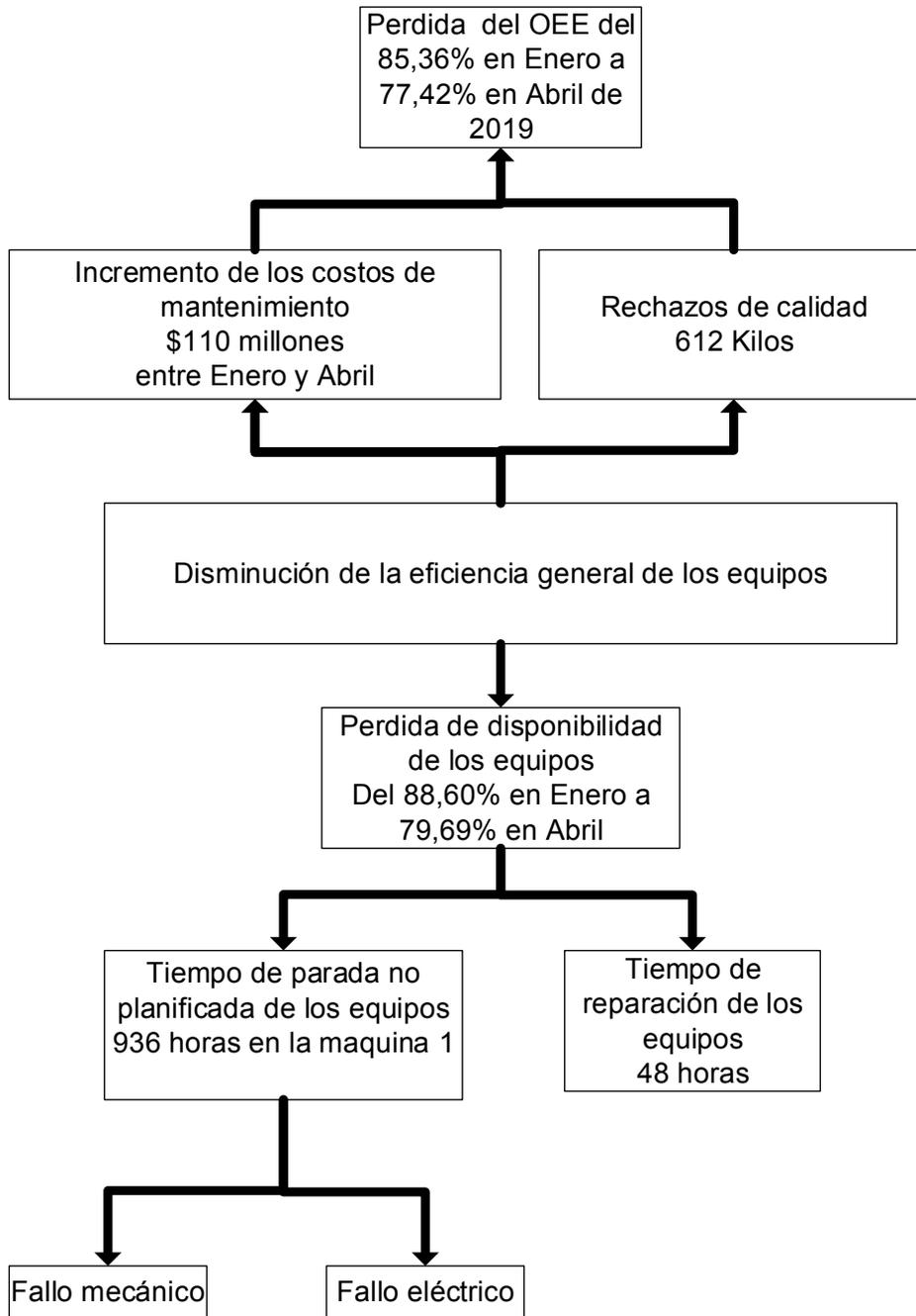
Es decir, en el primer cuatrimestre se observa un comportamiento del OEE del 79,55%, 75% < OEE < 85% Aceptable. Especificando que se debe continuar con la mejora para superar el 85% y avanzar hacia la World Class. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.

oee de los cuatro (4) meses del año 2019					
	td	pp-pm-pnp	=	total	total
disponibilidad	1002411	178095	824316	0,8223	82%
	td-pp-pm-pnp	po	=	total	total
eficiencia	1180506	20573	1159933	0,9826	98%
	td-pp-pm-pnp-po	pnc	=	total	total
calidad	1201079	792	1200287	0,999341	99%
	d	e	q	total	
oee	82%	98%	99%	79%	

**Figura 10.** Eficiencia total de los cuatro (4) meses del año 2019. Autoría propia

De acuerdo a lo anterior, se realiza la descripción del problema

En la empresa Gilpa Impresores S, A., se presenta disminución en la eficiencia general de los equipos, lo cual ha ocasionado incremento de los costos de mantenimiento que han ascendido a \$110 millones de pesos, y rechazos de calidad en los productos que ascendieron a 612 kilos, lo cual conllevó a una pérdida de la eficiencia global de los equipos del 85,36% a 77,42% de enero a abril de 2019. Las causas que originaron esta pérdida obedecen a la pérdida de disponibilidad que llegó al 79.69%, ocasionada por el tiempo de parada no planificada de los equipos que entre enero y abril fue de 936 horas por fallos mecánicos y eléctricos en la máquina No.1. y por el tiempo de reparación de los equipos que fue de 48 horas. Lo anterior se puede evidenciar en el árbol de problemas.



### **1.3 Formulación del problema**

¿Cómo incrementar la eficiencia general de los equipos, generando una óptima gestión del Mantenimiento Productivo Total (TPM) logrando reducir el desperdicio y aumentando la disponibilidad de los equipos en el área de extrusión dentro de la empresa Gilpa Impresores S.A.?

## **2. Justificación**

La empresa Gilpa Impresores, está interesada en desarrollar un programa de mantenimiento planificado y programado para las maquinas extrusores que son las que presentan mayor gravedad en cuanto a la disponibilidad, en primer lugar, porque al fallar un equipo de estas características, los repuestos se deben importar en su mayoría y esto ocasiona largos periodos de espera no planificada, que conducen a un bajo rendimiento en la operación, Por otra parte, el daño de alguna pieza de las extrusores puede conducir a pérdidas de producto y demoras con la entrega a los clientes.

Al contar con un programa de mantenimiento predictivo y preventivo, el área de producción y mantenimiento podrán realizar las correcciones antes que suceda el mantenimiento correctivo.

Investigaciones como las de Moreno y Calvillo (2018) sobre “El Mantenimiento Productivo Total “TPM” como factor para el aumento de la productividad y el nivel de aceptación del producto terminado” han demostrado que una buena implementación de un programa de Mantenimiento Productivo Total si beneficia significativamente el aumento de la productividad y el nivel de aceptación del producto terminado.

### **2.1 Alcance**

En este trabajo se pretende proponer como primera fase un modelo conceptual del TPM en el área de extrusión dando a conocer dos (2) pilares, los cuales son: mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado, para tener mayor oportunidad de mejora y así lograr que los trabajadores puedan ir adaptando un modelo de mejora continua por medio de la filosofía japonesa.

Como primera instancia se realizará el diagnóstico sobre el estado en que se encuentran los equipos (maquinas), con todo lo relacionado al mantenimiento que haya sido ejecutado en todo el proceso productivo y posterior a la propuesta mencionada anteriormente.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

- Desarrollar una propuesta para el mejoramiento de la productividad y la reducción de las fallas averías generadas por el proceso de extrusión, mediante la filosofía del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la empresa Gilpa Impresores S.A.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico del proceso de extrusión, para determinar las causas de improductividad y de desperdicio por medio de un diagrama de Pareto.
- Calcular el OOE (Eficiencia General de los Equipos).
- Realizar una lista de chequeo del TPM y aplicar los pilares de mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado para reducir las fallas, averías y aumentar la productividad.
- Realizar actividades de mantenimiento planificado y autónomo
- Establecer un programa de mantenimiento preventivo y predictivo dentro de la organización.
- Evaluar la relación costo-beneficio y determinar la viabilidad de las soluciones planteadas.

## **4. Marco de referencia**

### **4.1 Antecedentes de la investigación**

En un primer trabajo el cual corresponde a (hincapie, 2016) el cual realizo “la gerencia del mantenimiento una revisión” logra identificar problemas, de gran importancia para mejorar dentro de las organizaciones y tener mejores diseños, propuestas de implementación y dar un buen uso del sistema. Como forma de optimizar en los dueños de la organización los activos físicos buscando solución a los requerimientos de todo el proceso productivo y así lograr tener más competitividad en el mercado, algunas de las metodologías aplicadas son el uso de recopilación de datos, encuestas utilizando la estadística para el tratamiento de los resultados.

En un segundo estudio de (ambiente, 2018) se propone que se deben estandarizar y seguir al pie de la letra las prohibiciones de las bolsas de plástico o desperdicio, estas se pueden contrarrestar muy bien. Y otra es la causa del uso excesivo de los plásticos, sin dejar atrás que los gobiernos tendrían que mejorar sus prácticas en una mejor gestión de todos los residuos encontrados. De tal manera que se generen medidas o un modelo para investigaciones de materiales alternativos con el fin de concientizar a los clientes

### **4.2 Marco teórico**

#### **4.2.1 Pilares TPM.**

Son procesos muy importantes en los cuales debemos apoyarnos para llevar a cabo una mejora en un sistema de producción dentro de una organización estos pilares son 8, los cuales son:

- Mejoras enfocadas: en este pilar tiene como objetivo mejorar la calidad de los equipos en un sistema productivo, realizando un trabajo organizado centrados en la eliminación de pérdidas que se generen dentro de la planta, desarrollando ese proceso de mejora en mantenimiento. Estas técnicas ayudaran a reducir en gran cantidad las averías, fallas y reprocesos en todos los equipos. Para realizar este pilar con todo su procedimiento se debe seguir un paso del ciclo Deming (PHVA) (planificar, hacer, verificar, actuar).
- Mantenimiento autónomo: este pilar es uno de los más importantes ya que debemos tener la participación de todo el personal operativo basándose en el conocimiento y experiencia, con el fin de llegar a que el operador se pueda apropiar de su equipo, de tal manera que pueda identificar en que momentos puede presentar algún daño y así poder conservar y mantener en condiciones óptimas la vida de los equipos en funcionamiento

Para su aplicación el mantenimiento autónomo tiene como base primordial prevenir unas fallas que constan de:

- Una buena limpieza en todas las piezas de los equipos
- Eliminación de las fuentes de contaminación
- Diseñar unas normas de mantenimiento autónomo
- Normas de inspección general
- Normas auto inspección
- Estandarización de los procedimientos a seguir
- Control de los objetivos a realizar

➤ Mantenimiento programado: este pilar consiste en tener el equipo en un estado óptimo por medio de una serie de tareas sistemáticas, con el fin de evitar paradas innecesarias y así poder lograr una mayor disponibilidad mejorando la productividad y para lograrlo se establecen algunas medidas como lo son:

- Tener parámetros diarios
- Diseñar planes de acción para este mantenimiento programado
- Mejorar la vida útil de los equipos e instalaciones
- Tener un control de los repuestos y stock
- Ir perfeccionando el análisis, el diagnóstico y la prevención de averías
- Tener planes de lubricación en los tiempos adecuados

➤ Mantenimiento de calidad: el TPM tiene como finalidad mejorar la calidad de los productos con gran variedad, controlando las condiciones de los componentes y todos los equipos, el cual tendrán un impacto para la finalidad del producto. Para llevar a cabo este pilar se tienen en cuenta algunas medidas.

- Realizar acciones enfocados al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad en el producto
- Certificando que la maquinaria cumple con las condiciones de “cero defectos” y que se encuentra dentro de los estándares técnicos
- Identificar los elementos que más salen con defectos y comenzar a realizar un control en los equipos sobre ese producto para mejorarlo

➤ Prevención del mantenimiento: este pilar se enfoca a la mejora que se realiza durante la fase de diseño y preparación de los equipos, con el fin de que la organización pueda tener

información de los compuestos de la máquina, para identificar posibles mejoras y así lograr reducir a futuro posibles fallas o averías en el equipo. Estas técnicas se basan en la teoría de la fiabilidad.

➤ Mantenimiento áreas de soporte: el objetivo de este pilar es que las mejoras que se realicen en la parte operativa lleguen a toda el área administrativa con el fin de apropiarse de nuevos cambios y poder adaptarlos, con esto se logra un equilibrio en las actividades primarias de la cadena de valor y las actividades de soporte. Las siglas de TPM tienen estos significados:

T = total participación de sus miembros

P = productividad (volúmenes de ventas y ordenes por persona)

M = mantenimiento de clientes actuales y búsqueda de nuevos

➤ Polivalencia y desarrollo de actividades: en este pilar se abarca la forma de interpretar y poder actuar de acuerdo a las condiciones que están ya establecidas para generar un buen funcionamiento en todos los procesos, con la experiencia que se adquiere a través del tiempo el personal debe tener habilidades en las siguientes actividades

- Identificación de problemas en el equipo
- Funcionamiento de los equipos
- Capacidad de análisis para poder solucionar problemas en todo el funcionamiento
- Capacidad para cooperar y ayudar a los compañeros a adquirir estas técnicas

➤ Mantenimiento seguridad y entorno: se busca generar “cero accidentes” y “cero contaminaciones” con el fin de crear ambientes seguros. La contaminación puede ser un factor el cual genera que el equipo presente un mal funcionamiento y a su vez pueda ocasionar varios accidentes dentro del área de trabajo. Algunas acciones para llevar a cabo este pilar son:

- Buenas instalaciones dentro de la parte operativa
- Mejorar el ambiente laboral en cuando a (ruido, vibraciones, etc.)
- Salud de los trabajadores
- Promover acciones de limpieza e higiene



**Figura 11.** Pilares del tpm. (bsginstitute, 2020)

#### 4.2.2 Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El TPM mantenimiento productivo total por sus siglas en inglés (**total productive maintenance**) fue una técnica desarrollada en Japón por (Seichi Nakajima), surge por la necesidad de mejorar la efectividad del mantenimiento, Esta técnica consiste en una estrategia para aumentar la productividad dentro de la organización. La estrategia corresponde a realizar todo un trabajo en equipo y llegando a un acuerdo en común, y a una mejora constante. Ya que hoy en día en muchas organizaciones el trabajo se evidencia, porque cada operario hace lo que desea, con esto lo que se pretende mirar es la capacidad de gestión para resolver una crisis. (implementacion, 2009) (ARIAS, 2016)

Hoy en día se conoce como una herramienta para mejorar la productividad, la capacidad y el trabajo en equipo en una organización de manufactura, el TPM puede ser distinto en cuanto a una empresa de Latinoamérica a comparación a una Colombiana, ya que posee una cultura japonesa basada en la disciplina, que busca incentivar a los directivos a llegar al éxito proporcionando todo un trabajo en equipo y dejar atrás todo el individualismo, si todas las plantas manejaran este proceso todo sería mejor ya que tendríamos una capacidad de producción muy elevada. (implementacion, 2009) (ARIAS, 2016)

Según algunos estudios aproximadamente el 67% de las averías de los equipos pueden producirse por algunas circunstancias como: instalaciones de equipos y ponerlos en servicio, con unas buenas prácticas del TPM logramos reducir al mínimo estos problemas. (implementacion, 2009) (ARIAS, 2016)

Todo ello conlleva a la aparición de nuevos sistemas productivos y que han culminado en la incorporación de la gestión de equipos y producción orientados a la eficiencia máxima, por medio del TPM, con esto el primer paso que se dio fue con la aparición de un sistema flexible Just in time (JIT). Algunas empresas que han implementado TPM con éxito son: MAZDA, SUBARU, YAMAHA, TOYOTA, FORD, SONY, PANASONIC, NISSAN, entre otras. Ya que todas ellas reportan un aumento de productividad gracias a esta disciplina. (implementacion, 2009) (ARIAS, 2016)

Esta metodología se basa en sus conceptos de un mantenimiento preventivo el cual busca realizar una serie de tareas y tener un cronograma para la revisión de las máquinas, en donde se desarrollarán estas actividades, los ajustes de los repuestos, las actividades de limpieza, los lubricantes, para lograr que a futuro no se vayan a generar fallas o averías, para tener más duración de los equipos y herramientas y a su vez identificar los repuestos que necesitan ser reemplazados o el tiempo de vida útil de acuerdo a la utilización que se dé, esto también ayuda a la organización a tener una disponibilidad de los recursos. Con esto podemos promover una cultura de cero fallas y cero accidentes dentro de la organización con los trabajadores. (ARIAS, 2016) (martinez, 2015).

El sistema TPM está orientado fundamental mente a:

- Cero Fallas
- Cero Accidentes
- Cero Perdidas
- Cero Averías

#### **4.2.3 Con el TPM se puede llegar a tener.**

1) Terminar con los problemas en los equipos y a su vez cambiar a los trabajadores saliendo de una zona de confort para adaptarse a nuevos cambios.

2) Modificar los modelos del hombre, tras generar un orden en el área de trabajo esto genera con pequeñas mejoras, para una segunda fase mejora la calidad, y frecuencia de actividades

3) Finalizar con los inconvenientes que no se han podido solucionar ya que nadie se ponía en la tarea de analizarlos y minimizar su impacto al proceso.

- Averías de corta duración
- Fallas
- Reprocesos
- Producto defectuoso
- Cambio de piezas, Etc.

4) Aumentar la productividad

Mejorando el rendimiento a nivel operacional (más disponibilidad más producción) y a su vez reduciendo los costes

5) Buen nombre de la organización

Aplicando esta filosofía, adaptando a los trabajadores a una mejora continua con un trabajo diario.

#### **4.2.4 Cómo mejorar las condiciones del TPM en la industria.**

Identificar a las personas idóneas para estas actividades del TPM y así llevar a cabo el proyecto, trabajar en equipo es la base fundamental para manejar toda la estructura y no dejar que solo una persona decida ya que en ocasiones esto genera reproceso o disgustos en la ejecución de la actividad a realizar.

#### **4.2.5 Definición y objetivos del TPM.**

La finalidad del TPM es lograr reducir al máximo las fallas, averías, defectos para llegar a mejorar la calidad de todo el proceso productivo logrando reducir costes y stock. El TPM tiene como base principal cuidar y tener un seguimiento constante de los equipos para mayor durabilidad y así mantener una mejora continua.

Se busca tener estándares para tener una mejora continua en todos los comportamientos técnicos de un proceso productivo, teniendo participación de todo el equipo de trabajo como se menciona anteriormente. (SACRISTAN F. R., 2001)

### **4.3 Tipos de mantenimiento**

#### **4.3.1 Mantenimiento preventivo.**

Es una actividad que se realiza para generar un programa de acción el cual se puede llevar a cabo habitualmente sobre los activos fijos de la organización y maquinaria con el fin de

evidenciar las condiciones en las que se encuentran. Y así ver que está originando los paros en la producción o desgaste de todos los objetos, (alvarez, 2004)

El fin de este mantenimiento preventivo es llevar a cabo una buena disponibilidad de la máquina en la empresa Gilpa Impresores tanto como eficiencia del producto. Como base de un mantenimiento planeado, llevando como referencia unas inspecciones planificadas y programadas de los posibles fallos que se puedan presentar a futuro. Algunos beneficios de llevar un buen mantenimiento son: (alvarez, 2004)

- Una mejor vida útil para la máquina, ya que si lo realizamos vamos a tener unos datos específicos de cuanto me puede durar la máquina y así mismo cada cuanto los operarios o ayudantes del área de mantenimiento tienen que hacer sus procesos. (alvarez, 2004)

- Se podría llegar a reducir los costos ya que se ha evidenciado que cuando los trabajadores del área de mantenimiento van a verificar las máquinas es cuando un operario de ese proceso (extrusión) lo está solicitando y al momento de comprobar la herramienta o el repuesto ya no sirve no tiene más vida útil y esto genera para el área de compras gastos que en ocasiones no se tienen pronosticados. (alvarez, 2004)

- Seguridad ya que se va a tener una información constante, de las condiciones en que se encuentran las máquinas en todo su proceso de funcionamiento para la producción. (alvarez, 2004)

También se puede reducir la carga para el trabajador ya que se están reduciendo las emergencias (alvarez, 2004)

#### **4.3.2 Mantenimiento predictivo.**

En este procedimiento podemos evidenciar que se puede originar por los ruidos, vibraciones, temperatura, velocidad etc. en el área en que se está trabajando u operando las máquinas. Con esto logramos anticiparnos a esas posibles fallas o averías que pueden presentarse como se indica anteriormente, en la mayoría de los escenarios estas mediciones se pueden realizar sin interrumpir el proceso productivo de las máquinas y de los trabajadores. Generando unas mejores condiciones de los procesos ya que es algo que hoy en día las industrias están aplicando para generar más competitividad. Sin olvidar que se está evaluando la confiabilidad de la máquina y en que condición se encuentra. (gomez, 2017).

### **4.3.3 Mantenimiento modificativo.**

Como lo dice Leandro torres en el libro Gestión integral de activos físicos y mantenimiento este tipo de mantenimiento aparece en tres (3) etapas del ciclo de vida de los equipos,

- el primero es cuando se pone en funcionamiento por primera vez. Ya que como toda máquina necesitan ser adaptadas a las necesidades de la organización, ya sea por optimizar costos o por las necesidades del producto que se vaya a fabricar con eso se podrá evitar que si presenta problemas de mantenimiento sean difíciles de solucionar.
- En el segundo es cuando se lleva a cabo algunas acciones para mejorar algunas características del equipo, con el fin de lograr una confiabilidad en la seguridad para los operarios de cada máquina
- El tercero (3) se utiliza cuando el equipo ya está en su etapa final (vejez) en este caso se trata de modificarla para asegurar que su utilización sea un poco más del estimado (vida útil), es ahí cuando se introducen las mejoras para la producción como para el mantenimiento.

### **4.3.4 Mantenimiento proactivo.**

Este mantenimiento se pone en marcha cuando encontramos una falla oculta. ¿Qué es una falla oculta? es una falla funcional que no es fácil de observar a primera vista por sí misma en el equipo, esta se pone en marcha cuando se debe realizar alguna función de seguridad que por lo cual trae un fallo múltiple estas fallas requieren de otras para que puedan ser evidentes, estos son algunos ejemplos de fallas ocultas:

- Interruptores de presión
- Válvulas de sobrepresión
- Generación de emergencia
- Fusibles
- Detectores de gas
- Detectores de humo y fuego
- Luz de freno

## **4.4 Calidad aplicada al mantenimiento**

Hoy en día la calidad abarca en toda la organización ya que no se limita a una sola característica del producto o servicio, esta incorpora a los recursos humanos y a todos los

procesos en cuando a los métodos de mantenimiento con el fin de evitar de que un producto salga defectuoso (TORRES, 2015).

#### 4.4.1 Qué es y qué no es calidad.

Tabla 7.

*Identificación de calidad*

Qué es	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una filosofía de trabajo</li> <li>• Sistemas basados en procesos de mejora continua</li> <li>• Creatividad e innovación</li> <li>• Apoyado en herramientas y estadísticas</li> <li>• Identificación y análisis de problemas</li> </ul>
Qué no es	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un programa o nueva forma de administrar</li> <li>• Forma de encontrar problemas y resolverlos</li> <li>• Una estadística</li> </ul>

Nota: Autoría propia.

#### 4.5 Evolución del mantenimiento

Durante la revolución industrial se comienzan a realizar algunas reparaciones y modificaciones en las plantas con el fin de mejorar competitividad, también se comienza a tener en cuenta los fallos que presentan los equipos y los paros en la productividad,

A continuación, se muestra una evolución del mantenimiento:

Tabla 8.  
*Evolución del mantenimiento industrial*

EPOCA	TIPO DE MANTENIMIENTO APLICADO	PAISES DE APLICACIÓN
ANTES - SIGLO XIX	Mantenimiento de conservación correctiva: solo se arreglaban las máquinas cuando presentaban paros o fallas.	PAISES INDUSTRIALIZADOS DE LA EPOCA
1916 - 1950	Mantenimiento preventivo, detección y tratamiento de anomalías antes de que causen defectos o pérdidas.	ESTADOS UNIDOS DE AMERICA
AÑOS 50'S y 60's	Se complementa al mantenimiento preventivo con el mantenimiento productivo, se le da más importancia a la fiabilidad para la entrega de servicio al cliente.	JAPON
AÑOS 70'S y 80's	Mantenimiento Productivo Total TPM, basado en el respeto y participación de todo el personal de las compañías.	JAPON Y ALGUNOS PAISES OCCIDENTALES
AÑOS 90'S Y PRINCIPIO DE SIGLO XXI	Se presenta un mantenimiento más participativo y enfocado a la eliminación de desperdicios y pérdida en cualquier área de las compañías a partir de la aplicación del TPM.	GLOBALIZACIÓN, EN TODO EL MUNDO

Nota: (Arias, 2009).

#### 4.6. Marco conceptual

**Extrusión:** Es un proceso industrial, donde se utilizan los polímeros para una acción de moldeado del plástico, por medio de un flujo continuo de presión y empuje con el fin de darle una imagen ideal.

El polímero es fundido y es obligado a pasar por medio de una presión que se realiza en el tornillo el cual va girando a velocidades acordes con el material que se está realizando, algunas medidas de referencias es el diámetro del tornillo (husillos) el más pequeño tiende a ser de 19mm mientras que el grande tiende a 300mm, y se valoran en el mercado por medio del material que se puede llegar a plastificar ya sea por minutos o por horas. (martinez, 2015) (lokensgard, 2003).

**Mezcla:** Combinación de plásticos básicos, plastificantes, colorantes, cargas y otros ingredientes. Lo cual dosifica y funde el material de una forma uniforme.

**Tolva:** Es donde se almacena el material que va ser plastificado. el operario debe estar alimentado constantemente la tolva para que el sistema se mantenga en trabajo y no vaya a ser interrumpido.

**Gravímetro:** es donde se introducen los porcentajes de pigmentación dependiendo a la orden que se esté rodando con el fin de que el material no vaya a salir en malas condiciones.

**Pigmentación:** Su principal característica es proporcionar color a las resinas termoplásticas, dependiendo a la línea de producción que se desea realizar ya que pueden variar en distintos colores.

**Boquilla:** Componente del cabezal encargado de la formación final de producto extruido se debe verificar que el polímero fluya acorde con la velocidad y el volumen uniforme.

**Burbuja:** es por donde se forma el plástico de la película que comienza a pasar por los rodillos para ser aplanada

**Cabezal:** Sirve para cambiar la posición del plástico cuando se sale de la máquina extrusora, el plástico (la película). lleva una forma horizontal y al momento de llegar al cabezal cambia de forma formándola de manera vertical.

**Embobinadores:** Es el contacto que tiene el producto en proceso cuando se está en rollando es llamado rodillo de la película el cual va girando por la transmisión de otro rodillo sobre el cual se recarga. Esto también puede ir procesado a otras máquinas como las impresoras, cortadoras, selladoras y refileteadoras.

#### 4.7. Marco legal

A continuación algunas normas enfocadas a los sistemas de gestión seguridad y salud en el trabajo

Tabla 9.

*Leyes de sistemas de riesgos y control*

Ley	Nombre	Definición
Ley No. 1562 11 Julio 2012	modificación riesgos laborales	Por la cual se modifica el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional; en la cual se tienen en cuenta los temas concernientes al sistema general de riesgos laborales, donde se encuentran las entidades públicas y privadas, normas y procedimientos los cuales tan destinados a prevenir, proteger ya tender a los trabajadores, salud ocupacional entendida como aquella disciplina que se encarga de prevenir lesiones y enfermedades causadas por las condiciones de trabajo, programa de salud ocupacional más conocido como sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo SG-SST.
Artículo 78	Constitución política de Colombia.	“La ley regulará el control de calidad de bienes y servicios ofrecidos y prestados a la comunidad, así como la información que debe suministrarse al público en su comercialización. Serán responsables, de acuerdo con la ley, quienes en la producción y en la comercialización de bienes y servicios, atenten contra la salud, la seguridad y el adecuado aprovisionamiento a consumidores y usuarios. El Estado garantizará la participación de las organizaciones de consumidores y usuarios en el estudio de las disposiciones que les conciernen. Para gozar de este derecho las organizaciones deben ser representativas y observar procedimientos democráticos internos”

*Nota:* tabla construida de varios aportes

#### **4.8. Marco contextual**

La empresa Gilpa impresores S.A es una organización de empaques flexibles, fundada en 1962. Actualmente sigue siendo familiar en cuando a los todos los directivos, esta organización se ha caracterizado por su calidad en todas sus líneas de producción, generando así una buena ubicación en todo el campo de empaques flexibles y plástico. Cuenta con una gran variedad en sus productos para todos sus clientes en toda la industria,

Como se indicó anteriormente se presentaron algunos incidentes en esta periodo el cual fue de que la maquina extrusora presento algunas fallas y averías por no tener un adecuado plan de acción ya que en un comienzo presento un desgaste en las resistencias la cual no podía generar gran potencia para completar el proceso productivo, entonces cuando se llamó al trabajador de mantenimiento y el procedió a realizar el desarme se percató que tiene que cambiar las resistencias y adicional se nota un deterioro en el husillo (tonillo de extrusora) esto género que el producto comenzara a salir con puntos, grumos y el calibre no se ajustaba al que, solicito el cliente. Es ahí donde nos percatamos de la necesidad de realizar una estructura basada en la filosofía del TPM con el fin de llegar a prevenir un reproceso que a largo plazo generara inconformidades.

La compañía GILPA IMPRESORES S.A. actualmente maneja siete (7) líneas de proceso las cuales son: extrusión, impresión, laminado, refile, sellado, pre-corte y despachos. Donde cada una va dependiendo de la otra y es ahí donde sí se presentan fallas en la primera línea que es la extrusora no se podrán cumplir con los tiempos estipulados, adicional Maneja cuatro (4) líneas de producción como lo son: rollos, fundas, bolsas y laminado. En estas líneas de producción manejan diferentes tipos de productos como color, blanco, transparente y laminado. También cuentan con una bodega en zona franca, y otra sucursal en Cali-caloto.

## 5. Marco metodológico

### 5.1. Tipo de investigación

Esta investigación tiene un alcance de tipo cuantitativo y cualitativo, ya que se pretende medir y evaluar el problema abordado con datos concretos, según (Hernández, Fernández & Baptista (2016). El enfoque cuantitativo es un conjunto de procesos, en donde se recolectan los datos y se fundamentan en la medición (se miden las variables o conceptos). Esta recolección se lleva a cabo al utilizar un procedimiento estandarizado, con el fin de implementar y tener un resultado óptimo al momento de verificar los datos de la investigación realizada. (Hernandez, 2016)

### 5.2. Variables del problema

#### 5.2.1 Variables dependientes.

- Se realiza el cálculo del oee de los cuatro primeros meses del año 2019 (enero, febrero, marzo y abril. Donde se verifica en que periodos se han presentado fallas, averías y disponibilidad en los equipos para generar el proceso de extrusión

#### 5.2.2 Variables independientes.

- Tiempo no programado (encendido y arranque de máquina): cuando se encuentran paradas por fallas o averías y al momento de encenderlas nuevamente generan desperdicio
- Corte de energía: es algo que se puede prevenir solamente si la empresa hace una inversión en la compra de una planta eléctrica o contrata los servicios de un proveedor especializado en atender este tipo de cortes.

### 5.3. Hipótesis de la investigación

Mediante un mantenimiento programado se podrá mejorar los niveles de eficiencia del OEE

### 5.4. Tamaño poblacional y muestra

A continuación, se presenta el tamaño poblacional objeto de estudio de la presente investigación.

Formula:

$$n = \frac{n \times n_1}{n}$$

Tabla 10.  
*Muestreo poblacional*

Cargos	N=Población	N=Tamaño muestral
Gerente General	1	0.107
Gerente de planta	1	0.107
Jefe de área	6	0.642
Supervisor	12	1.285
operario	18	1.928
ayudante	18	1.928
Total	56	6

*Nota:* Gilpa impresores S.A.

## 6. Resultados de la investigación

### 6.1 Diagnostico TPM

En primera instancia, se desarrolla una auditoria inicial, para conocer el estado actual del mantenimiento en la empresa Gilpa Impresores, para llevar a cabo esta actividad, se reunió al jefe de producción (Gerardo Rozo) y a los operarios (Juan Pérez, Carlos Rodríguez, Felipe Santos, Camilo Pineda y Andrés Ramírez), a los cuales se les realiza las preguntas estipuladas en el check list de auditoria del TPM (Ver anexo A). La reunión se realizó el día 20 de marzo de 2019 a las 10:00 horas (Ver Figura 12)

Evidencia	Reunión Check List auditoria TPM
	<p>Al reunirse con el jefe de área y los operarios se les realizan algunas preguntas tales como: Estado de la máquina, cuantas fallas o averías se presentan, condiciones en las cuales trabaja el operario y elementos de seguridad.</p>

**Figura 12.** Reunión Check List. Gilpa impresores S.A.

Los resultados obtenidos de la auditoria, establecieron que en cuanto a los resultados de mantenimiento la empresa se encuentra en el 54% (ver tabla), esto obedece a:

1. Estado de la maquinaria en el 70%
2. Procedimientos de mantenimiento (gestión de maquinaria) se encuentra en un 60%
3. Mantenimiento preventivo su estado es del 40%
4. Estandarización de procesos es del 40%
5. Entorno de trabajo su estado es de 55% y en formación el 70%
6. Gestión del operario para el mantenimiento del 54%

Tabla 11.  
Resultados de la lista de chequeo

resultados	objetivos	puntos		preguntas	total
	resultados	5	12.5%	8	50%
	estado de la máquina	5	12.5%	10	70%
	gestión de la máquina	5	12.5%	10	60%
	mantenimiento preventivo	5	12.5%	10	40%
	estandarización	5	12.5%	5	40%
	entorno	5	12.5%	5	55%
	formación	5	12.5%	4	70%
	operador	5	12.5%	8	45%
	<b>total</b>		100%	60	54%

*Nota:* Autoría propia.

Se realiza la lista de chequeo del TPM dándoles una escala de 1 a 5, donde 1 y 2 no alcanzan a cumplir con los requisitos mínimos y 3, 4 y 5 cumplen. Promediando los resultados alcanzan porcentaje de 54% y dimensionando el grosor del tema para proponer el estado se mejora se seleccionan dos pilares como:

- Mantenimiento autónomo
- Mantenimiento planificado

Sin dejar atrás que la organización ya cuenta con la estructura de las 5'S

Como se había identificado en el problema central, la operación que tiene un efecto mayor sobre las fallas del proceso se encuentra en la maquina extrusora, que es el equipo que ha presentado la mayor criticidad, se realiza un diagrama de Pareto, para representar el 80/20 del problema:

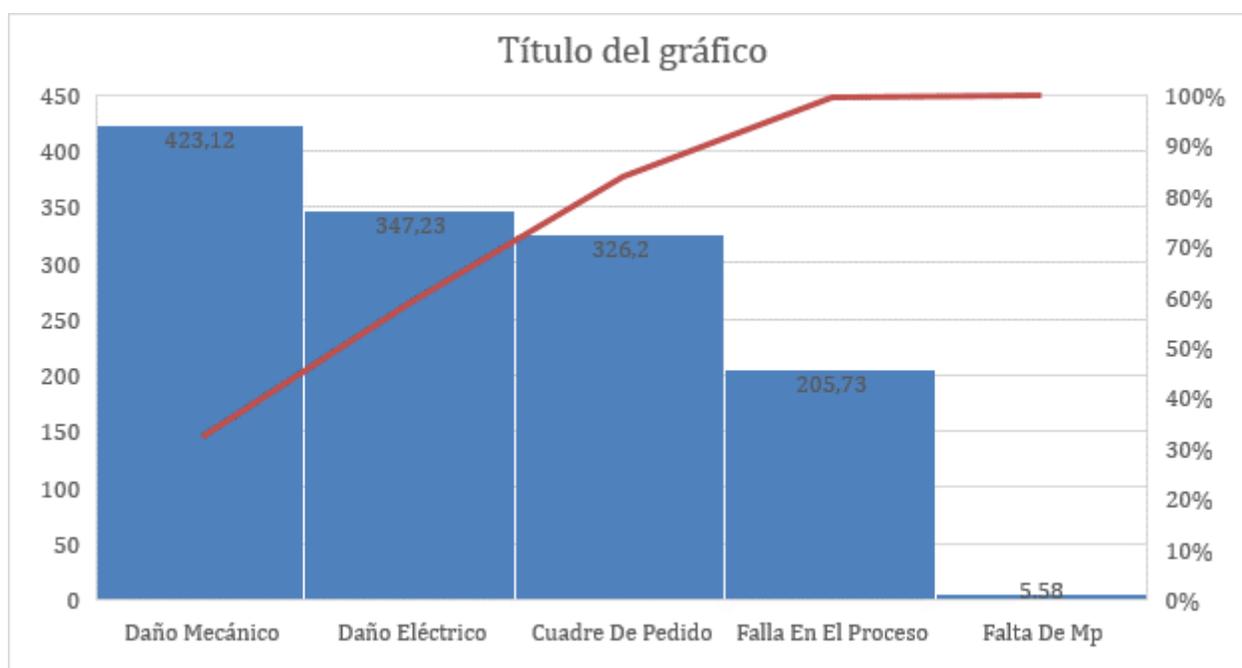
Tabla 12.

*Causas de paros de la maquina en los primeros 4 meses del 2019*

Causas	Tiempo de reparación en horas	%	% Relativo
Encontradas	Meses	Relativo	Acumulado
Daño Mecánico	423,12	32,35%	32,35%
Daño Eléctrico	347,23	26,55%	58,90%
Alistamiento de Pedido	326,2	24,94%	83,84%
Falla En El Proceso	205,73	15,73%	99,57%
Falta De Mp	5,58	0,43%	100,00%

Nota: Autoría propia.

Como resultado del analisis de Pareto, se identifica que el 80% de los fallos son generados por daños mecanicos y daño eléctrico.



- Diagrama de Pareto horas de reparación meses Enero a Abril de 2019

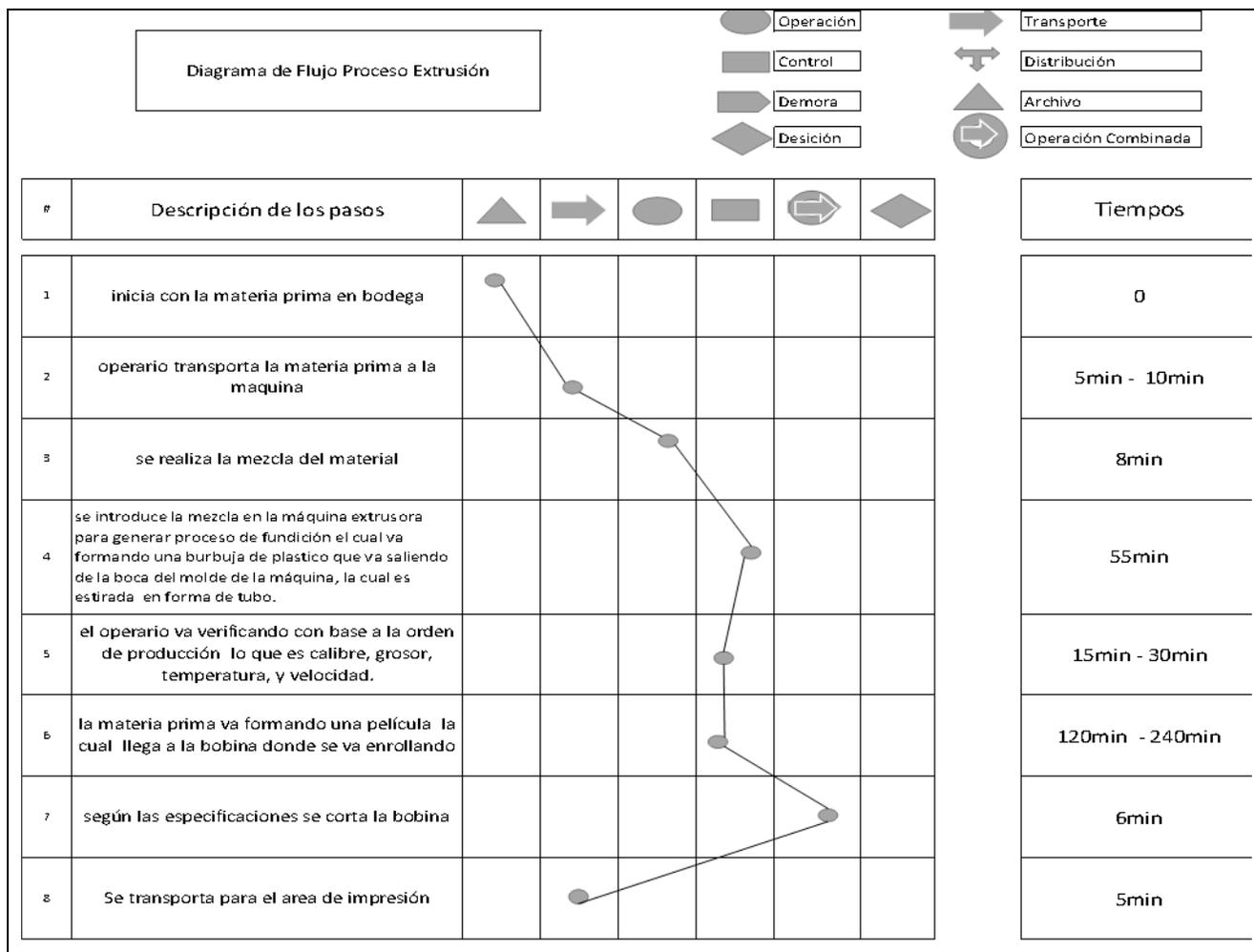
**Figura 13.** Diagrama de Pareto. Autoría propia

Como se describió anteriormente en la descripción del problema, las causas que originaron esta pérdida obedecen a la pérdida de disponibilidad que llegó al OEE del 79.69%, ocasionada por el tiempo de parada no planificada de los equipos que entre enero y abril fue de 936 horas por

fallos mecánicos y eléctricos en la maquina No.1 (Extrusora). y por el tiempo de reparación de los equipos que fue de 48 horas

## **6.2. Identificación del proceso de extrusión**

El proceso de extrusión consiste en generar una unificación del material plástico el cual se funde para la producción de bolsas, rollas, laminados y fundas. A continuación, se describe el proceso de extrusión. Inicia con la llegada de la materia prima en bodega, luego el operario se encarga de traerla hasta la máquina, se realiza la mezcla del material con base a la orden generada, luego se introduce la mezcla en la máquina extrusora para comenzar el proceso de fundición del polietileno, el cual va formando una burbuja de plástico que va saliendo de la boca del molde de la máquina, y va siendo estirada en forma de tubo, el operario va verificando con base a la orden de producción lo que es calibre, grosor, temperatura, y velocidad, la materia prima va formando una película la cual llega a la bobina donde se va enrollando, luego según las especificaciones de la orden de producción se corta la bobina y para finalizar se envía al área de impresión.



**Figura 14.** Flujo grama proceso extrusión. Autoría propia

El sistema para desarrollar su operación cuenta con los siguientes tiempos de operaciones, los cuales se describen mediante el siguiente diagrama de operaciones

Del anterior diagrama se analiza que el proceso tiene establecido

Tiempo de operación = se obtienen 8 minutos en promedio

Tiempo de espera = en este proceso no se tienen tiempos muertos

Tiempo de inspección= se obtienen 235 minutos en promedio

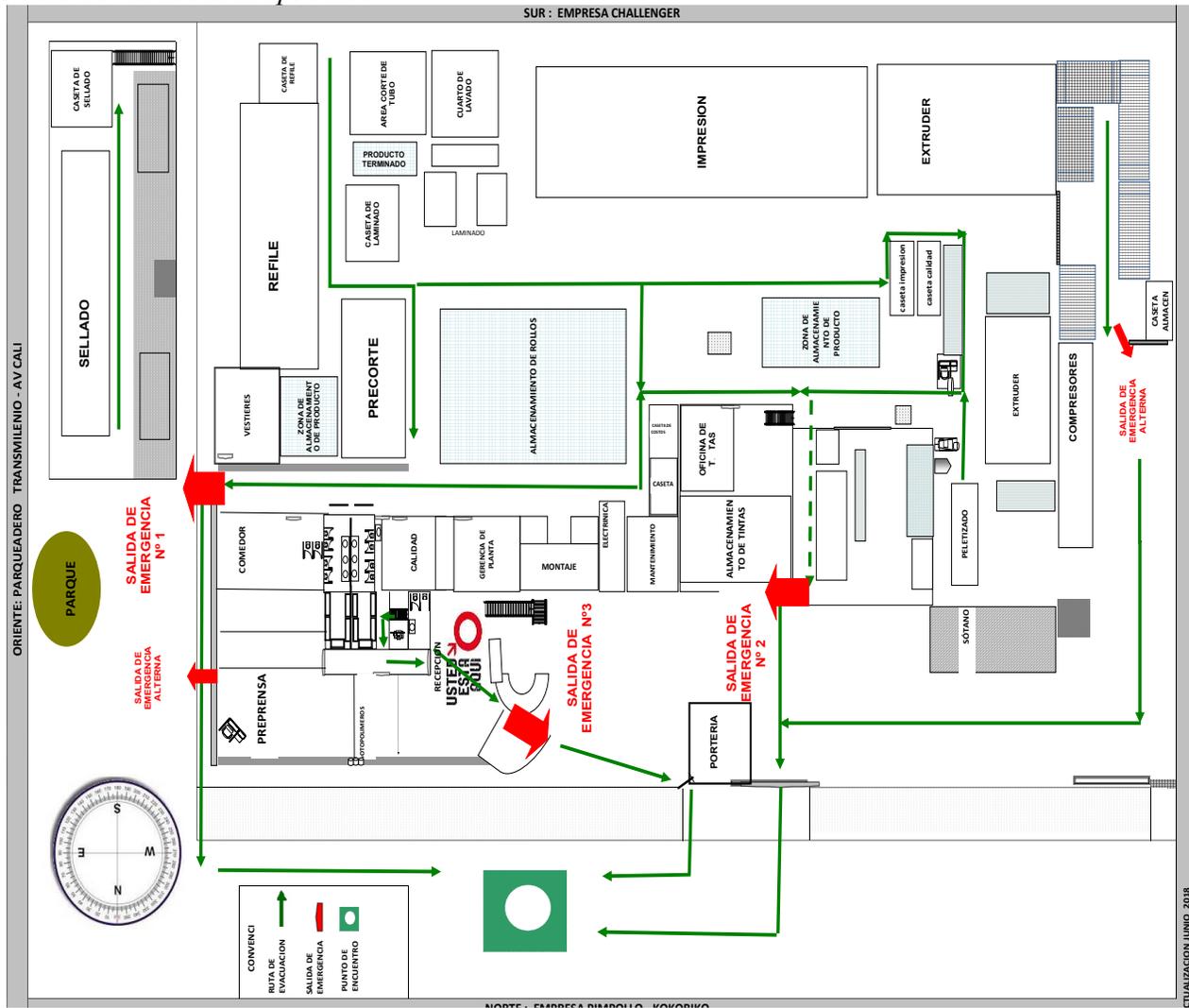
Tiempo de transporte= se obtienen 13 minutos en promedio

Tiempo de operación combinada= es de 6 minutos aproximados

El tack time del proceso es de 262 en promedio que se demora el operario realizando el proceso de fundición del plástico en el área de extrusión.



Tabla 14  
Plano de las áreas del proceso



Nota: Gilpa Impresores S.A.

En este plano se evidencian todas las áreas de la planta con sus respectivas indicaciones y ubicación

## 6.4 Identificación de la maquinaria y equipo utilizado en el proceso de extrusión

Ficha técnica de la extrusora mono husillo serie EA

Tabla 15.

*Ficha técnica de la extrusora*

<b>Gilpa</b> Impresores S.A.	Ficha Técnica de las piezas del equipo (extrusora) referencia EA20	
Transmisión	ls	
Momento de torsor	200	
Carga dinamica del cojinete de empuje	16	
Potencia	2,2	
Rpm husillo	155	
Plastificación		
Diametro husillo	mm 20	
Longitud husillo	l/D 28	
Zonas de termocontrol	N 3	
Potencia de calentamiento	kw 3	
Potencia ventiladores de enfriamiento	kw 0,13	
Dimensiones aproximadas		
Longitud	mm 1450	
Ancho	mm 500	
Altura	mm 1450	
Peso	ton 0,35	
Lubricación		
Observaciones		



Extrusoras Monohusillo Serie EA

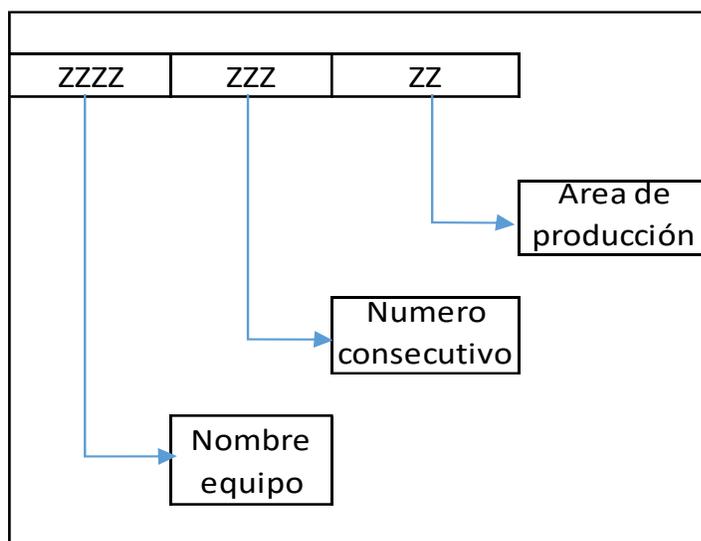


Nota: (amut, 2020)

### 6.4.1. Codificación de los equipos.

Se tiene como finalidad establecer para cada área de la planta códigos para los equipos de producción para lograr identificarlos de una manera más fácil y así diferenciarlos de los demás con base a todas las características, el código va alfanumérico comenzando con letras del equipo y terminando con un número dependiendo a la distribución de los equipos.

### 6.4.2. Estructura de la codificación.



**Figura 15.** Estructura. Autoría propia

### 6.4.3. Código área de producción.

Este código se realiza con las primeras iniciales de cada área de proceso dependiendo su actividad en la cual se valla a ejecutar el trabajo de mantenimiento. En este caso cuenta con siete (7) proceso como se evidencia en la tabla 16

Tabla 16.

*Áreas de producción*

Áreas de producción	Código
Extrusión	Ext
Impresión	Imp
Laminados	Lam
Refile	Ref
Pre corte	Pct
Sellado	Sed
Despacho	Dpo

*Nota:* Autoría propia.

Para la realización de las piezas ya se genera con la primera letra del nombre completo como se muestra en la tabla 17

Tabla 17.

*Códigos de las piezas*

Pieza	Código
Tablero de mandos	TM
Husillo de acero	HA
Moldes	M
Mallas	M
Tolva	T
Calibrador	C
Tratado	T
Cabezal de la película	CP

Resistencias	R
Burbuja	B
Motor	M
Anillo de enfriamiento	AE

Cañón	C
Tornillo	T
Sensores de rodillo	SR
Rodillos guía	RG
Bobina	B

*Nota:* Autoría propia.

#### 6.4.4. Inventario de los equipos.

En este formato se tendrá un control de las piezas y equipos que están en toda la planta en este caso (extrusión) que es el área en la cual se está trabajando. (Ver tabla 18)

Tabla 18

*Formato para registro de inventario*

Registro de inventario de piezas y equipos

Referencia	Equipo o Pieza	Proveedor	Modelo	Secuencia	Documentación						Proceso Realizado				
					F	O	P	FT	R	LR	MA	MM	ME	L	HVE
tm	Tablero de mando	Amut	1993	0,1		X								X	
m	Molde	Amut	1993	0,2						X					X
t	Tolva	Amut	1993	0,3		X						X			
r	Resistencia	Amut	1993	0,4						X				X	
m	Motor	Amut	1993	0,5						X					X
rg	Rodillo guía	Amut	1993	0,6		X						X			

F = Fabricante  
 O = Operación  
 P = Planos  
 FT = Ficha Técnica  
 R = Referencias  
 LR = Listado de Repuestos

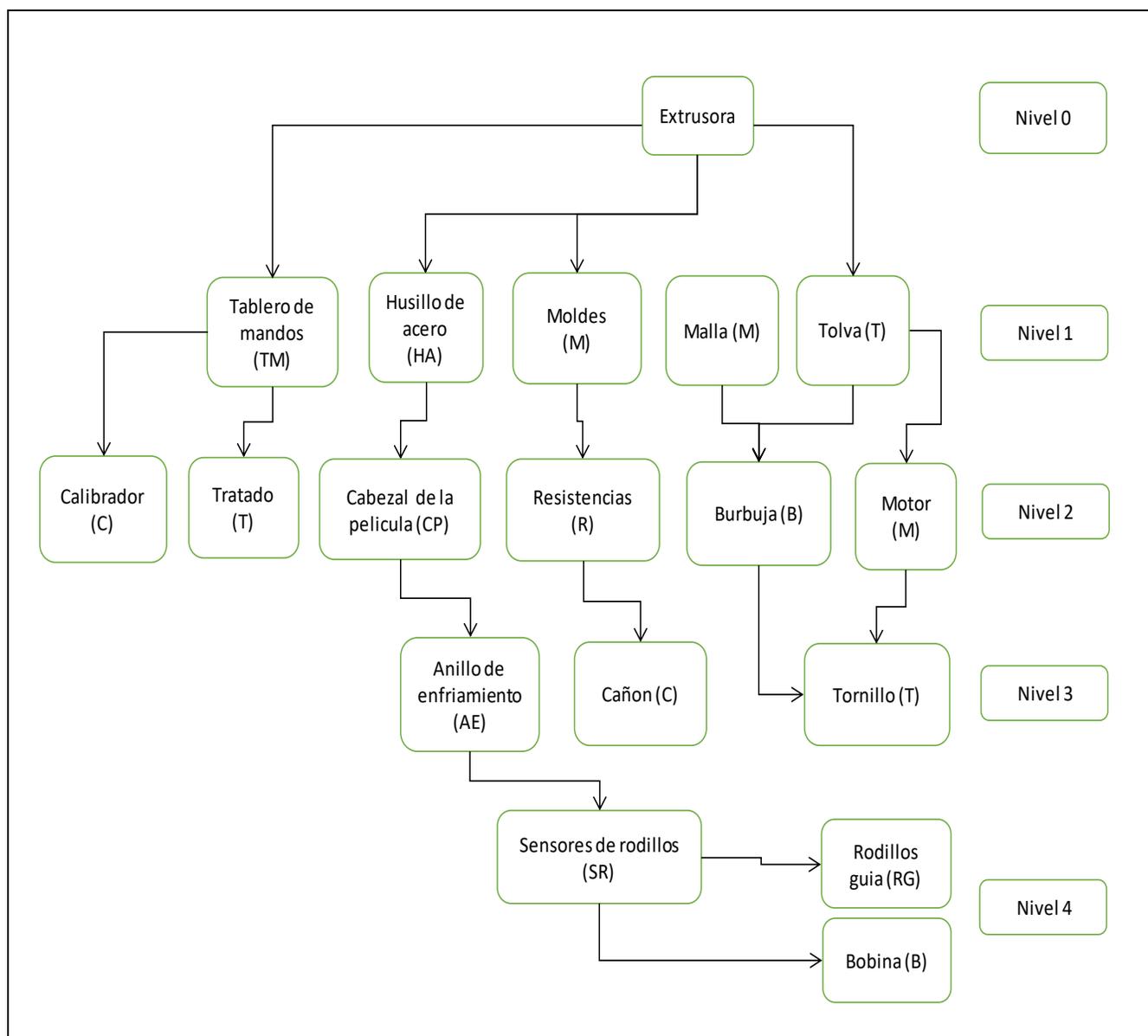
MA = Mantenimiento Autónomo  
 MM = Mantenimiento Mecánico  
 ME = Mantenimiento Eléctrico  
 L = Lubricación  
 HVE = Hoja de vida del equipo

*Nota:* Autoría propia.

#### 6.4.5. Árbol jerárquico de la maquina extrusora.

La extrusora cuenta con 17 piezas aproximadamente con las cuales se genera la estructura como se va ver a continuación

Paso 1: Se define la lista de materiales generando la estructura (BOM)



**Figura 16.** Plan de requerimiento de materiales (BOM). Autoría propia

#### 6.4.6. Dibujo de despiece de la maquina (ficha técnica)

De acuerdo a lo anterior se procede a realizar el des pies de la maquina extrusora mono husillo

	Ficha Tècnica de las piezas del equipo (extrusora)	
Codigo	tm	
Area	Extruder	
Pieza	tablero de mando	
Color	gris	
Pais	italia	
Peso	120k	
Modelo	1993	
Marca	amut	
Descripciòn		
<p>utiliza un hardware de fiabilidad donde todos los datos estan controlados a través de una pc, tambien ayuda generar un incremento de rentabilidad y sistema economico</p>		
Dimensiones		
<p>diametro mm 20, longitud l/d 28 , rpm 155</p>		
Observaciones		

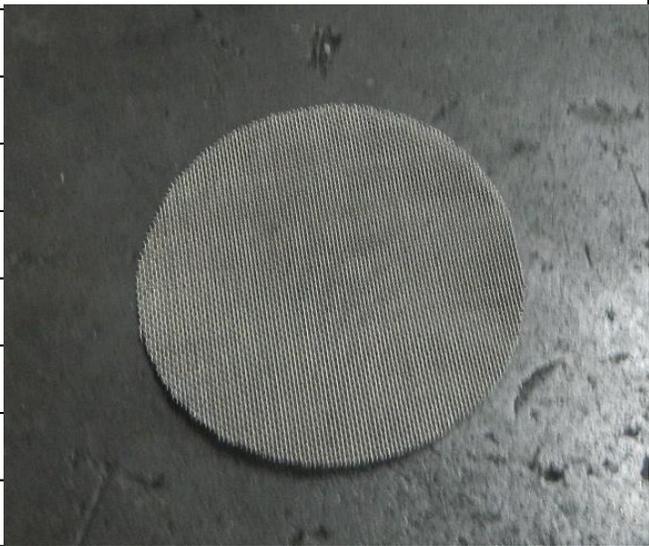
**Figura 17.** Ficha técnica del tablero de mando. Autoría propia

<b>Gilpa</b> Impresores S.A.		Ficha Tècnica de las piezas del equipo (extrusora)	
Codigo	ha		
Area	Extruder		
Pieza	husillo de acero		
Color	gris		
País	italia		
Peso	40k		
Modelo	1993		
Marca	amut		
Descripción			
<p>Esta pieza es fundamental para el proceso de extrusión para darle un buen rendimiento y buena calidad al producto que se esta realizando, cuenta con tres zonas: alimentación es la parte extrema que va junto a la tolva, compresión donde se produce calor por fricción y cizalla, y dosificación donde se genera la mezcla y homogeneida del polimero.</p>			
Dimensiones			
<p>diametro mm 20, longitud l/d 28 , rpm 155</p>			
Observaciones			

**Figura 18.** Ficha técnica del husillo de acero. Autoría propia

<b>Gilpa</b> Impresores S.A.		Ficha Técnica de las piezas del equipo (extrusora)	
Codigo	m		
Area	Extruder		
Pieza	molde		
Color	gris		
Pais	italia		
Peso	80k		
Modelo	1993		
Marca	amut		
Descripción			
<p>Pieza que esta ubicada en la parte final de la extrusora la cual es donde comienza a salir la burbuja de plastico que ha sido fundido, esta va saliendo a presión. Estos moldes como base principal tienen moldear los productos dandoles una estructura y un diseño .</p>			
Dimensiones			
<p>diametro mm 20, longitud l/d 28 , rpm 155</p>			
Observaciones			

**Figura 19.** Ficha técnica del molde. Autoría propia

<b>Gilpa</b> Impresores S.A.	Ficha Tècnica de las piezas del equipo (extrusora)		
codigo	m		
area	Extruder		
pieza	malla		
color	gris		
pais	colombia		
peso	5lb		
modelo	2017		
marca	amut		
descripciòn			
se usa como filtro para que el material que es fundido salga más fino y sin grumos, el cambio se tiene que realizar semanal ya que se manejan los tres turnos			
dimensiones			
cuenta con unos orificios entre 1/16 Y 1/18			
observaciones			

**Figura 20.** Ficha técnica de la malla. Autoría propia

	Ficha Tècnica de las piezas del equipo (extrusora)	
Codigo	tolva	
Area	Extruder	
Pieza	tolva	
Color	gris	
Pais	italia	
Peso	45k	
Modelo	1993	
Marca	amut	
Descripción		
<p>En esta pieza es donde se genera el deposito de la material prima la cual se va canalizando para ir siendo procesados, esta permite la dosificación con el fin de lograr una mezcla homogènea, en su mayoría de veces las forma de la tolva es cònica generando una forma de cono.</p>		
Dimensiones		
<p>En la entrada del material tiende a 4,25 X 4,25 m y su salida de 0,70 X 0,70 y en promedio tiene una altura de 2m</p>		
Observaciones		

**Figura 21.** Ficha técnica de la tolva. Autoría propia

	Ficha Tècnica de las piezas del equipo (extrusora)	
codigo	c	
area	Extruder	
pieza	calibrador	
color	gris	
pais	colombia	
peso	3k	
modelo	2015	
marca	n/a	
descripciòn		
<p>con el fin de generar precisión en el proceso del plástico lo cual varia con respecto a la solicitud del cliente, optimiza los tiempos, materia prima y mejor calidad en el producto</p>		
dimensiones		
<p>rango maximo de 12,7mm y nivel maximo de 0.01mm</p>		
observaciones		

**Figura 22.** Ficha técnica del calibrador. Autoría propia

<b>Gilpa</b> Impresores S.A.	Ficha Tècnica de las piezas del equipo (extrusora)	
codigo	cp	
area	Extruder	
pieza	cabezal de la película	
color	gris	
pais	italia	
peso	50 a 80 k	
modelo	1993	
marca	amut	
descripcìon		
es donde se genera la burbuja de la película y al igual que la tolva el espacio en el que se forma la burbuja puede oscilar entre 0,6 o 0,8 mm por lo cual es controlada por la resistencia		
velocidad		
tiende a variar con base a la solicitud de la orden		
observaciones		

**Figura 23.** Ficha técnica del cabezal de la película. Autoría propia

<b>Gilpa</b> Impresores S.A.	Ficha Tècnica de las piezas del equipo (extrusora)	
codigo	r	
area	Extruder	
pieza	resistencia	
color	rojas	
pais	italia	
peso	5k c/u	
modelo	1993	
marca	amut	
descripciòn		
<p>energia que va dirigida a los moldes y a la extrusora para generar el proceso de fundiciòn del producto, constituidas por unas abrazaderas blindadas para mayor facilidad en las boquillas, tienen doble aislamiento tèrmico</p>		
temperatura		
hasta 500C aproximadamente		
observaciones		

**Figura 24.** Ficha tècnica de las resistencias. Autoría propia

		Ficha Tècnica de las piezas del equipo (extrusora)	
Codigo	m		
Area	Extruder		
Pieza	motor		
Color	azul		
Pais	italia		
Peso	37k		
Modelo	1993		
Marca	amut		
Descripción			
<p>Estos tipos de motores son muy empleados en la industria debido a su velocidad sincrónica la cual corresponder a una frecuencia en la parte de alimentación de inicio. Esta pieza convierte la potencia eléctrica en potencia mecánica dando un movimiento giratorio y así manteniendo una velocidad constante. depende de la frecuencia del voltaje</p>			
Ventaja			
<p>Resiste cargas fuertes y como se menciona anteriormente mantiene una velocidad constante el cual para la planta es bueno ya que se trabaja 24/7</p>			
Observaciones			

**Figura 25.** Ficha técnica del motor. Autoría propia

		Ficha Tècnica de las piezas del equipo (extrusora)	
codigo	t		
area	Extruder		
pieza	tornillo		
color	plateado		
pais	italia		
peso	3k c/u		
modelo	1993		
marca	amut		
descripciòn			
<p>estos tornillos generan que la extrusora produzca mas y en tiempos minimos, el cual lo convierte en una opciòn mas econòmica</p>			
caracteristica			
<p>mientras se maneje maquinaria mas actualizada se podra tener competitividad en la industria generando prodcutos innovadores</p>			
observaciones			

**Figura 26.** Ficha técnica de los tornillos. Autoría propia

	Ficha Tècnica de las piezas del equipo (extrusora)	
Codigo	rg / b	
Area	Extruder	
Pieza	rodillo guia / bobina	
Color	gris	
Pais	italia	
Peso	14k	
Modelo	1993	
Marca	amut	
Descripción		
<p>Unidad de dos hileras donde se va almacenando el prodcto (plàstico), esto va de la mano con el operario que tiene que estar pendiente, que se cumpla con un diametro en especifico. Entre los rodillos de arrastre y enrollado se tienen sistemas que forman cargas estàticas.</p>		
Lubricaciòn		
<p>grasa de jabòn, los cuales reengrasa a travès de un anillo inferior , con el fin de tener mejor vida util en la pieza.</p>		
Observaciones		

**Figura 27.** Ficha técnica de rodillo guía y bobina. Autoría propia

Se realizan las fichas técnicas de las piezas de la maquina extrusora Amut donde están los datos que más resaltan de cada una de ellas como se muestra anteriormente.

### 6.5. Árbol de fallos de la extrusora

Con la realización del árbol de fallos se lograría identificar averías e incidencias tanto de la parte mecánica como eléctrica de equipo que se presentan en el equipo y sus componentes, se procede a realizar un diagrama de árbol de fallos basados basado en la NTP 333 como técnica para el análisis de riesgos,

- 1) Se generan probabilidades de que ocurran en cada suceso

Se comienza con el tablero de mando como orden jerárquico

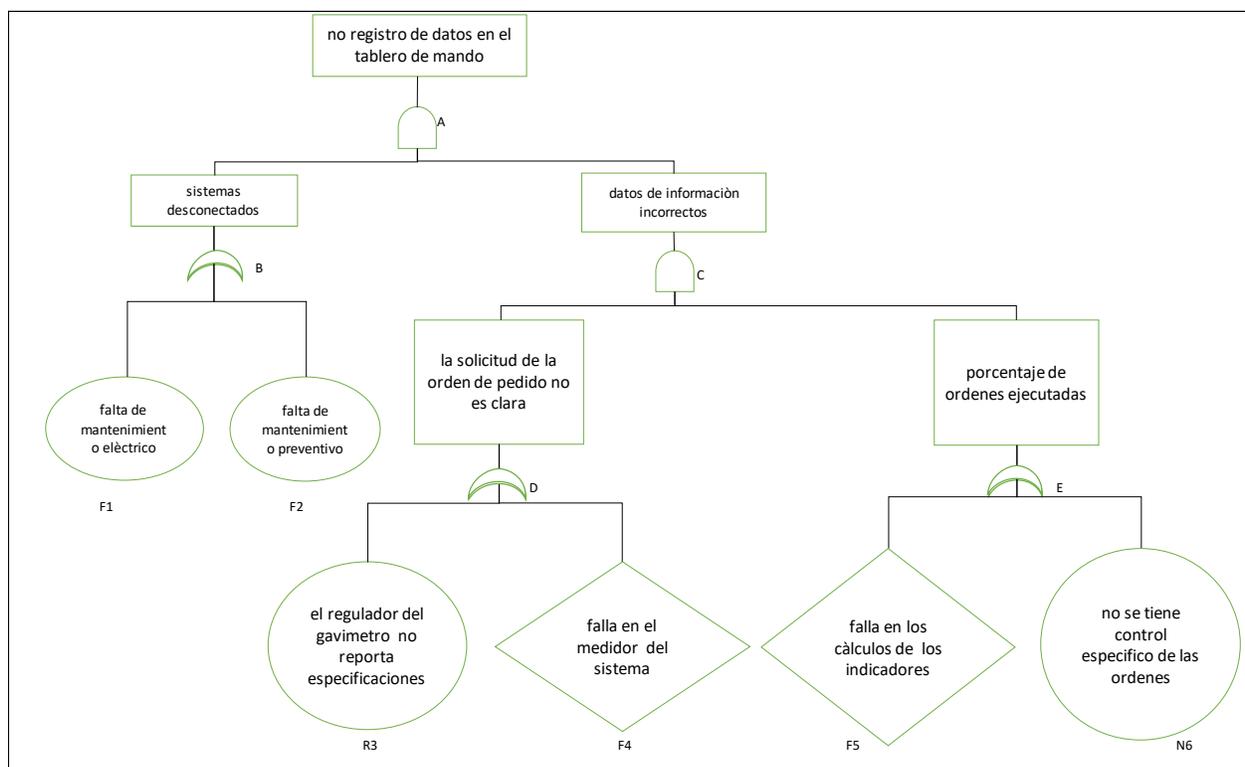
Tabla 19.

#### *Probabilidad de fallos*

Código	Suceso	Probabilidad de fallo
F1	Falta de mantenimiento eléctrico	4% = 0,04
F2	Falta de mantenimiento preventivo	9% = 0,09
R3	El regulador del gravímetro no reporta especificaciones	3% = 0,03
F4	Falla medidor del sistema	1% = 0,01
F5	Falla en los cálculos de los indicadores	2% = 0,02
N6	No se tiene control específico de las ordenes	7% = 0,07

*Nota:* Autoría propia.

- 2) Diagrama de fallos



**Figura 28** diagrama de fallos tablero de mando. Autoría propia

### 3) Conjunto mínimo de fallos en los sucesos

En este paso se registran los sucesos que enlazados a las fallas de las que provienen

Tabla 20.

*Mínimos de fallos*

Código	Suceso	Enlaces
A	No registro de datos en el tablero de mando	B, C
B	Sistemas desconectado	F1, F2
C	Datos de información incorrectos	D, E
D	La solicitud de la orden de pedido no es clara	R3, F4
E	Porcentaje de ordenes ejecutadas	F5, N6

Nota: Autoría propia.

### 4) Calculo de las probabilidades

En este último paso ya una vez teniendo los sucesos se comienza a sumar y multiplicar para obtener la probabilidad de fallo de la pieza

Tabla 21.

*Cálculo de probabilidades*

Probabilidad de B	F1 + F2	$0,04 + 0,09 = 0,13$
Probabilidad de D	R3 + F4	$0,03 + 0,01 = 0,04$
Probabilidad de E	F5 + N6	$0,02 + 0,07 = 0,09$
Probabilidad de C	PD x PE	$0,04 \times 0,09 = 0,0036$

Probabilidad de A	PB x PC	$0,13 \times 0,0036 = 0,000468$
-------------------	---------	---------------------------------

*Nota:* Autoría propia.

Se dice que la probabilidad de que se generen fallas en el tablero de mando para el proceso de extrusión es de 0,000468 lo cual es mínima.

1) Se generan probabilidades de que ocurran en cada suceso

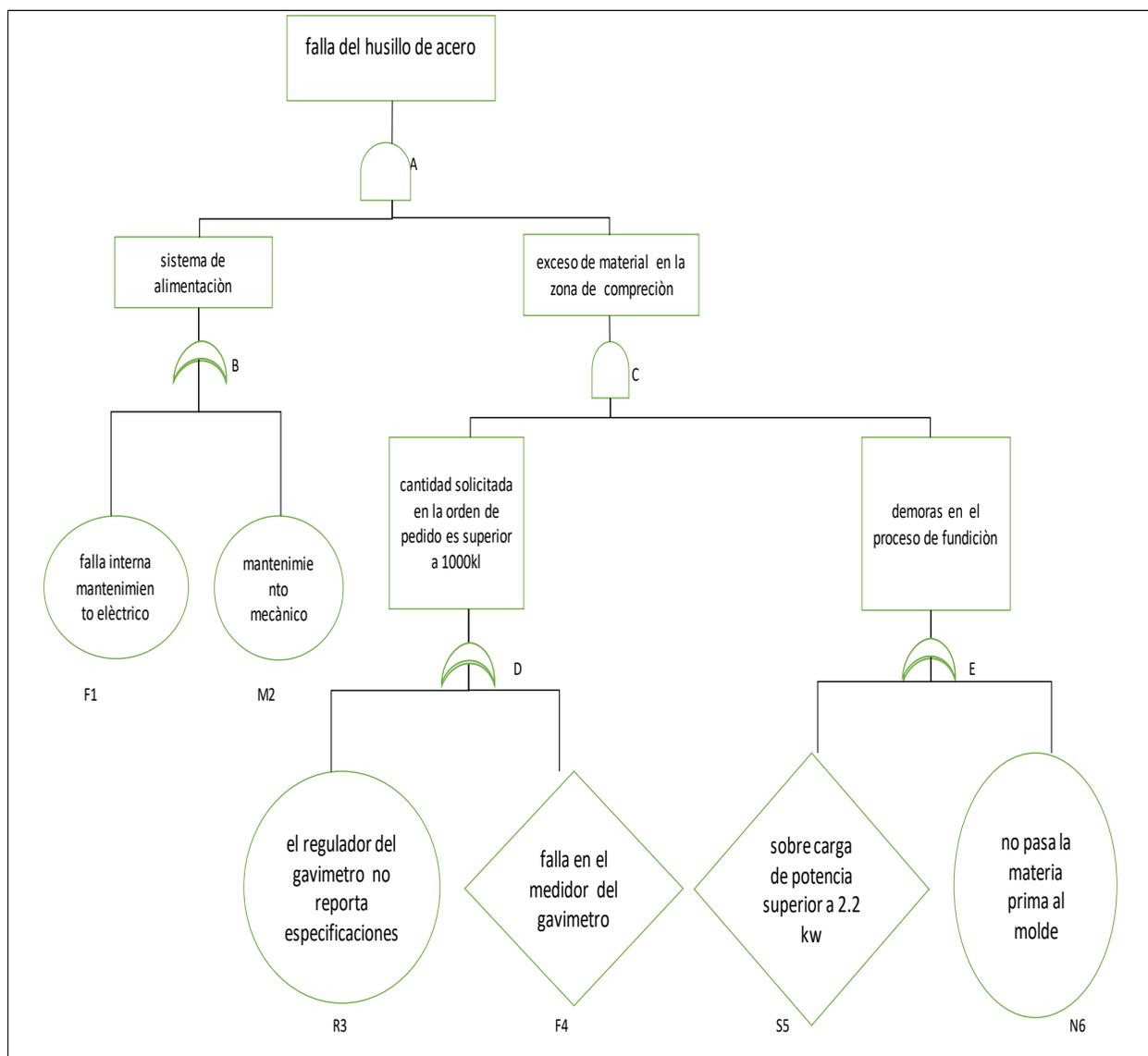
Se realiza procedimiento de fallos de husillo de acero

*Tabla 22. Probabilidad de fallos*

Código	Suceso	Probabilidad de fallo
F1	Falla interna de mantenimiento eléctrico	2% = 0,02
M2	Mantenimiento mecánico	3% = 0,03
R3	El regulador del gravímetro no reporta especificaciones	8% = 0,08
F4	Falla en el medidor del gravímetro	2% = 0,02
S5	Sobre carga de potencia superior a 2,2 kw	7% = 0,07
N6	No pasa materia prima al molde	12% = 0,12

*Nota:* Autoría propia.

2) Diagrama de fallos



**Figura 29.** Diagrama de fallos husillo de acero. Autoría propia

### 3) Conjunto mínimo de fallos en los sucesos

En este paso se registran los sucesos que enlazados a las fallas de las que provienen

Tabla 23.

#### Mínimos de fallos

Código	Suceso	Enlaces
A	Falla del husillo de acero	B, C
B	Sistema de alimentación	F1, M2
C	Exceso de material en la zona de compresión	D, E
D	Cantidad solicitada en la orden de pedido es superior a 1000kl	R3, F4
E	No pasa la materia prima al molde	S5, N6

Nota: Autoría propia.

### 4) Calculo de las probabilidades

En este último paso ya una vez teniendo los sucesos se comienza a sumar y multiplicar para obtener la probabilidad de fallo de la pieza

Tabla 24.

*Cálculo de probabilidades*

Probabilidad de B	F1 + M2	$0,02 + 0,03 = 0,05$
Probabilidad de D	R3 + F4	$0,08 + 0,02 = 0,10$
Probabilidad de E	S5 + N6	$0,07 + 0,12 = 0,19$
Probabilidad de C	PD x PE	$0,10 \times 0,19 = 0,019$
Probabilidad de A	PB x PC	$0,5 \times 0,019 = 0,0095$

*Nota:* Autoría propia.

Como resultado se obtiene un margen de fallo del husillo de acero de 0,0095 lo cual es mínima.

- 1) Se generan probabilidades de que ocurran en cada suceso

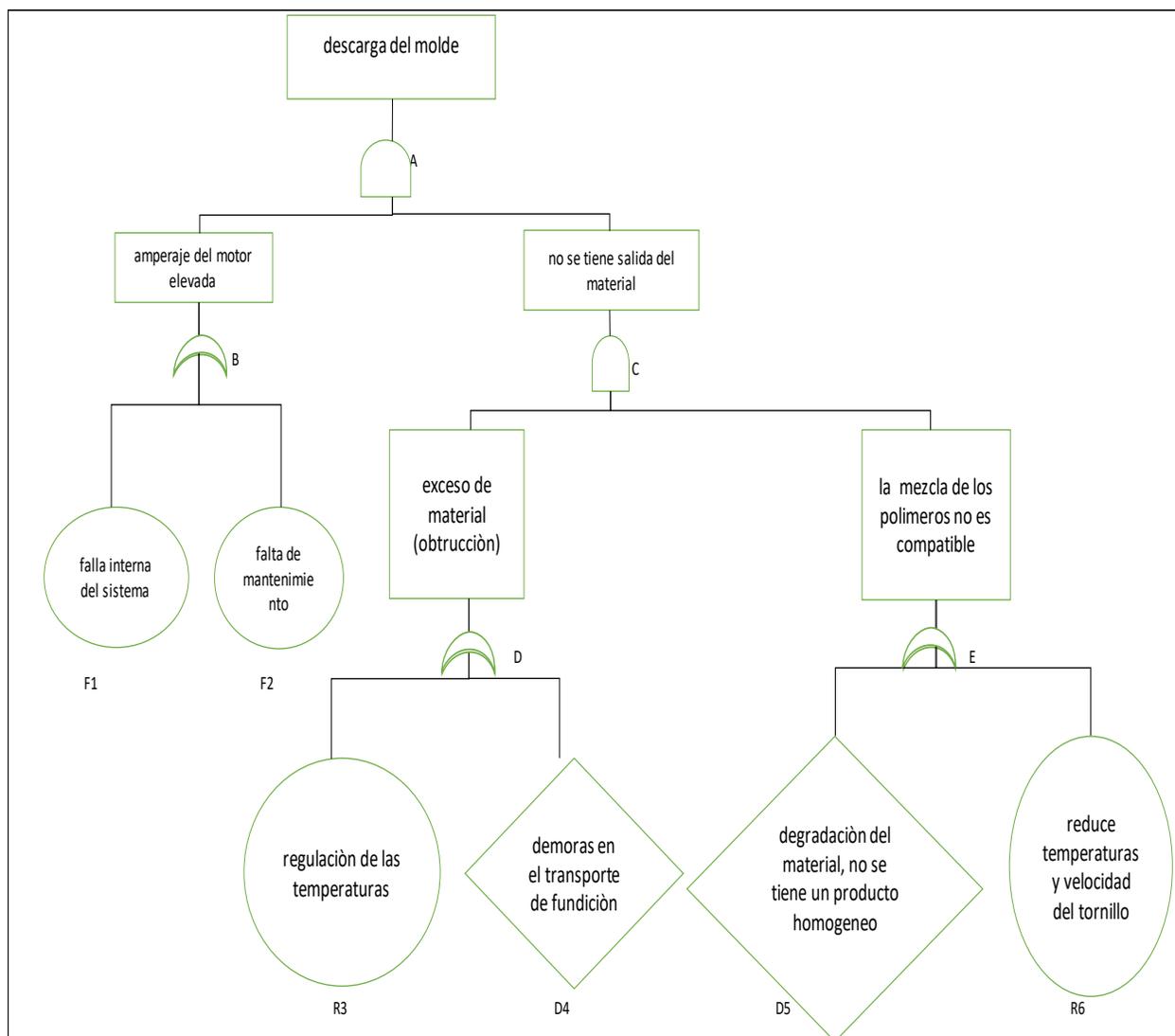
Se realiza procedimiento de fallos del molde

*Tabla 25. Probabilidad de fallos*

Código	Suceso	Probabilidad de fallo
F1	Falla interna del sistema	$11\% = 0,11$
F2	Falta de mantenimiento	$8\% = 0,08$
R3	Regulación de las temperaturas	$2\% = 0,02$
D4	Demoras en el transporte de fundición	$4\% = 0,04$
D5	Degradación del material no se tiene un producto homogéneo	$2\% = 0,02$
R6	Reduce temperaturas y velocidad del tornillo	$6\% = 0,06$

Fuente: Autoría propia

- 2) Diagrama de fallos



**Figura 30.** Diagrama de fallos molde. Autoría propia

### 3) Conjunto mínimo de fallos en los sucesos

En este paso se registran los sucesos que enlazados a las fallas de las que provienen

Tabla 26.

#### Mínimos de fallos

Código	Suceso	Enlaces
A	Falla del molde	B, C
B	Amperaje del motor elevada	F1, F2
C	No se tiene salida del material	D, E
D	Exceso de material obstrucción	R3, D4
E	La mezcla de los polímeros no es compatible	D5, R6

Nota: Autoría propia.

### 4) Calculo de las probabilidades

En este último paso ya una vez teniendo los sucesos se comienza a sumar y multiplicar para obtener la probabilidad de fallo de la pieza

Tabla 27.

*Cálculo de probabilidades*

Probabilidad de B	$F1 + F2$	$0,11 + 0,08 = 0,19$
Probabilidad de D	$R3 + D4$	$0,02 + 0,04 = 0,06$
Probabilidad de E	$D5 + R6$	$0,02 + 0,06 = 0,08$
Probabilidad de C	$PD \times PE$	$0,06 \times 0,08 = 0,0048$
Probabilidad de A	$PB \times PC$	$0,19 \times 0,0048 = 0,000912$

*Nota:* Autoría propia.

Para esta pieza se obtiene una probabilidad de que suceda una falla de 0,000912

- 1) Se generan probabilidades de que ocurran en cada suceso

Se realiza procedimiento de fallos de la malla

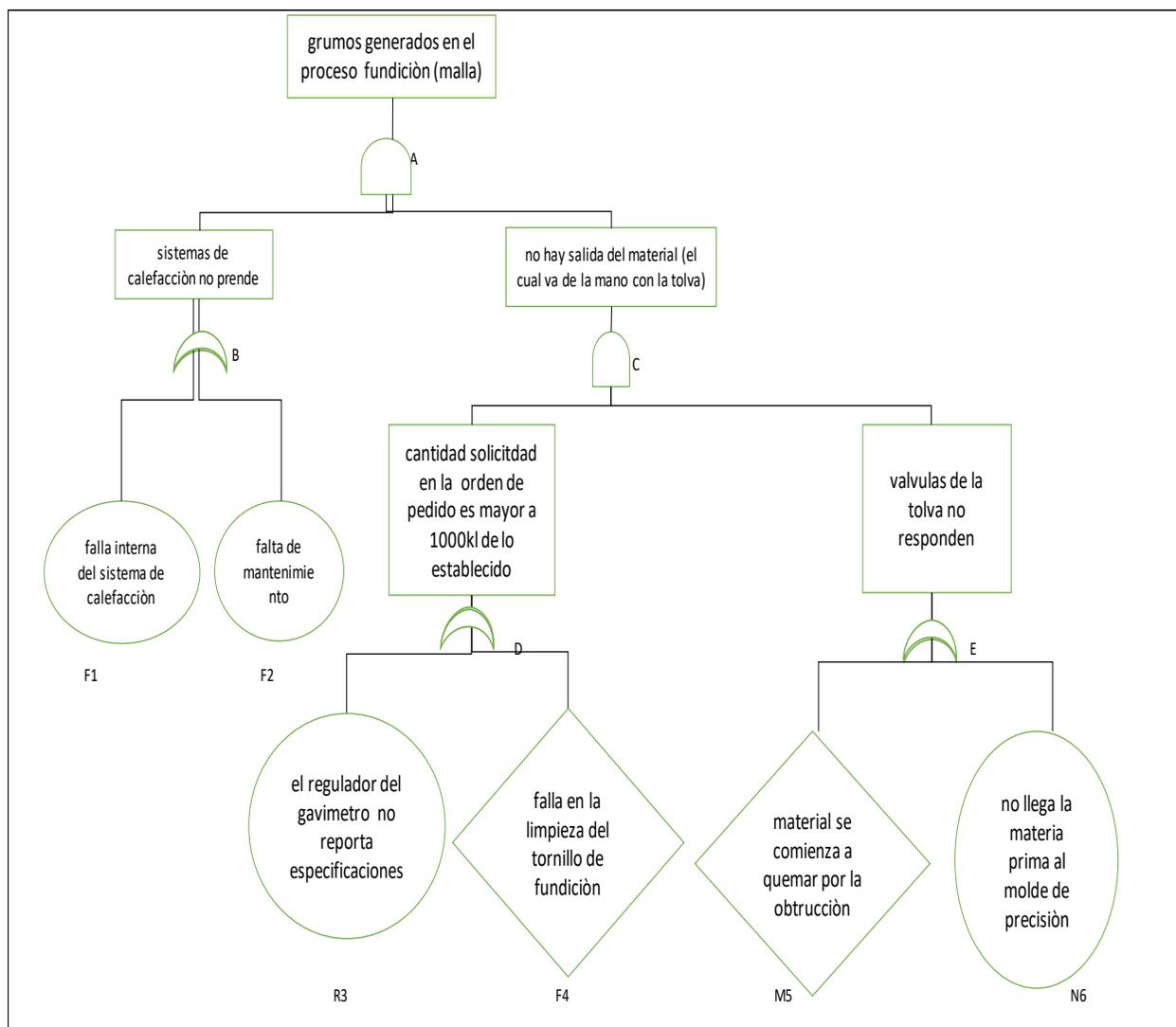
Tabla 28.

*Probabilidad de fallos*

Código	Suceso	Probabilidad de fallo
F1	Falla interna del sistema de calefacción	$6\% = 0,06$
F2	Falta de mantenimiento	$4\% = 0,04$
R3	Regulación del gravímetro no reporta especificaciones	$8\% = 0,08$
F4	Falla en la limpieza del tornillo de fundición	$3\% = 0,03$
M5	Material se comienza a quemar por la obstrucción	$5\% = 0,05$
N6	No llega la materia prima al molde de precisión	$12\% = 0,12$

*Nota:* Autoría propia.

- 2) Diagrama de fallos



**Figura 31.** Diagrama de fallos de malla. Autoría propia

### 3) Conjunto mínimo de fallos en los sucesos

En este paso se registran los sucesos que enlazados a las fallas de las que provienen

Tabla 29.

#### Mínimos de fallos

Código	Suceso	Enlaces
A	Grupos generados en el proceso de fundición (malla)	B, C
B	Sistema de calefacción no prende	F1, F2
C	No hay salida del material ( va de la mano con la tolva)	D, E
D	Cantidad solicitada en la orden de pedido es mayor a 1000kl	R3, F4
E	Válvulas de la tolva no responden	M5, N6

Nota: Autoría propia.

### 4) Calculo de las probabilidades

En este último paso ya una vez teniendo los sucesos se comienza a sumar y multiplicar para obtener la probabilidad de fallo de la pieza

Tabla 30.

*Cálculo de probabilidades*

Probabilidad de B	$F1 + F2$	$0,06 + 0,04 = 0,10$
Probabilidad de D	$R3 + F4$	$0,08 + 0,03 = 0,11$
Probabilidad de E	$M5 + N6$	$0,05 + 0,12 = 0,17$
Probabilidad de C	$PD \times PE$	$0,11 \times 0,17 = 0,0187$
Probabilidad de A	$PB \times PC$	$0,10 \times 0,0187 = 0,00187$

*Nota:* Autoría propia.

Para esta pieza se observa una probabilidad de 0,00187 de que se genere una falla en esta pieza.

- 1) Se generan probabilidades de que ocurran en cada suceso

Se realiza procedimiento de fallos de la tolva

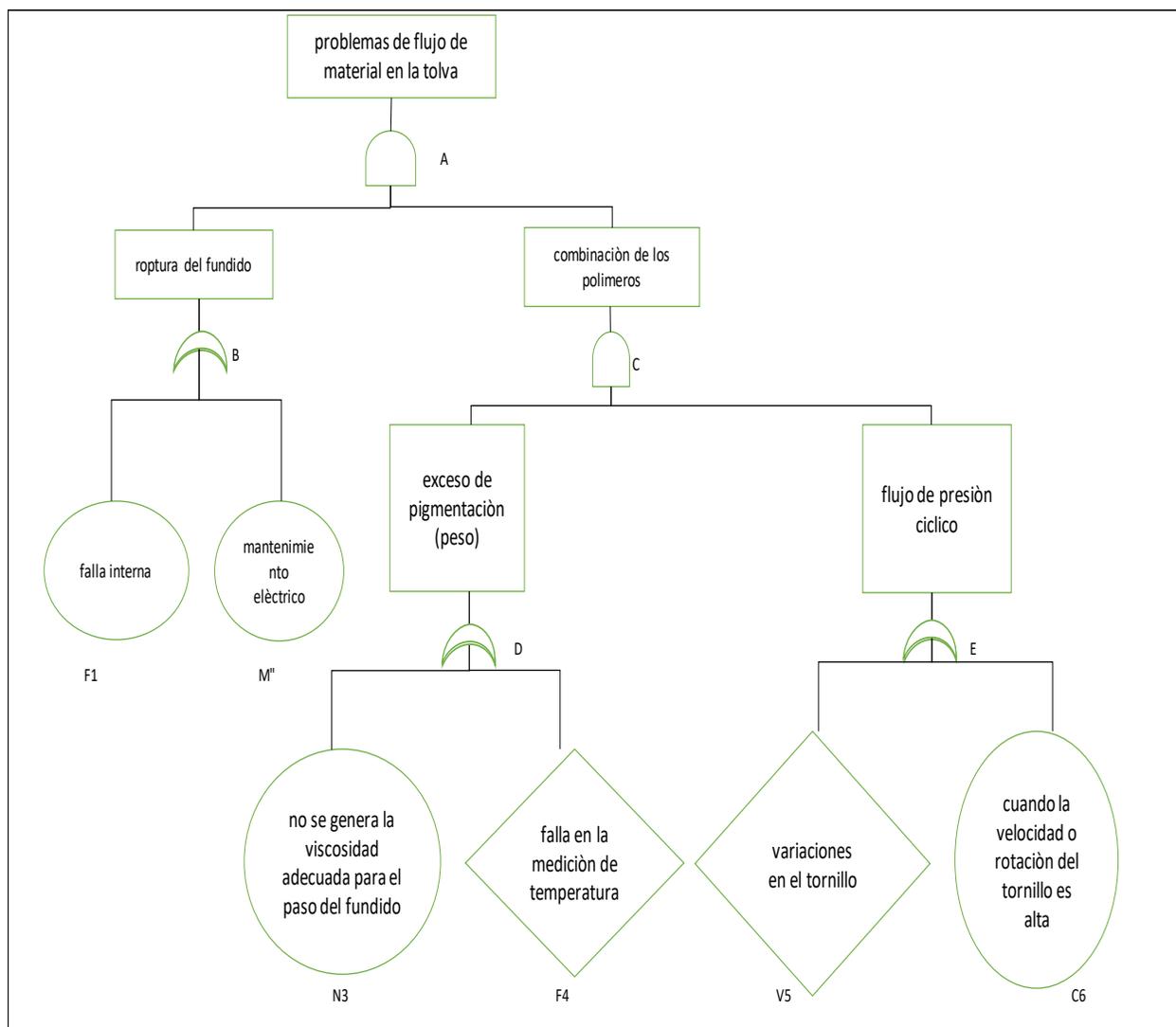
Tabla 31.

*Probabilidad de fallos*

Código	Suceso	Probabilidad de fallo
F1	Falla interna	1% = 0,01
M2	Mantenimiento eléctrico	9% = 0,09
N3	No se genera la viscosidad adecuada para el paso del fundido	4% = 0,04
F4	Falla medición de temperatura	9% = 0,09
V5	Variación en el tornillo	11% = 0,11
C6	Cuando la velocidad o rotación del tornillo es alta	8% = 0,08

*Nota:* Autoría propia.

- 2) Diagrama de fallos



**Figura 32.** Diagrama de fallos de la tolva. Autoría propia

### 3) Conjunto mínimo de fallos en los sucesos

En este paso se registran los sucesos que enlazados a las fallas de las que provienen

Tabla 32.

#### Mínimos de fallos

Código	Suceso	Enlaces
A	Problemas de flujo de material en la tolva	B, C
B	Ruptura del fundido	F1, M2
C	Combinación de los polímeros	D, E
D	Exceso de pigmentación	N3, F4
E	Flujo de presión cíclico	V5, C6

Nota: Autoría propia.

### 4) Calculo de las probabilidades

En este último paso ya una vez teniendo los sucesos se comienza a sumar y multiplicar para obtener la probabilidad de fallo de la pieza

Tabla 33.

*Cálculo de probabilidades*

Probabilidad de B	F1 + M2	$0,01 + 0,09 = 0,10$
Probabilidad de D	N3 + F4	$0,04 + 0,09 = 0,13$
Probabilidad de E	V5 + C6	$0,11 + 0,08 = 0,19$
Probabilidad de C	PD x PE	$0,13 \times 0,19 = 0,0247$
Probabilidad de A	PB x PC	$0,10 \times 0,0247 = 0,00247$

*Nota:* Autoría propia.

Se observa que la probabilidad de que se generen un fallo de esta pieza para el proceso de extrusión es de 0,00247

- 1) Se generan probabilidades de que ocurran en cada suceso

Se realiza procedimiento de fallos del calibrador

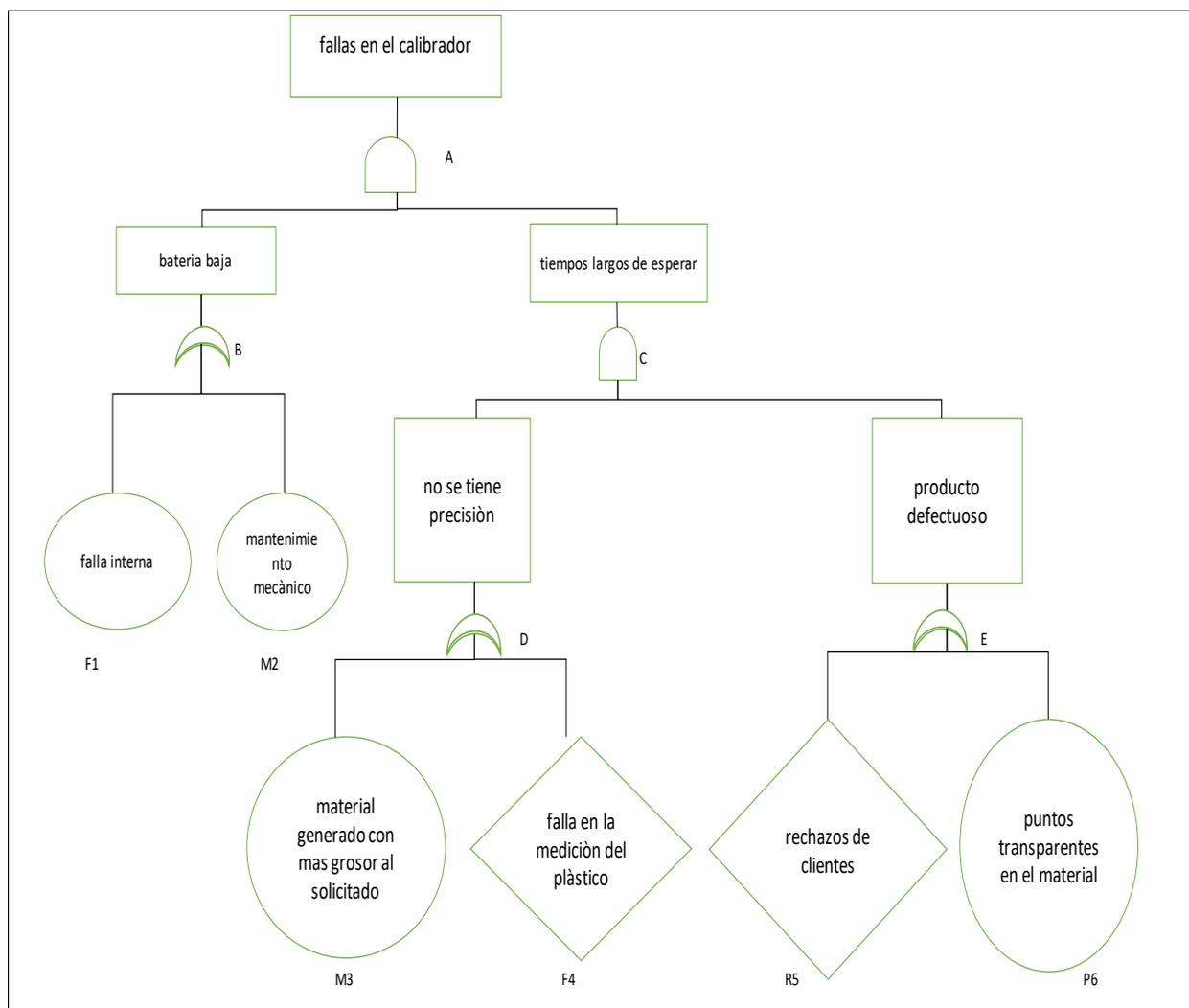
Tabla 34.

*Probabilidad de fallos*

Código	Suceso	Probabilidad de fallo
F1	Falla interna	4% = 0,04
M2	Mantenimiento mecánico	3% = 0,03
M3	Material generado con más grosor al solicitado	13% = 0,13
F4	Falla medición del plástico	11% = 0,11
R5	Rechazo del cliente	15% = 0,15
P6	Puntos transparentes en el material	9% = 0,9

*Nota:* Autoría propia.

- 2) Diagrama de fallos



**Figura 33.** Diagrama de fallos del calibrador. Autoría propia

### 3) Conjunto mínimo de fallos en los sucesos

En este paso se registran los sucesos que enlazados a las fallas de las que provienen

Tabla 35.

*Mínimos de fallos*

Código	Suceso	Enlaces
A	Fallas en el calibrador	B, C
B	Batería baja	F1, M2
C	Tiempos largos de espera	D, E
D	No se tiene precisión	M3, F4
E	Producto defectuoso	R5, P6

Nota: Autoría propia.

### 4) Calculo de las probabilidades

En este último paso ya una vez teniendo los sucesos se comienza a sumar y multiplicar para obtener la probabilidad de fallo de la pieza

Tabla 36.

*Cálculo de probabilidades*

Probabilidad de B	F1 + M2	$0,04 + 0,03 = 0,7$
Probabilidad de D	M3 + F4	$0,13 + 0,11 = 0,24$
Probabilidad de E	R5 + P6	$0,15 + 0,09 = 0,24$
Probabilidad de C	PD x PE	$0,24 \times 0,24 = 0,0576$
Probabilidad de A	PB x PC	$0,7 \times 0,0576 = 0,04032$

*Nota:* Autoría propia.

Para esta pieza ya el margen de fallo sube generando una probabilidad de 0,04032 para el proceso de extrusión.

- 1) Se generan probabilidades de que ocurran en cada suceso

Se realiza procedimiento de fallos de resistencias

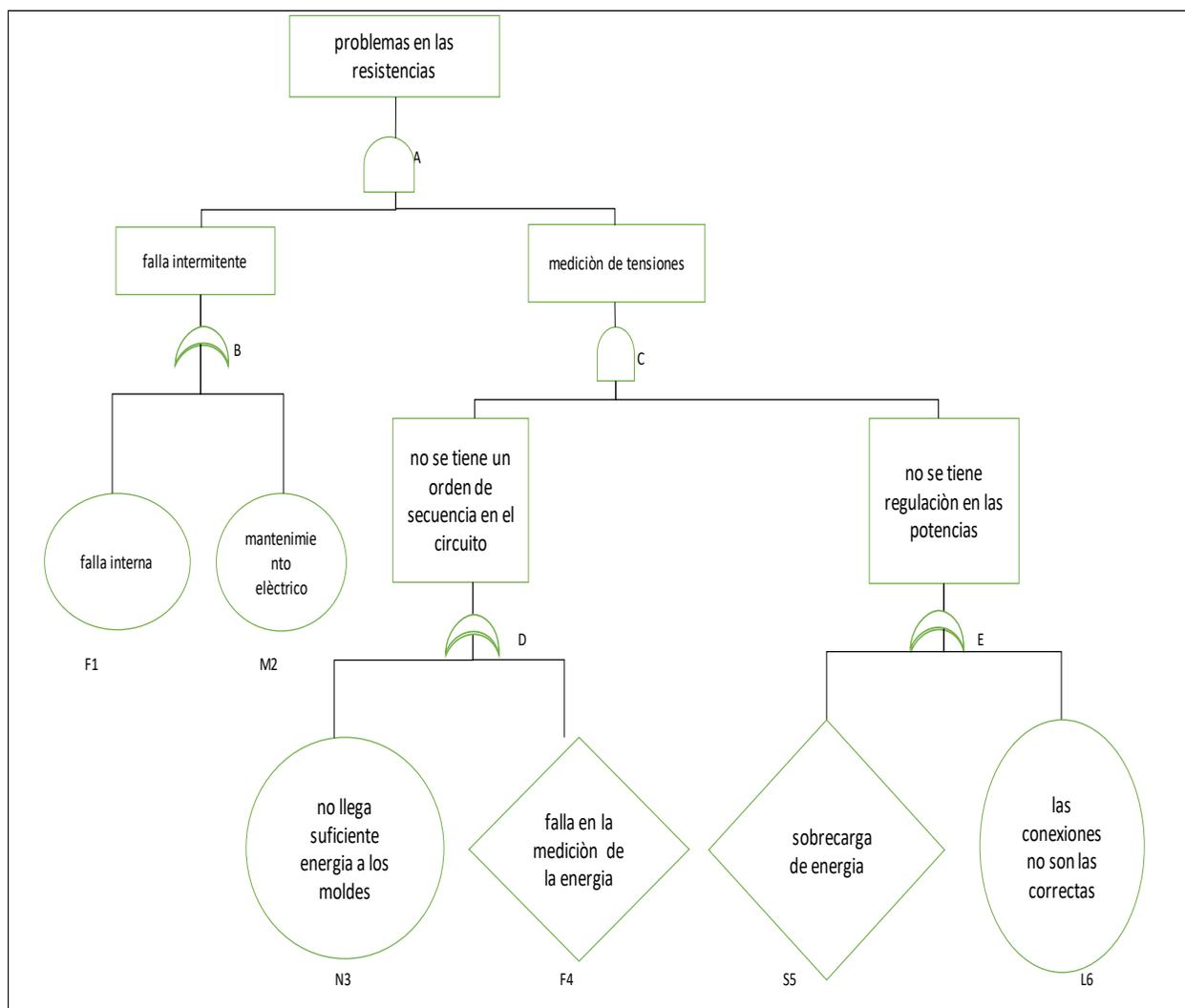
Tabla 37.

*Probabilidad de fallos*

Código	Suceso	Probabilidad de fallo
F1	Falla interna	$11\% = 0,11$
M2	Mantenimiento eléctrico	$14\% = 0,14$
N3	No llega suficiente energía a los moldes	$9\% = 0,9$
F4	Falla en la medición de la energía	$8\% = 0,8$
S5	Sobre carga de energía	$16\% = 0,16$
L6	Las conexiones no son las correctas	$12\% = 0,12$

*Nota:* Autoría propia.

- 2) Diagrama de fallos



**Figura 34.** Diagrama de fallos de resistencias. Autoría propia

### 3) Conjunto mínimo de fallos en los sucesos

En este paso se registran los sucesos que enlazados a las fallas de las que provienen

Tabla 38.

#### *Mínimos de fallos*

Código	Suceso	Enlaces
A	Problemas de resistencias	B, C
B	Falla intermitente	F1, M2
C	Medición de tensiones	D, E
D	No se tiene un orden de secuencia en el circuito	N3, F4
E	No se tiene regulación en las potencias	S5, L6

Nota: Autoría propia.

### 4) Calculo de las probabilidades

En este último paso ya una vez teniendo los sucesos se comienza a sumar y multiplicar para obtener la probabilidad de fallo de la pieza

Tabla 39.

*Cálculo de probabilidades*

Probabilidad de B	$F1 + F2$	$0,11 + 0,14 = 0,25$
Probabilidad de D	$R3 + F4$	$0,09 + 0,08 = 0,17$
Probabilidad de E	$I5 + M6$	$0,16 + 0,12 = 0,28$
Probabilidad de C	$PD \times PE$	$0,17 \times 0,28 = 0,0476$
Probabilidad de A	$PB \times PC$	$0,25 \times 0,0476 = 0,0119$

*Nota:* Autoría propia.

Para las resistencias el margen de que se genere una falla en el proceso de extrusión es de 0,0119

- 1) Se generan probabilidades de que ocurran en cada suceso

Se realiza procedimiento de fallos de motor

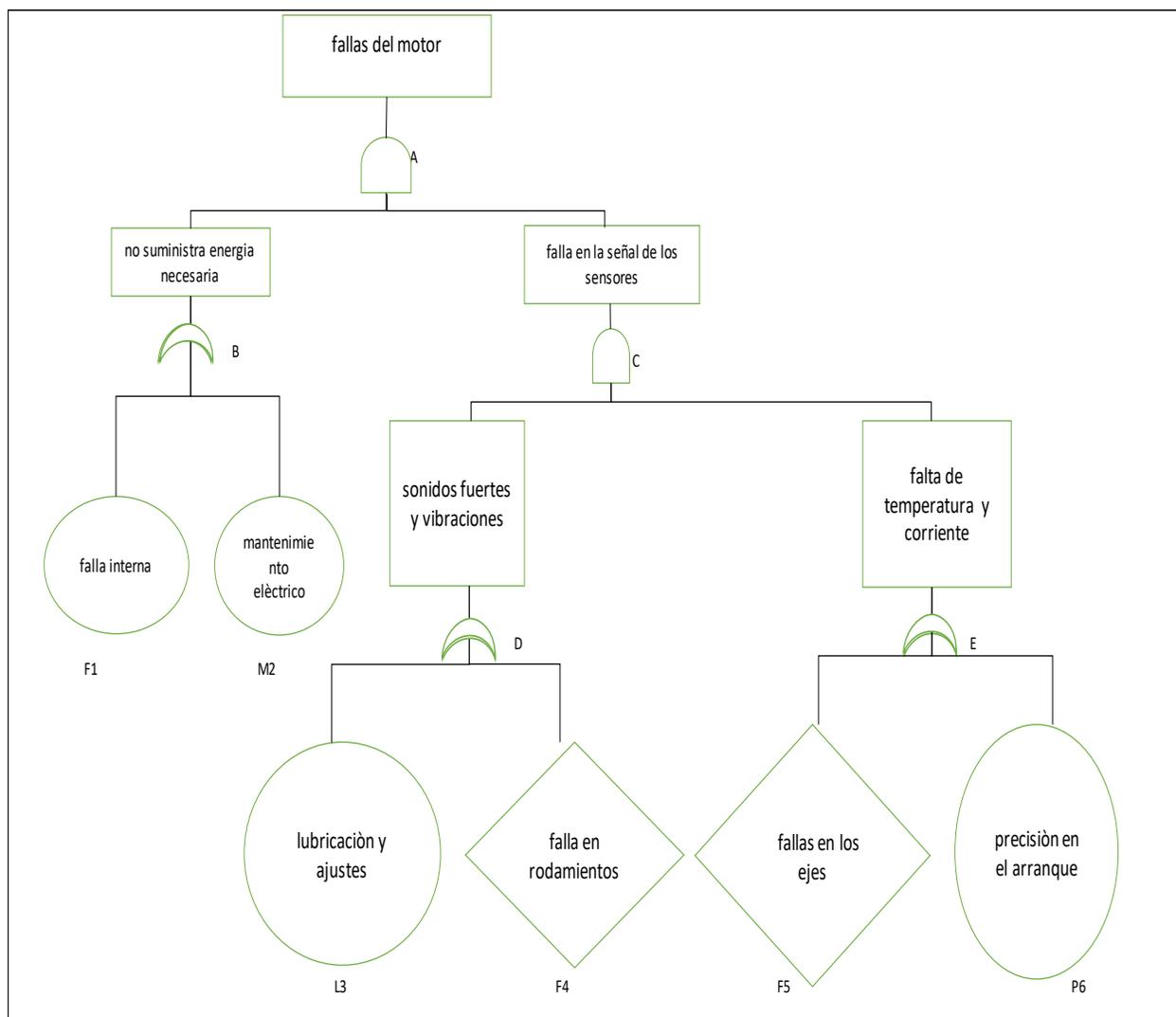
Tabla 40.

*Probabilidad de fallos*

Código	Suceso	Probabilidad de fallo
F1	Falla interna	$19\% = 0,19$
M2	Mantenimiento eléctrico	$15\% = 0,15$
L3	Lubricación y ajustes	$13\% = 0,13$
F4	Falla en rodamientos	$21\% = 0,21$
F5	Fallas en los ejes	$20\% = 0,20$
P6	Precisión en el arranque	$17\% = 0,17$

*Nota:* Autoría propia.

- 2) Diagrama de fallos



**Figura 35.** Diagrama de fallos del motor. Autoría propia

### 3) Conjunto mínimo de fallos en los sucesos

En este paso se registran los sucesos que enlazados a las fallas de las que provienen

Tabla 41.

#### *Mínimos de fallos*

Código	Suceso	Enlaces
A	Fallas del motor	B, C
B	No suministra energía necesaria	F1, M2
C	Falla en la señal de los sensores	D, E
D	Sonidos fuertes y vibraciones	L3, F4
E	Falta de temperatura y corriente	F5, P6

*Nota:* Autoría propia.

## 4) Cálculo de las probabilidades

En este último paso ya una vez teniendo los sucesos se comienza a sumar y multiplicar para obtener la probabilidad de fallo de la pieza

Tabla 42.

*Cálculo de probabilidades*

Probabilidad de B	$F1 + F2$	$0,19 + 0,15 = 0,34$
Probabilidad de D	$R3 + F4$	$0,13 + 0,21 = 0,34$
Probabilidad de E	$I5 + M6$	$0,20 + 0,17 = 0,37$
Probabilidad de C	$PD \times PE$	$0,34 \times 0,37 = 0,1258$
Probabilidad de A	$PB \times PC$	$0,34 \times 0,1258 = 0,0427$

*Nota:* Autoría propia.

Para el motor se obtiene una probabilidad de fallo de 0,0427 para el proceso de extrusión.

## 1) Se generan probabilidades de que ocurran en cada suceso

Se realiza procedimiento de fallos de rodillos guía o bobinas

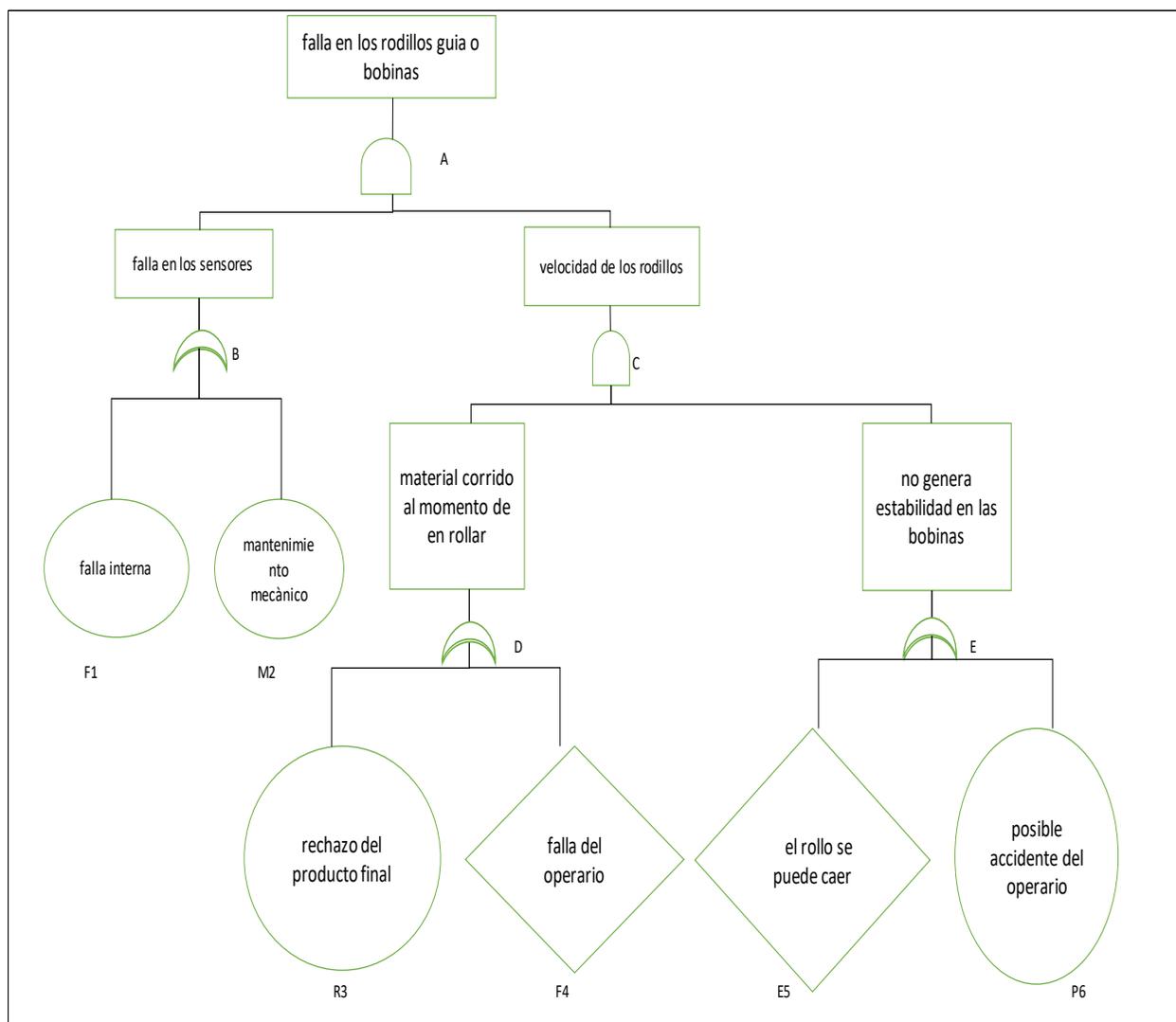
Tabla 43.

*Probabilidad de fallos*

Código	Suceso	Probabilidad de fallo
F1	Falla interna	9% = 0,09
M2	Mantenimiento mecánico	9% = 0,09
R3	Rechazo del producto final	7% = 0,07
F4	Falla del operario	17% = 0,17
E5	El rollo se puede caer	11% = 0,11
P6	Posible accidente del operario	13% = 0,13

*Nota:* Autoría propia.

## 2) Diagrama de fallos



**Figura 36.** Diagrama de fallos de rodillos guía o bobina. Autoría propia

### 3) Conjunto mínimo de fallos en los sucesos

En este paso se registran los sucesos que enlazados a las fallas de las que provienen

Tabla 44.

#### Mínimos de fallos

Código	Suceso	Enlaces
A	Fallas en los rodillos guía o bobinas	B, C
B	Falla en los sensores	F1, M2
C	Velocidad de los rodillos	D, E
D	Material corrido al momento de enrollar	R3, F4
E	No genera estabilidad en las bobinas	E5, P6

Nota: Autoría propia.

## 4) Cálculo de las probabilidades

En este último paso ya una vez teniendo los sucesos se comienza a sumar y multiplicar para obtener la probabilidad de fallo de la pieza

Tabla 45.

*Cálculo de probabilidades*

Probabilidad de B	$F1 + F2$	$0,09 + 0,09 = 0,18$
Probabilidad de D	$R3 + F4$	$0,07 + 0,17 = 0,24$
Probabilidad de E	$E5 + P6$	$0,11 + 0,13 = 0,24$
Probabilidad de C	$PD \times PE$	$0,24 \times 0,24 = 0,0576$
Probabilidad de A	$PB \times PC$	$0,18 \times 0,0576 = 0,01036$

Nota: Autoría propia.

Para esta última pieza la probabilidad de fallo es de un 0,01036 en el proceso de extrusión.

A continuación, se realiza una tabla con probabilidades de fallo identificando las más altas.

Tabla 46.

*Probabilidades de fallos de las piezas del equipo (extrusora)*

Pieza	probabilidad
Tablero de mando	0,00047
Husillo de acero	0,00950
Molde	0,00091
Malla	0,00187
Tolva	0,00247
Calibrador	0,04032
Resistencia	0,01190
Motor	0,04270
Rodillo guía / bobina	0,01036

Nota: Autoría propia.

En la anterior tabla se resaltan las tres (3) probabilidades con más alto riesgo de generar un fallo al momento de realizar alguna actividad en el proceso de extrusión las cuales son: el motor con 0,04279, el calibrador con 0,04032 y la resistencia con una probabilidad de 0,01190 por lo cual se aconseja estar en seguimiento con estas piezas realizando una buena optima gestión de mantenimiento para prevenir a futuro un paro o fallo de la misma y en su defecto estaría representando demoras en las entregas a los clientes.

## Paso 2: qué, cuándo y cómo producir

Se realiza la prueba en un Excel <piezas de la extrusora> para los próximos meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre del año 2019 (necesidades brutas)

Tabla 47.

*Pronóstico de requerimientos*

Pronóstico de requerimiento				
pieza	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
extrusora	1	1	0	5
husillo de acero	3	5	3	1
tolva	1	6	3	2
moldes	2	4	7	1
calibre	3	6	1	2
tratado	1	3	1	4
resistencias	4	8	2	1
motor	1	4	2	1
tornillo	11	21	6	9
sensores de rodillos	3	1	4	1

*Nota:* Autoría propia.

### Paso 3: inventario disponible

Se realiza un inventario con el registro de las piezas que se tienen lo que se solicita, y con los tiempos de espera. En la siguiente tabla:

Tabla 48.

*Registro de inventario de las piezas de la extrusora*

referencia	nombre pieza	Registro de inventario						recepciones programadas	
		nivel	Inventario disponible	stock de seguridad	compuesto	cantidad a elaborar	lead time	semana	cantidad
E	extrusora	0	5	0		0	1		
T	tablero de mando	1	5	0	extrusora	1	1		
H	husillo de acero	1	7	1	extrusora	3	1	2	1
M	moldes	1	12	0	extrusora	7	1	5	3
T	tolva	1	8	0	extrusora	1	1	4	2
C	calibre	2	6	3	tablero de mando	1	1	1	4
T	tratado	2	5	0	tablero de mando	1	1		
C	cabezal	2	5	0	husillo de acero	0	1		
R	resistencias	2	16	4	moldes	11	1	4	8
B	burbuja	2	0	0	tolva	0	1		
M	motor	2	4	0	tolva	5	1	7	1
A	anillo de enfriamiento	3	0	0	cabezal película	0	1	2	4
C	cañón	3	2	0	resistencias	1	1		
T	tornillo	3	28	9	motor	27	1	2	20
S	sensores de rodillos	4	11	1	anillo de enfriamiento	0	1	3	6
R	rodillos guía	4	9	3	sensores de rodillos	8	1		
B	bobina	4	15	5	sensores de rodillos	4	1		

*Nota:* Autoría propia.

## Paso 4: Excel MRP

Se realiza un registro de las piezas a las cuales se les genera el plan de requerimiento y su respectivo procedimiento.

Tabla 49.

*Registro de las piezas a solicitar*

Registro de inventario									
Código	Descripción	Nivel	Inventario disponible	Stock de seguridad	Elemento padre	Cantidad para elaborar	Lead time	Recepciones programadas	
								Semana	Cantidad
E	extrusora	0	5	0		0	1		
H	husillo de acero	1	7	0	extrusora	3	1	2	1
M	moldes	1	12	0	extrusora	7	1	5	3
T	tolva	1	8	0	extrusora	1	1	4	2
C	calibre	2	6	1	tablero de mando	1	1	1	4
R	resistencias	2	9	0	moldes	11	1	4	8
M	motor	2	4	0	tolva	5	1	7	1
T	tornillo	3	28	5	motor	27	1	2	20
S	sensores de rodillos	4	11	0	anillo de enfriamiento	0	1	3	6

*Nota:* Autoría propia.

## Planificación de materiales

Tabla 50.

*Plan de requerimientos (MRP)*

Artículo	Cantidad para elaborar elemento padre	Lead time	Inventario disponible	Stock de seguridad	Conceptos	Periodo de tiempo			
						A	S	O	N
extrusora	0	1	5	0	Necesidades brutas	1	5	4	5
					Recepciones programadas	0	0	0	0
					Disponible	4	0	0	0
					Necesidades netas	0	1	4	5
					Recepción de orden		1	4	5
					Lanzamiento de orden	1	4	5	
husillo de acero	3	1	7	0	Necesidades brutas	3	5	3	2
					Recepciones programadas				
					Disponible	4	0	0	0
					Necesidades netas	0	1	3	2
					Recepción de orden	3			
					Lanzamiento de orden				
moldes	7	1	12	0	Necesidades brutas	2	4	7	1
					Recepciones programadas	0	0	0	0
					Disponible	10	6	0	0
					Necesidades netas	0	0	1	1
					Recepción de orden				
					Lanzamiento de orden				
tolva	1	1	8	0	Necesidades brutas	1	6	3	2
					Recepciones programadas				
					Disponible	7	1	0	0
					Necesidades netas	0	0	2	2
					Recepción de orden				
					Lanzamiento de orden				

calibre	1	1	6	1	Necesidades brutas	3	6	1	2
					Recepciones programadas				
					Disponible	3	1	0	1
					Necesidades netas	0	4	0	3
					Recepción de orden				
					Lanzamiento de orden				
resistencias	11	1	9	0	Necesidades brutas	4	6	3	2
					Recepciones programadas				
					Disponible	5	0	0	0
					Necesidades netas	0	1	3	2
					Recepción de orden				
					Lanzamiento de orden				
motor	5	1	4	0	Necesidades brutas	1	4	2	1
					Recepciones programadas				
					Disponible	3	0	0	0
					Necesidades netas	0	1	2	1
					Recepción de orden				
					Lanzamiento de orden				
tornillo	27	1	28	5	Necesidades brutas	14	20	22	18
					Recepciones programadas				
					Disponible	14	5	5	5
					Necesidades netas	0	11	22	18
					Recepción de orden				
					Lanzamiento de orden				
sensores de rodillos	0	1	11	0	Necesidades brutas	4	6	9	2
					Recepciones programadas				
					Disponible	7	1	0	0
					Necesidades netas	0	0	8	2
					Recepción de orden				
					Lanzamiento de orden				

Nota: Autoría propia.

Se seleccionan las piezas que en los meses de enero, febrero, marzo y abril del 2019, presentaron mayor relevancia en cuanto a fallas o averías dentro de la organización y con base a

eso se realiza la planificación de requerimiento de materiales, donde se observa que las piezas de: Moldes, resistencias, motor y tornillos no tienen disponibilidad en algunos meses por ende se tienen que solicitar para no generar alguna parada del equipo o generar reproceso en las ordenes de producción.

Paso 5: inventario disponible es con el que estamos contando cada mes después de que se genere un cambio.

Inventario disponible: inventario disponible del periodo anterior + recepciones programadas - necesidades brutas

Inventario disponible:  $5 + 0 - 1$

Inventario disponible: 4

Como se evidencia en la tabla 14

Paso 6: necesidades netas dependiendo el inventario que se tenga disponible y a la demanda para el periodo que se realice.

Necesidades netas: necesidades brutas + stock de seguridad – inv. del periodo anterior – recepciones programadas

Necesidades netas:  $5 + 0 - 4 - 0$

Como se evidencia en la tabla 16

## 6.6. Protocolos de mantenimiento

Se realiza con el fin de tener un reporte más claro sobre la condiciones del equipo que se maneja dentro de la organización, después de realizar algún mantenimiento dentro del área de extrusión. A continuación se mostrará un paso a paso de los componentes que debe llevar un protocolo, ya que de acuerdo a cada equipo suele variar en: marca, diseño y años (vida útil).

### 6.6.1. procedimiento para realizar un protocolo.

- ✓ Debe llevar una identificación y código
- ✓ Puntos de verificación
- ✓ Cada cuanto tiene que realizar el procedimiento
- ✓ Numero de revisiones hechas
- ✓ Un estado del equipo

- ✓ Observaciones
- ✓ Pieza enlazada al equipo

Se debe tener en cuenta al momento de realizar el protocolo de mantenimiento la función específica, como se debe diligenciar y que se encuentre el formato vigente. A continuación se procede a realizar algunos ejemplos de protocolos de las piezas de la extrusora.

		protocolo de ejecución para mantenimiento		
Pieza a verificar: Tablero de mando		Organización: Gilpa Impresores S.A.		
Serial: tm		Servicio a realizar:	Barrio: Fontibon	
Marca: amut		Periodicidad de mantenimiento: Mensual: ___		
Modelo: 1993		Trimestal: ___ Semestral: ___ Anual: ___		
Tipo de mantenimiento:	Preventivo	Se realizó:		
	Autónomo	Si	No	Pendiente
Realizar la configuración de comandos				
Efectuar la limpieza adecuada de la pieza				
Ejecutar los ajustes adecuadamente				
Revisar las conexiones				
Verificación de luces				
Sonido de alarma				
Se tiene control de la energía eléctrica				
Verificación de las tensiones de alimentación al tablero				
Hoja de control de operatividad en orden				
observaciones				
Fecha de realización: Día: ___ Mes: ___ Año: ___				
Tiempo de ejecución: Horas: ___ Días: ___ Mes: ___				
Firma de jefe inmediato:				
Firma de recibido:				

**Figura 37.** Protocolo del tablero de mando. Autoría propia

En este formato se evidencia en que periodos se realiza el mantenimiento también que tipo de mantenimiento se está realizando con las fechas de procedimiento y entrega.

		Protocolo de ejecución para mantenimiento			
Pieza a verificar: Husillo de acero		Organización: Gilpa Impresores S.A.			
Serial: ha		Servicio a realizar:	Barrio: Fontibon		
Marca: amut		Periodicidad de mantenimiento: Mensual: ___			
Modelo: 1993		Trimestal: ___ Semestral: ___ Anual: ___			
Tipo de mantenimiento:		Preventivo	Se realizó:		
		Autónomo			
Realizar una inspección interna					
Realizar la lubricación					
Ajustes de vibración					
Verificación de los calibradores de precisión					
Sistema de sensores de temperatura					
Ajuste de las cuñas					
Verificación de dosificación					
Sistema de alarma					
observaciones					
Fecha de realización: Día: ___ Mes: ___ Año: ___					
Tiempo de ejecución: Horas: ___ Días: ___ Mes: ___					
Firma de jefe inmediato:					
Firma de recibido:					

**Figura 38.** Protocolo de husillo de acero. Autoría propia

Con cada una de las piezas se resalta las observaciones que mas tienen rutina al momento del mantenimiento.

		Protocolo de ejecución para mantenimiento		
Pieza a verificar: Moldes		Organización: Gilpa Impresores S.A.		
Serial: m		Servicio a realizar:	Barrio: Fontibon	
Marca: amut		Periodicidad de mantenimiento: Mensual: ___		
Modelo: 1993		Trimestal: ___ Semestral: ___ Anual: ___		
Tipo de mantenimiento:		Preventivo	Se realizo:	
		Autònomo	Si	No
Verificación de sistemas de dirección				
Realizar limpieza				
Realizar lubricación				
Inspección de ajuste de boquilla				
Verificación de cavidades				
inspección del sistema de presión				
Verificación de espesor				
Toma de temperatura de la burbuja				
observaciones				
Fecha de realización: Día: ___ Mes: ___ Año: ___				
Tiempo de ejecución: Horas: ___ Días: ___ Mes: ___				
Firma de jefe inmediato:				
Firma de recibido:				

**Figura 39.** protocolo de moldes. Autoria propia

En los moldes se debe tener en cuenta la lubricación ya que es fundamental para que al momento de que se comience a generar la burbuja no tenga imperfecciones en el material y genere un reproceso

		Protocolo de ejecución para mantenimiento		
Pieza a verificar: malla		Organización: Gilpa Impresores S.A.		
Serial: m		Servicio a realizar:	Barrio: Fontibon	
Marca: amut		Periodicidad de mantenimiento: Mensual:___ Trimestal:___ Semestral:___		
Modelo: 2017		Anual:___		
Tipo de mantenimiento:		Preventivo	Se realizo:	
		Autònomo	Si	No
Verificación de limpieza				
Verificación de ajuste				
Inspección interna				
Verificación del diametro				
Alarma de generación de grumos				
Inspección de temperatura el momento de la fundición				
Sonido de alarma para cambio				
observaciones				
Fecha de realización: Dia:___ Mes:___ Año:___				
Tiempo de ejecución: Horas:___ Dias:___ Mes:___				
Firma de jefe inmediato:				
Firma de recibido:				

**Figura 40.** Protocolo de malla. Autoría propia

Esta pieza se tiene muy en cuenta ya que es por donde pasa el material que va siendo fundido por el tornillo de extrusión generando una dosificación, por ende toca mantener buena limpieza para que no genere grumos o se queme.

		<b>Protocolo de ejecución para mantenimiento</b>		
Pieza a verificar: Tolva		Organización: Gilpa Impresores S.A.		
Serial: t		Servicio a realizar:	Barrio: Fontibon	
Marca: amut		Periodicidad de mantenimiento: Mensual:___		
Modelo: 1993		Trimestal:___ Semestral:___ Anual:___		
Tipo de mantenimiento:		Preventivo	Se realizo:	
		Autònomo	Si	No
Inspección interna				
Verificación de sensores				
Realizar limpieza				
Verificación de filtros				
Inspección de la capacidad				
Alarma de material mojado				
Verificación de la mezcla				
Verificación del sistema del sistema de encendido				
Inspección de conexiones				
observaciones				
Fecha de realización: Dia:___ Mes:___ Año:___				
Tiempo de ejecución: Horas:___ Dias:___ Mes:___				
Firma de jefe inmediato:				
Firma de recibido:				

**Figura 41.** protocolo de la tolva. Autoria propia

Se debe tener en cuenta los porcentajes de materia prima que se vana intruducir para que no se genere obstruccion en el procedimiento.

		Protocolo de ejecución para mantenimiento		
Pieza a verificar: Calibrador		Organización: Gilpa Impresores S.A.		
Serial: c		Servicio a realizar:	Barrio: Fontibon	
Marca: amut		Periodicidad de mantenimiento: Mensual: ___		
Modelo: 1993		Trimestal: ___ Semestral: ___ Anual: ___		
Tipo de mantenimiento:		Preventivo	Se realizo:	
		Autònomo	Si	No
Inspección interna				
Ajustes necesarios				
Verificación de la carga				
Realizar limpieza				
Control de indicaciones (medidas)				
observaciones				
Fecha de realización: Día: ___ Mes: ___ Año: ___				
Tiempo de ejecución: Horas: ___ Días: ___ Mes: ___				
Firma de jefe inmediato:				
Firma de recibido:				

**Figura 42.** protocolo del calibrador. Autoria propia

Es fundamental que se genere en los tiempos acordados para que al momento de esta tomando el calibre el producto no genere inconsistencias.

	Protocolo de ejecución para mantenimiento			
Pieza a verificar: resistencia	Organización: Gilpa Impresores S.A.			
Serial: r	Servicio a realizar:	Barrio: Fontibon		
Marca: amut	Periodicidad de mantenimiento: Mensual: ___			
Modelo: 1993	Trimestal: ___ Semestral: ___ Anual: ___			
Tipo de mantenimiento:	Preventivo	Se realizo:		
	Autònomo	Si	No	Pendiente
Inspección interna				
Realizar limpieza				
Verificación de conexiones				
Graduación de temperaturas				
Sonido de alarma				
Verificación de potencia de la energia				
Precaución de cableado en el area				
Descargas parciales				
Factor de potencia				
Inspección visual				
observaciones				
Fecha de realización: Dia: ___ Mes: ___ Año: ___				
Tiempo de ejecución: Horas: ___ Días: ___ Mes: ___				
Firma de jefe inmediato:				
Firma de recibido:				

**Figura 43.** Protocolo de resistencia. Autoria propia

Las resistencias son pieza clave ya que por medio de ellas se genera la corriente hacia los moldes por donde va saliendola burbuja de aire y tiene que estar acorde con las temperaturas para que la burbuja no genere rompimiento.

		Protocolo de ejecución para mantenimiento		
Pieza a verificar: Motor	Organización: Gilpa Impresores S.A.			
Serial: m	Servicio a realizar:	Barrio: Fontibon		
Marca: amut	Periodicidad de mantenimiento: Mensual:___ Trimestal:___ Semestral:___			
Modelo: 1993	Anual:___			
Tipo de mantenimiento:	Preventivo	Se realizó:		
	Autónomo	Si	No	Pendiente
Ajustes de tuercas				
Inspección interna				
Realizar limpieza				
Lubricación de los ejes				
Verificación de vibraciones				
Verificación de sobre carga				
Cambio de aceite				
Verificación de desgaste de la jaula o bobinado				
Inspección de efecto giratorio				
Inspección de desgaste de ranuras				
observaciones				
Fecha de realización: Día:___ Mes:___ Año:___				
Tiempo de ejecución: Horas:___ Días:___ Mes:___				
Firma de jefe inmediato:				
Firma de recibido:				

**Figura 44.** Protocolo del motor. Autoria propia

Este protocolo es base ya que por medio del motor se genera la energía a todas las piezas por eso es fundamental generar buena limpieza y lubricación de todas partes para no generar un paro de la máquina.

		<b>Protocolo de ejecución para mantenimiento</b>		
Pieza a verificar: Tornillo		Organización: Gilpa Impresores S.A.		
Serial: t		Servicio a realizar:	Barrio: Fontibon	
Marca: amut		Periodicidad de mantenimiento: Mensual: __		
Modelo: 1993		Trimestal: __ Semestral: __ Anual: __		
Tipo de mantenimiento:		Preventivo	Se realizo:	
		Autònomo	Si	No
Inspección interna				
Lubricación				
Realizar limpieza				
Ajustes de tuercas				
Verificación de tamaño de la pieza				
Verificación de alarma por desajuste de la pieza				
observaciones				
Fecha de realización: Día: __ Mes: __ Año: __				
Tiempo de ejecución: Horas: __ Días: __ Mes: __				
Firma de jefe inmediato:				
Firma de recibido:				

**Figura 45.** Protocolo del tornillo. Autoria propia

Estos tornillos generan la seguridad de las piezas por eso es fundamental generar un buen ajuste y tener programado cada cuanto se tiene que realizar la tarea ya que la planta se maneja 24/7.

		Protocolo de ejecución para mantenimiento		
Pieza a verificar: Rodillo guía / Bobina		Organización: Gilpa Impresores S.A.		
Serial: rg / b		Servicio a realizar:	Barrio: Fontibon	
Marca: amut		Periodicidad de mantenimiento: Mensual: ___		
Modelo: 1993		Trimestal: ___ Semestral: ___ Anual: ___		
Tipo de mantenimiento:		Preventivo	Se realizó:	
		Autónomo	Si	No
Verificación de sensores				
Realizar limpieza				
Lubricación				
Inspección de los brazos de agarre de la bobina				
Inspección interna				
Verificación de alarma				
Sonido de alarma				
Ajustes de la pieza				
Sistema de emergencia				
observaciones				
Fecha de realización: Día: ___ Mes: ___ Año: ___				
Tiempo de ejecución: Horas: ___ Días: ___ Mes: ___				
Firma de jefe inmediato:				
Firma de recibido:				

**Figura 46.** Protocolo del rodillo guía / bobina. Autoría propia

Para finalizar en el rodillo guía o bobina estas piezas trabajan de la mano ya que es donde se va recolectando el producto terminado del proceso de extrusión se debe tener muy presente que si

no se realiza el adecuado mantenimiento el operario se puede accidentar ya que se puede caer el rollo o la bobina no girar como tal.

Se realizan los protocolos de mantenimiento de la máquina extrusora mono husillo EA20 dando a conocer las piezas del equipo del area de extrusión donde se evidencia que aspectos se deben ejecutar, en que periodos y con la finalidad de cada acción. De tal manera que se pueda tener un mayor control sobre cada una de ellas, el / los encargados son los operadores del area de mantenimiento dependiendo la actividad a realizar si es mecánico o eléctrico.

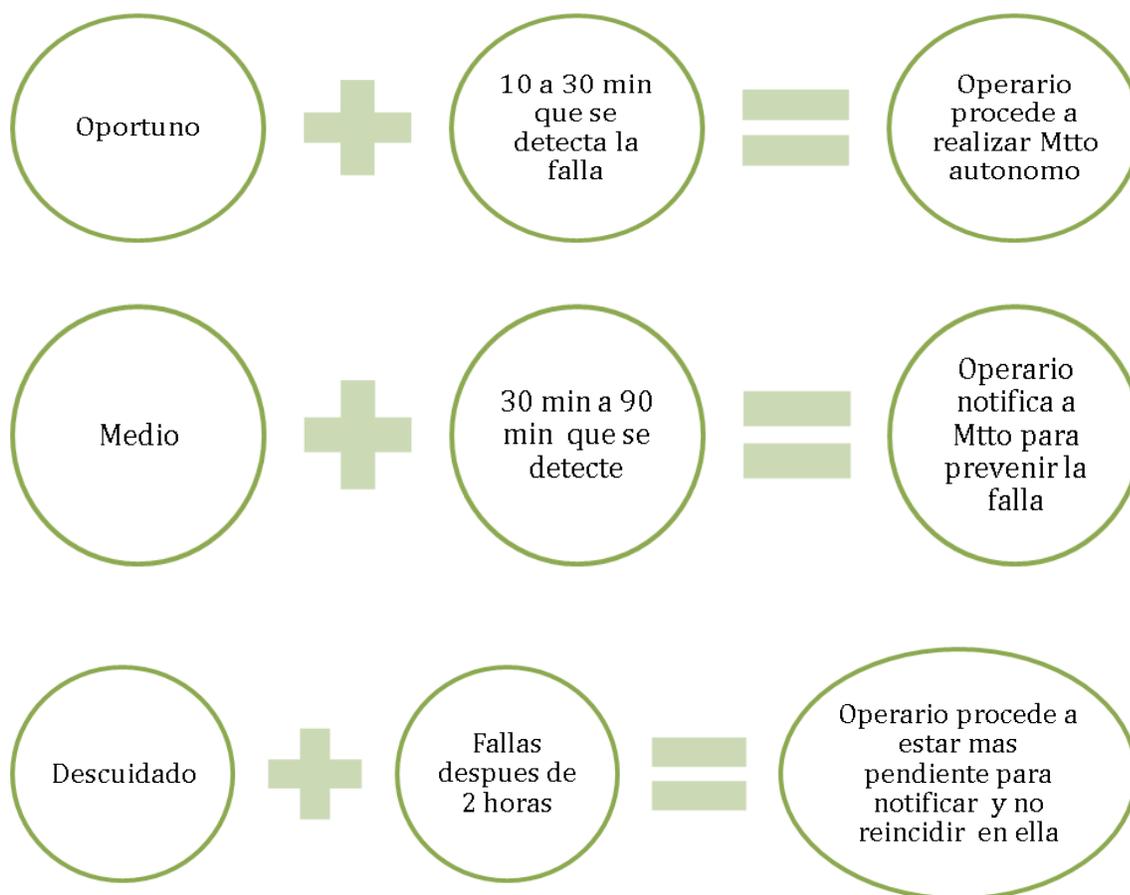
## 7. Plan de mantenimiento planificado

Este pilar es uno de los más primordiales poder llegar a implementar en la organización ya que se busca generar beneficios para ser más competitivos, su objetivo es poder avanzar moderadamente hacia una mejora continua donde se logre (cero averías), realizando las actividades propuestas sujetas a dicho proceso.

Se divide en 4 pasos:

- Verificación de un estado actual
- Evaluar el desgaste de la maquina
- Control de fallas o averías
- Generación de mantenimiento periódico

### 7.1. Control de fallas o averías



**Figura 47.** Fases para prevenir el mantenimiento. Autoría propia

### **7.1.1. Generación de mantenimiento periódico.**

Consisten en generar una inspección del equipo donde se evidencia que fallas o averías están presentando para que a futuro se puedan prevenir.

- Tener muy presente los equipos y compuestos más importantes según su procedimiento
- Planear los estados en los que se encuentra el equipo según el tarjeteo (azul, roja, amarilla) teniendo un estándar diario, semanal, mensual, trimestral o semestral.
- Documentar todos los planes de acción que se ejecuten para tener el control esperado y ver la mejoría a futuro
- Seguimiento de la mejora continua en cada proceso de la máquina de tal manera que se pueda evidencia mejoría en costos, capacitación y demás.

### **7.2. Indicadores mantenimiento planificado, disponibilidad y fallas**

Definición de indicador: es un parámetro con el cual podemos identificar y tener una estadística sobre un procedimiento del proceso que se está realizando, con base a unos costos, calidad y plazo.

Una vez ya se tengan visualizados estas actividades o procedimientos para poder lograr los objetivos que se plantean, se podrían especificar en 4 fases o grupos de calidad total:

- Indicador de calidad: básicamente es para poder satisfacer las necesidades del cliente con base a las especificaciones que indico en primera instancia
- Indicador de plazos: es la productividad de los procesos por cada fase que pasa verificando stock de seguridad, rendimientos tratando de generar un justo a tiempo (just time)
- Indicador de costos: se mide para tener un conocimiento de los recursos en cada proceso de producción que se realiza y así tener un rendimiento de la planta y control más minucioso, costos de mantenimiento y costos de calidad.
- Indicadores de animación y motivación de los empleados: para medir clima laborar dentro de la planta tener un conocimiento de que tan a gustos se encuentran los trabajadores realizando sus funciones, en cuanto a su participación por realizar mejoras continuas, sugerencias de mejoras, prevención de accidentes de trabajos etc. (SACRISTAN F. R., 2001)

#### **7.2.1 Características sobre los indicadores.**

- Son de gran importancia
- Muestran un claro panorama de la situación de los equipos

- Son confiables

### 7.2.2 Ventajas de la organización de tener un control de indicadores.

- Control de la mejora continua
- Visibilidad para generar valores claro y tendencias
- Facilita el benchmarking

MTBF Y MTTR, son indicadores del Mantenimiento para poder tener un estándar promedio de cuantas ocurrencias son generadas en la operación y a su vez tener planes de acción de como repararlas.

MTBF: tiempo medio entre fallas, es el tiempo en que funcionan los equipos sin que generen alguna falla o avería continuas dentro del proceso de producción.

MTBF= tiempo de funcionamiento / total de fallas encontradas

MTTR: es el tiempo medio entre reparación, una medida que estima cuanto tiempo ha estado en reposo mientras es reparado

MTTR= tiempo en reposo / total de fallas encontradas

Con base a estos dos indicadores se obtiene la disponibilidad del sistema de expresión:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MRRT}$$

### 7.2.3. Ejemplo de indicadores de eficiencia en los equipos.

$$\begin{aligned} \text{Eficiencia} = & \frac{\# \text{ de averías monótonas}}{\text{total, de averías}} \\ * & \\ & \frac{\text{Fallas generadas sin causa}}{\text{Total de averías}} \\ * & \\ & \frac{\text{Paradas por averías}}{\text{horas de producción}} \\ * & \end{aligned}$$

**Gestión económica=**

- $\frac{\text{costo total por mantenimiento}}{\text{costo de producción}}$
- $\frac{\text{Costos de personal indirecto, o tercerizado}}{\text{costo de personal de mantenimiento}}$

(GOMEZ, 2017)

Se realiza un breve ejemplo de como se ejecutan estos indicadores

Eficiencia:

1	$\frac{65}{121}$	=	54%
2	$\frac{15}{121}$	=	12%
3	$\frac{35}{216}$	=	16%

**Figura 48.** Ejemplo de indicadores de eficiencia. Autoría Propia

- En el primer indicador la eficiencia vemos que el total de eficiencia es muy alto dado que pues no realizaba un mantenimiento preventivo y esto genera que las piezas se dañen más rápido y más cuando la planta labora 24/7
- En el segundo indicador que las fallas que se generan sin causa esto es algo que uno no puede prevenir como un apagón de luz entre otros aspectos por ende el porcentaje es muy mínimo
- En este indicador las horas de producción no son tan altas dado a los paros generados esto genera que este indicador sea muy bajo.

1	$\frac{\$ 15.000.000}{\$ 14.500.000}$	=	97%
2	$\frac{\$ 8.000.000}{\$ 5.900.000}$	=	74%

**Figura 49.** Ejemplo de indicadores de gestión económica. Autoría propia

- En el primer indicador vemos que no cumple el 100% ya que debido a que se presentaron fallas y demás, no se va producir lo mismo o más esto genera que el personal de mantenimiento o solicitudes de repuestos aumenten y por ende suban los costos.

- En el segundo indicador ya es más bajo dado que contratar personal externo o los repuestos que se solicitan para reparar la maquina son importados.

Una vez realizado los indicadores, se evalúan los más representativos para la organización dentro del área de extrusión., se propone realizar un seguimiento continuo para poder reducir las fallas, averías y paros que presentan los equipos y a su vez mejorar la disponibilidad dentro del área mencionada.

### 7.3. Análisis de criticidad

Para realizar el programa de manteamiento es importante generar el nivel de criticidad en los cuales se encuentran los equipos respecto a la calidad, producción y mantenimiento.

Los criterios en los que se basara serán de la siguiente manera:

#### 7.3.1. Calidad.

- Intervención del equipo en la calidad del proceso final del producto

Tabla 51.

*Intervenciones de equipos*

Calificación	Característica
1	No aplica
2	Mínima
4	Media
5	alta

Fuente: Autoría Propia

#### 7.3.2. Producción.

- Porcentaje de uso en el proceso del equipo

Tabla 52.

*Uso de los equipos en el proceso*

Calificación	Porcentaje
1	< 35 %
3	Entre 35% y 75 %
5	>75 %

*Nota:* Autoría propia.

- Recuperación de producto: se verifica si el producto es posible de recuperar dándole un valor pasándolo a otra máquina.

Tabla 53.

*Recuperación del producto*

Calificación	Descripción
1	Disponibilidad de pasar a otro equipo
3	En espera para paso a otro equipo
5	Sin disponibilidad

*Nota:* Autoría propia.

**7.3.3. Mantenimiento.**

- Costos

Tabla 54.

*Costos de mantenimiento*

Calificación	Costo aproximado
1	<\$ 185.000
2	Entre \$185.000 a \$ 3'000.000
3	Entre \$ 3'000.000 a \$ 6'000.000
4	> \$ 6'000.000

*Nota:* Autoría propia.

- Tiempo de paradas por averías en el mes

Tabla 55.

*Paradas por averías*

Calificación	Horas presentadas
1	< a 1 hora
2	Entre 1 hora y 5 horas
3	Entre 5 horas y 8 horas
4	Mayor a un turno (>8 horas)

*Nota:* Autoría propia.

**7.4.4. Seguridad.**

- Consecuencia que puede tener un operario en caso de emergencia y en cuanto al medio ambiente

Tabla 56.

*Clasificación de riesgo*

Calificación	Descripción
1	Normal
2	Sin precaución
3	Riesgo mínimo
4	Riesgo de infraestructura
5	Alto grado de contaminación

*Nota:* Autoría propia.

Después de realizar las calificaciones, de estas descripciones se generan 5 grupos de criticidad:

- 1) Entre 1 y 5 estos equipos presentan un desgaste básico de lubricación o ajuste
- 2) Entre 5 y 9 son equipos que deben ser sometidos a un procedimiento de mantenimiento correctivo

- 3) Entre 9 y 13 son equipos que están en condiciones aceptables por lo cual deben estar en constante verificación con toda la documentación para dicha actividad que solicite
- 4) Entre 13 y 20 son equipos que se encuentran en un estado crítico el cual debe generarse el plan de mantenimiento preventivo

En la siguiente tabla se muestra la tabla de criticidad de las piezas de los equipos de la planta de producción

Tabla 57.  
*Criticidad de las piezas*

pieza	codigo	Calidad	Producción		Mantenimiento		Seguridad	Valor de criticidad
		intervención en el proceso de calidad al finalizar el producto	% de uso para el proceso del equipo	recuperación del producto	costos mensuales	tiempos de paradas	consecuencia del operario en la maquina y en cuanto al entorno	
motor	mot-001-ex	5	5	3	4	4	3	19
potencias	pot-002-ex	4	3	3	3	4	2	15
cabezal	cbz-003-ex	5	1	3	4	4	2	14
anillo de calibración	adc-004-ex	5	3	1	3	3	2	12
tablero de mando	tdm-005-ex	4	3	1	4	4	1	13
mallas	mal-006-ex	3	1	1	1	1	3	7
tratado	tra-007-ex	5	3	5	4	4	2	18
moldes	mol-008-ex	3	1	1	4	4	3	13
rodillos	rod-009-ex	3	1	1	3	3	2	10

*Nota:* Autoría propia.

## 7.5. Validación de mantenimiento preventivo

A continuación, se realiza la validación de un mantenimiento preventivo para las piezas las críticas del área de producción:

### 7.5.1. Mantenimiento diario.

- Sujeción de la pieza por medio de la mordaza
- Verificar la fijación de los tornillos
- Validar el apoyo de las barras y mandos

- No colocar herramientas ni instrumentos sobre los equipos en movimientos

Limpieza:

- Siempre que un operario termine cualquiera de los 3 turnos limpiar las partes más importantes con los insumos adecuados

Lubricación:

- Verificar la cantidad de aceites en los compuestos para prevenir en caso de falta
- Verificar el goteo de aceite por medio de indicador de flujo
- Lubricar los ejes, tornillos

Normas de seguridad

- Tener siempre toda la dotación que exige la empresa para realizar alguna función
- No dejar encendido el tablero de mando al momento de realizar el cambio de turno sin verificación
- Antes de realizar un mantenimiento señalar por medio de las tarjetas que proceso se va realizar

#### **7.5.2. Mantenimiento semanal.**

Lubricación:

- El operario encargado debe realizar la lubricación y las piezas garantizando un mejoramiento, de tal manera que no genere a futuro un reproceso

Limpieza:

- El personal encargado debe asegurar de limpiar muy detalladamente las piezas al comenzar cada turno con el fin de generar mayor vida útil en los repuestos de los equipos

Mantenimiento Trimestral:

- Inspección mecánica y eléctrica
- Medición eléctrica del consumo de los motores ya que por las jornadas de trabajo tiende a generar mayor desgaste (tres turnos)

Mantenimiento semestral:

- Inspección mecánica
- Limpieza de los filtros de refrigeración y demás piezas realizarlo cada 6000 horas de operación



establecen las fechas correspondientes sin dejar atrás que las últimas dos semanas de diciembre la empresa otorga vacaciones colectivas, por lo cual no se programa ninguna actividad como se evidencia en la figura 24, una vez realizada la actividad de mantenimiento el técnico encargado reporta un informe de que fue lo que realizo y en qué condiciones estaba la pieza. Se realiza un formato para llevar un control de los anteriores mantenimientos mencionado dentro de la organización:

Formato de mantenimiento			
Orden de mantenimiento _____	Urgencia _____	Orden # _____	
Fecha de radicación _____	Tiempo de Mantenimiento _____		
Gilpa Impresores S.A. _____			
Equipo _____	Area del equipo _____	Codigo _____	
Asignación _____	Dia y hora de inicio _____	Tiempo de reparación _____	
	Dia y hora de fin _____		
<b>Procedimiento Realizado</b>	Mantenimiento eléctrico	<input type="radio"/>	Inspección neumática <input type="radio"/>
	Mantenimiento Mecánico	<input type="radio"/>	Inspección hidráulica <input type="radio"/>
	Lubricación general	<input type="radio"/>	
1 Limpieza de rodillos: SI ___ NO ___ 2 Verificación de las cintas: SI ___ NO ___ 3 Verificación correas de transmisión: SI ___ NO ___ 4 Limpieza del sistemas de elevación: SI ___ NO ___ 5 Limpieza de mordazas: SI ___ NO ___ 6 Lubricación de los rodillos de la banda: SI ___ NO ___ 7 Estado de los piñones: buen estado SI ___ NO ___ 8 Sistema eléctrico Condiciones optimas: SI ___ NO ___ 9 Verificación de las resistencias, correcto funcionamiento: SI ___ No ___ 10 Valicación del sistemas de enfriamiento, correcto funcionamiento: SI ___ NO ___ 11 Vericiación de paro de emergencia, correcto funcionamiento: SI ___ NO ___ 12 Ajustes de tornillos, tuercas en general, adecuados para su proceso: SI ___ NO ___ 13 Verificación de las potencias, optimas condiciones: SI ___ NO ___ 14 Carga de energia de los moldes, adecuados para su proceso: SI ___ NO ___ 15 Estado de los sensores, buen estado: SI ___ NO ___ 16 Validación de potenciómetro de temperatura, correcto funcionamiento: SI ___ No ___			
otros trabajos realizados			
Formato NV 01 002 Rev. 05/06/2019			

**Figura 51.** Formato de mantenimiento. Autoría propia

## **8. Mantenimiento autónomo**

### **8.1 Desarrollo del auto mantenimiento**

La finalidad de este pilar es que los operarios de la planta se puedan ir adueñando poco a poco de todo el proceso y así puedan ir adquiriendo más conocimiento en sus actividades cotidianas del mantenimiento,

En primera instancia para que un activo pueda ejercer sus funciones de manera correcta siempre se deben tener o contar con unas condiciones mínimas de orden, limpieza, lubricación, para que el trabajador se valla adueñando poco a poco de su proceso y así poder identificar cualquier otra actividad de tal manera que ese activo pueda llegar a tener una mejor durabilidad en cuando a la vida útil.

Actividades a realizar dentro de la organización:

- Preparación
- Orden y verificación
- Fuentes de contaminación
- Estándares establecidos

#### **8.1.1 Paso 1. Preparación.**

Es dar a conocer a los operadores y operarios de mantenimiento poder cambiar su forma de trabajo ya que son personas que dentro de la organización llevan muchos años de trabajo entonces vienen acostumbrados a una forma de trabajo y ritmo muy diferente a la que hoy en día se requiere y se necesita.

Poder cambiar estas actitudes o comportamientos requiere de algo de tiempo, al momento de adoptar esta metodología del TPM se tiene que creer en la factibilidad de que cada uno de los operadores pueda adoptar por autonomía su rutina de trabajo y/o mejoras

Por eso la capacitación y el adiestramiento es una gran herramienta para poder mejorar poco a poco y por eso se debe hacer enfoque a cursos como: cursos básicos en cada área del mantenimiento en cuando al orden, cuidado, lubricación, fallas, y demás. Sin dejar atrás que se tienen que ajustar a la necesidad de la empresa. Sin esperar que los operadores se vuelvan especialistas en cada área o proceso, pero si lograr a que se puedan adueñar de su activo y la conozcan en su totalidad cuando presente alguna falla. Adicional que todo operario podría

conocer tácticas para dar un mantenimiento correctivo y preventivo al activo que maneja, equipo, herramental, y elementos periféricos.

### **8.1.2 Condiciones básicas.**

Evitar la ocurrencia de irregularidades y por lo tanto de fallas que se puedan presentar dentro del proceso.

Puntos clave:

- Riesgos de la maquina
- Capacitación
- Que genere la causa
- Averías, fallas
- Diagrama del proceso o puesto
- Uso adecuado de limpieza
- Frecuencias, volumen, métodos
- Herramientas a utilizar para la practica

### **8.1.3 Partes de la maquina extrusora.**

Las extrusoras son máquinas industriales utilizadas para realizar varios procesos uno de esos es el de la fabricación del plástico estas extrusoras tienen una gran variedad en toda la industria su funcionalidad es básicamente, procesar toda M.P y material que se reprocesa (Recicla), en este caso tenemos que verificar ya dependiendo de la O.P se verifica la velocidad, temperatura a la que tiene que ir para que el producto salga en óptimas condiciones cuando va siendo fundido por el molde.

Algunos elementos importantes en el proceso de la extrusión son o que debemos tener en cuenta:

- Una velocidad acorde
- La temperatura
- El calibre y grosor

## 8.2 Matriz de riesgo

Se realiza con el fin de verificar que piezas pueden afectar algún proceso en el área de extrusión, adicional se muestran los costos que estarían afectando con los días de paros. Y al final alguna observación para reportar alguna novedad.

			Matriz de riesgo de mantenimiento en el área de Extrusión				Versión:					
							Fecha:					
No			Codigo			Pieza			Nombre Quien Realizo:			
									Secuencia			
Consecuencias							1	2	3	4		
			Producción	Costo de mantenimiento	Seguridad	Medio ambiente	Baja	Minima	Media	Alta		
1	tm	Tablero de mando	Paro del equipo	Daños en promedio de 4,300.000	Verificación de las conexiones	Contaminación baja		X				
2	ha	Husillo de acero	Falla interna	Paros de 10 a 15 días en promedio (30,000.000)	Lesión de operario	Contaminación baja				X		
3	m	Molde	Falla interna	Paros de 2 a 8 días en promedio (8,000.000)	Accidente del operario	Contaminación baja			X			
4	m	Malla	Generación de grumos	Daños en promedio de 1,500.000	Cambio de inmediato	Contaminación media	X					
5	c	Calibrador	No se tiene precisión del producto	Daños en promedio de 400,000	Cambio de inmediato	Contaminación baja	X					
6	r	Resistencia	Falla interna de potencia	Daños en promedio de (11,000.000)	Cambio de inmediato	Contaminación baja				X		
7	m	Motor	Paros del equipo	Daños en promedio de (12,000.000 a 20,000.000)	Accidente del operario	Contaminación media			X			
8	r	Rodillo guía	Demoras en las entregas	Daños en promedio de (3,000.000)	Accidente del operario	Contaminación baja		X				
Observaciones												

**Figura 52.** Matriz de riesgo del equipo extrusión. Autoría Propia

A continuación, se enumera en la figura 52 en que parte están ubicadas las piezas mencionadas anteriormente en la matriz de riesgo.



**Figura 53.** Riesgos en la maquina extrusora. Autoría Propia

En la imagen anterior se muestra algunos riesgos donde el operario se puede ver influenciado.

- Atrapamiento: este se puede dar en los rodillos de embobinado, la cual esta seleccionada con el numero 8
- Resistencia: en esta acción se tiende a dar por electricidad, la cual le da energía a todo el proceso de extrusión.
- Riesgo físico: el operario en todo su turno labora de pie
- Riesgo físico: el ruido que genera la maquina en todo su proceso
- Eléctrico: el cableado que lleva en los moldes está cerca de la burbuja de aire seleccionada con color rojo

### **8.2.1 Riesgo de atrapamiento.**

Puede darse en la parte de los rodillos de embobinado al momento de que el operario ya va a realizar el descargue del producto, en ese caso se pueden presentar lesiones como golpes, aplastamiento, y podría generar perdida de algún miembro si no se usa adecuadamente el proceso.

### **8.2.2 Cómo prevenir.**

Seguir los procedimientos establecidos y manuales por el fabricante de la maquina

Todo mantenimiento que vaya a generar en la maquina una parada siempre debe ir acompañado del personal especializado ya sea (riesgo mecánico y eléctrico), verificar toda conexión y cableado.

### **8.2.3 Formato de registro de actividades.**

En la tabla 59 se muestra el registro de actividades donde se genera una escala de 1 a 5 si cumple con el proceso debidamente

Tabla 58.

*Actividad de mantenimiento autónomo*

No	Conceptos	Secuencia				
		1	2	3	4	5
1	Verificar la maquina si esta encendida o no cuando se entrega o recibe turno				X	
2	Encender las luces en este caso en el turno de noche			X		
3	Verificar resistencias, mallas					X
4	Verificar la limpieza de los rodillos				X	
5	Realizar la limpieza en el cabezal para el cuadro de pedido				X	
6	Verificar que la materia prima no este humeda				X	
7	Verificar que no se encuentren derrames en el piso					X
8	Realizar el descargue del rollo con los elementos adecuados				X	
Observación						

*Nota:* Autoría propia.

### 8.3 Proceso de tarjeteo de defectos

Este procedimiento se realiza con el fin de poder identificar la mayoría de las fallas, daños, averías o defectos que se presenten dentro del mantenimiento de las máquinas con el fin de tener un control más minucioso y poder llevar estadísticas sobre que mejoras se podrían realizar, sin dejar atrás que esto ayudaría bastante tanto a los operarios como al personal de mantenimiento ya que se podrán visualizar a distancia que problemas presentan las máquinas.

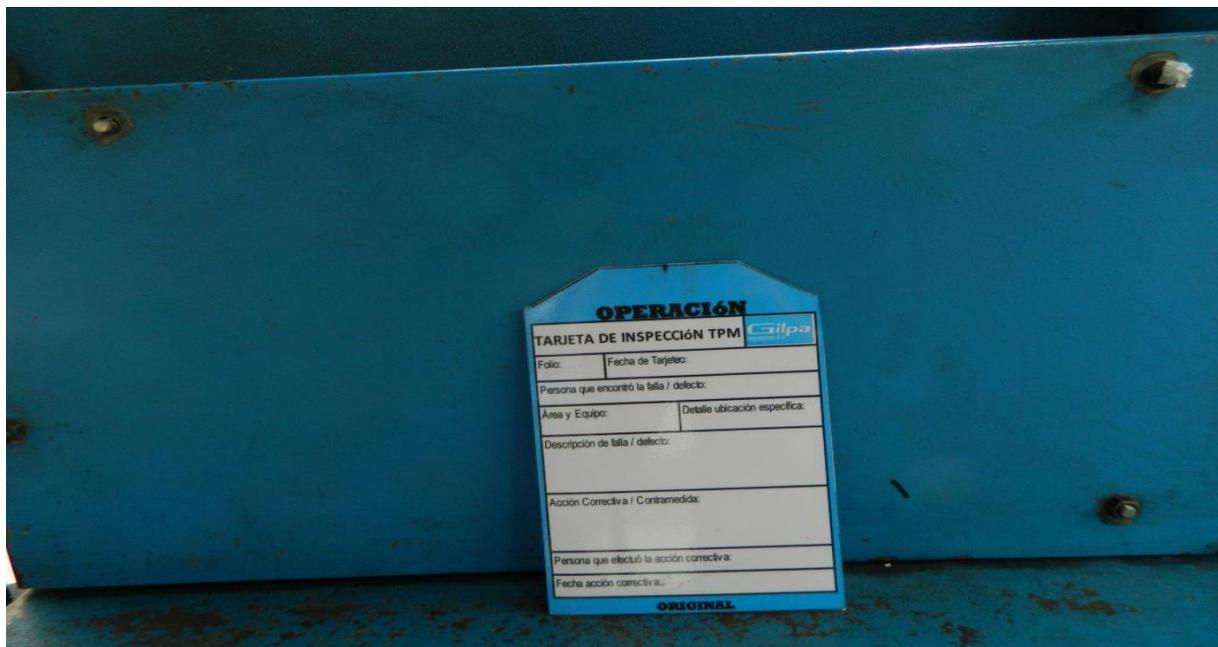
Se manejarían tres tipos de tarjetas que se diseñan donde cada una lleva un color específico

- Tarjeta de operación: esta hace referencia a algunas imperfecciones que se evidencian realizando el proceso de extrusión, lo cual son muy mínimos y pueden ser realizadas por el operario de la maquina ya que no es necesario tener gran conocimiento se denomina por color azul

Ejemplo: desajustes de tornillos, tuercas, corrección de calibre etc

OPERACIÓN	
TARJETA DE INSPECCIÓN TPM	
Folio:	Fecha de Tarjeteo:
Persona que encontró la falla / defecto:	
Área y Equipo:	Detalle ubicación específica:
Descripción de falla / defecto:	
Acción Correctiva / Contramedida:	
Persona que efectuó la acción correctiva:	
Fecha acción correctiva:	

**Figura 54.** Tarjeta de operación. Autoría Propia



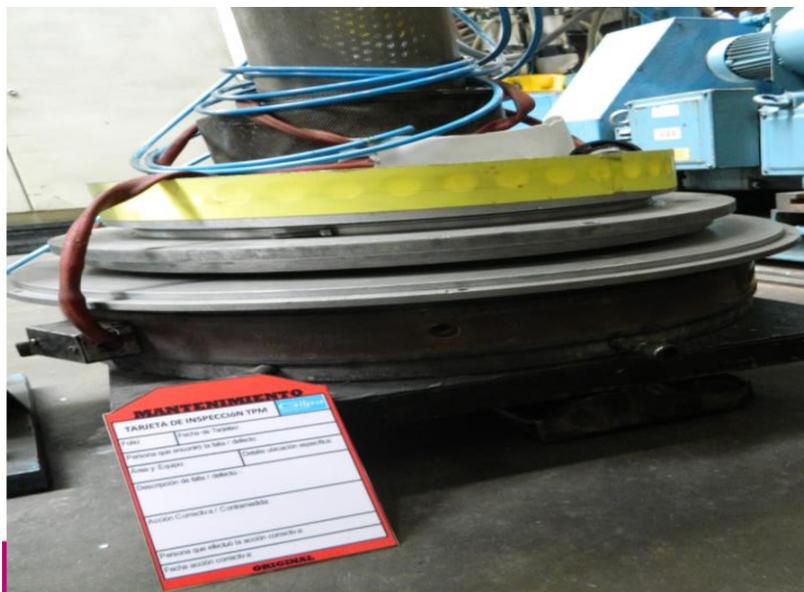
**Figura 55.** Tarjeta operación. Autoría propia

En la imagen anterior se muestra un ejemplo tomado en la planta donde se evidencia que hace falta un tornillo en la parte superior izquierda.

- Tarjeta de mantenimiento: para la realización de esta tarjeta ya es necesario solicitar la ayuda de un personal especializado en el área ya que se requiere un amplio conocimiento, se maneja de color rojo y se utiliza para cambios de repuestos

MANTENIMIENTO	
TARJETA DE INSPECCIÓN TPM	
Folio:	Fecha de Tarjeteo:
Persona que encontró la falla / defecto:	
Área y Equipo:	Detalle ubicación específica:
Descripción de falla / defecto:	
Acción Correctiva / Contramedida:	
Persona que ejecutó la acción correctiva:	
Fecha acción correctiva:	

**Figura 56.** Tarjeta de mantenimiento. Autoría propia



**Figura 57.** Tarjeta de mantenimiento. Autoría propia

En la imagen anterior se realiza un ejemplo del uso de la tarjeta donde se evidencia que se realiza un descargue del molde del cabezal de la máquina para arreglar

- Tarjeta de seguridad: esta tarjeta es usada para prevenir cualquier riesgo donde se vea involucrado el trabajador, como cableado, atrapamiento, falta de piezas o EPP en la maquinaria.

SEGURIDAD	
TARJETA DE INSPECCIÓN TPM 	
Folio:	Fecha de Tarjeteo:
Persona que encontró la falla / defecto:	
Área y Equipo:	Detalle ubicación específica:
Descripción de falla / defecto:	
Acción Correctiva / Contramedida:	
Persona que efectuó la acción correctiva:	
Fecha acción correctiva:	
<b>ORIGINAL</b>	

Figura 58. Tarjeta de seguridad. Autoría propia



Figura 59. Tarjeta de seguridad. Autoría propia

En la imagen anterior se realiza un ejemplo de aplicación para la tarjeta de seguridad donde se puede presentar un riesgo de atrapamiento al momento de descargar el rollo y bajarlos de los rodillos ya que este paso se hace con la maquina en funcionamiento y va a una velocidad moderada.

### 8.3.1 Control de defectos para mantenimiento autónomo.

Se realiza un control de detección de defectos para verificar el comportamiento de las fallas que se presentan en los tres (3) turnos dentro del área de extrusión.

Tabla 59.

#### *Seguimientos de fallas y reparaciones*

				Jefe Inmediato:				Versión:		
				Fecha:				Area:		
				Quien lo realiza:						
SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Resultados
FECHA	1/07/2019	8/07/2019	15/07/2019	22/07/2019	29/7/2019	8/08/2019	15/08/2019	22/08/2019	1/09/2019	10/10/2019
FALLAS PRESENTADAS	7	13	14	8	21	11	11	27	9	121
REPARACIONES	4	9	10	14	17	6	3	22	1	86
Observación										

*Nota:* Autoría propia.

En la siguiente tabla se anotan los nombres de los operarios que recolectaron las fallas y a su vez que lograron solucionar el inconveniente.

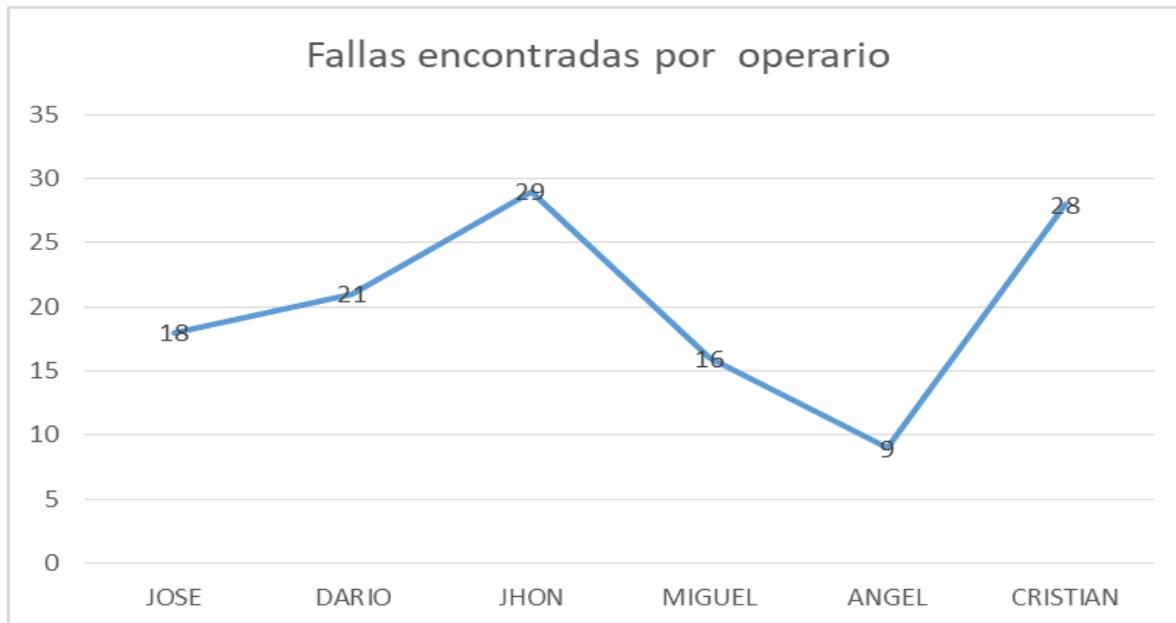
Tabla 60.

*Seguimientos de fallas y reparaciones por operario*

	Versiòn:	
	Fecha: 10/10/2019	
	Quien lo realiza:	
OPERARIO	FALLAS	REPARACIONES
JOSE	18	10
DARIO	21	14
JHON	29	27
MIGUEL	16	9
ANGEL	9	5
CRISTIAN	28	21
<b>TOTAL</b>	<b>121</b>	<b>86</b>
Observaciòn		
Se realiza una prueba de los tres (3) turnos que maneja la planta, de fallas encontradas y a su vez las reparaciones que se realizaron en las semanas anteriores		

Nota: Autoría propia.

En es la figura 59 se grafican las fallas encontradas por lo operarios y las reparaciones que lograron completar.



**Figura 60.** Fallas encontradas por operario. Autoría propia

En la tabla 62 se genera el porcentaje de las fallas encontradas en cada tarjeteo que se puso a prueba donde se obtiene un gran porcentaje en la tarjeta de color azul (operación).

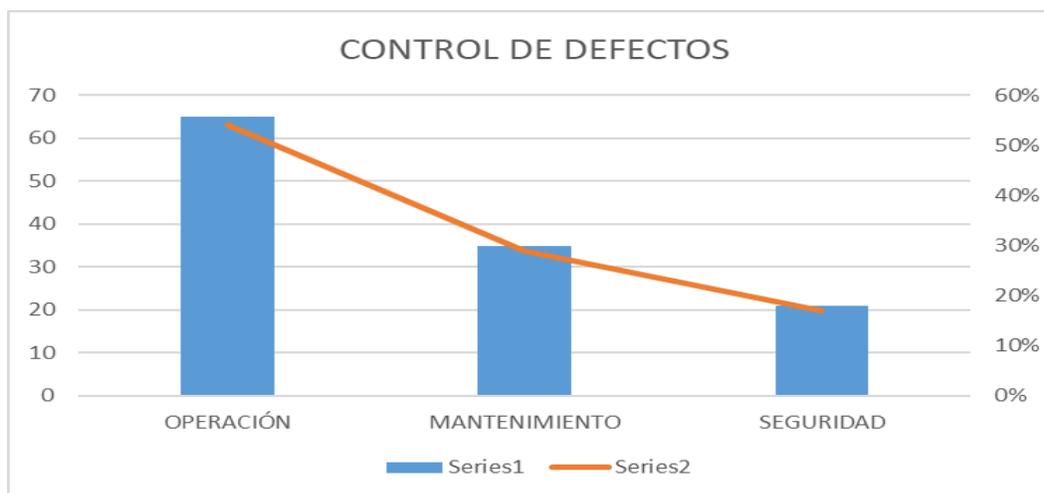
Tabla 61.

*Control de defectos del Tarjeteo con su porcentaje*

	Versión:	
	Fecha: 10/10/2019	
	Quien lo realiza:	
<b>DEPENDENCIA</b>	<b>ENCONTRADAS</b>	<b>%</b>
OPERACIÓN	65	54%
MANTENIMIENTO	35	29%
SEGURIDAD	21	17%
TOTAL	121	100%
Observación		

*Nota:* Autoría propia.

En la figura 60 se genera la gráfica del control de los defectos encontrados en la tabla 62 donde se evidencia que el tarjeteo de color azul (operación) es el más alto.



**Figura 61.** Control de defectos tarjeteo. Autoría propia

En las tablas y graficas ilustradas anteriormente se realiza el tarjeteo de detección de fallas y averías dentro del área de extrusión, estos datos son utilizados como base. De cómo se debe realizar el procedimiento de este pilar para una futura auditoria. En cuanto a fallas detectadas por

los trabajadores se resalta que: donde más se detectaron fallas o defectos fue en el turno de noche ya que no se tiene un personal de mantenimiento, por ende se sugiere que se establezca como mínimo un trabajos de mantenimiento en ese turno para poder tener un control y que se pueda solucionar la falla que encontró el operario de la máquina para que no se generen demoras o reproceso en las entregas.

### **8.3.2 Fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso.**

Esta actividad se realiza con el fin de lograr reducir los tiempos de pre alistamiento en la maquinaria y así mantener en óptimas condiciones el lugar de trabajo del operario y la maquina (orden, lubricación, inspección)

Con el área de difícil acceso se busca:

- Minimizar los tiempos de limpieza
- Tener más visibilidad de las partes de la maquina

### **8.3.3. Fuentes de contaminación.**

- 1) Superficies: en este caso en la parte superior de la maquina se coloca un plástico de tal manera de que no deje traspasar el polvo y demás agentes contaminantes que generen algún reproceso en la producción de la película
- 2) La tolva: ya que es donde se introduce la materia prima para la realización de la película siempre debe estar tapado para no generar contaminación.
- 3) Gravímetros: donde se genera la mezcla de la materia prima siempre tienen que estar cerrados
- 4) Cabezal: ya que toca estar en constante orden y limpieza para que la burbuja de la película no genere imperfecciones

### **8.3.4. Fuentes de contaminación imagen (maquina Extrusora)**

Como se indica anteriormente se enumeran cuatro (4) fuentes de contaminación, las cuales si no se tienen en cuenta generarían que el producto (plástico) se contaminara y esto ocasionaría que al momento de verificación por calidad no lo aprobaran, generando demoras en las entregas.



**Figura 62.** Fuentes de contaminación. Autoría propia

- Superficie: utilizada para que no caigan objetos y demás accesorios en la película
- Tolva: como se menciona anteriormente es donde se introduce la materia prima
- Gravímetro: en este paso cuando ya está introducido el material, lo que genera es proporcionar las cantidades exactas para que la solicitud del cliente se acorde
  - Cabezal: donde es formada la burbuja de aire y el operario debe tener contante cuidado de no contaminar la película para no generar reproceso y más desperdicio

### **8.3.5 Pautas para la inspección.**

Para esta acción primordial poder identificar las condiciones de la máquina para poder prevenir el desgaste de los compuestos (partes) teniendo como una base la buena filosofía del TPM partiendo del pilar Autónomo. Para esto se elabora un formato LIL

### 8.3.6 ¿Qué es el LIL?

Es a lo que se desea llegar para que la maquinaria pueda tener una vida útil larga, identificando que partes se encuentran con desgastes y futuras a generar daños o averías. Las normas son generadas por el operador debido a que conocen a la perfección los equipos y demás. Cabe de resaltar que en este formato solo se resaltarán las partes más importantes de la máquina para tener una periodicidad ya sea diaria, semanal, mensual, trimestral, semestral o anual. Y así poder tener un estándar, de que piezas son las que más necesita cuidados o cambios en su defecto.

Ejemplo formato LIL

Tabla 62.

*Ejemplo de Formato de procedimiento lil*

EJEMPLO DE FORMATO LIL PARA MANTENIMIENTO AUTONOMO (LIMPIEZA, LUBRICACION Y ORDEN)					
AREA	PRODUCCION	FECHA DE MANTENIMIENTO		5/10/2019	
#	MAQUINA	EXTRUSORA	ENCARGADO	JUAN PEÑA	
	PARTE A INSPECCIONAR	PROCEDIMIENTO	ESTANDAR	TIEMPO APROXIMADO	
	1	CABEZAL	AL MOMENTO DE REALIZAR EL NUEVO PEDIDO DE LA O.P EL OPERARIO DEBE LIMPIAR CON UN OBJETO DE ASEO (LIMPION)	DEBE CUMPLIRSE CADA VEZ QUE SE CAMBIE DE O,P	10 A 15 MINUTOS
	2	RODILLOS DE EMBOBINADO	SE DEBE REALIZAR AL MOMENTO DEL DESCARGUE DE LOS ROLLOS, TENIENDO CONTROL SOBRE LOS RODAMIENTOS QUE NO SUFRAN ALGUN GOLPE	CADA ROLLO APROXIMADAMENTE ENTRE 30 A 60 KILOS	5 A 10 MIN
	3	MALLAS	REALIZA EL CAMBIO CUANDO LA PELICULA COMIENZA A SALIR CON GRUMOS O PARTES QUEMADAS	CAMBIO DOS VECES POR PEDIDO	10 A 20 MIN
	4	CABLEADO DE RESISTENCIA	REALIZAR EL DESARME DE LA PIEZA DEL MOLDE PARA LIMPIAR A PROFUNDIDAD DE TAL MANERA QUE NO GENERE REPROCESOS A LARGO PLAZO	GENERARLO CADA DOS MESES	60 A 120 MIN
	5	MOTOR CHILLER	DESMONTAR LA PIEZA Y REALIZAR LA VERIFICACION DE LA TEMPERATURA Y CONTROL DE INSTRUMENTOS	GENERARLO CADA 5 MESES DEPENDIENDO EL USO D'ELA MAQUINA YA QUE EN LA MAYORIA DE LOS CASOS SE TRABAJAN	60 A 120 MIN

*Nota:* Autoría propia.

### **9. Relación costo / beneficio**

Se realiza un estudio como primera fase:

- 1) Se propone realizar progresivamente capacitaciones para los operarios tanto de mantenimiento como para los operarios que manejan los equipos con el fin de generar un aumento superior en su disponibilidad hasta del 82% mejorando la efectividad global.
- 2) La producción inicial en (promedio de 34.000) toneladas anual con la propuesta en marcha se plante un aumento para los próximos años de un 8% de tal manera que se pueda realizar una utilización plena.
- 3) Los estudios realizados recomiendan poder realizar compra de piezas para los equipos el cual algunos vendrían siendo importados y se estima un costo de 233.000.000 donde un 10% corresponde a los costos de importación, y otras piezas que son generadas dentro del país correspondientes a 123.000.000.
- 4) Para la generación de los envíos de los proveedores de insumos y materias primas adicionales se requerirá otro vehículo por un valor de 57.000.000

Se realiza una proyección de las ventas de los 5 años siguientes (aproximado), donde se presentan 4 productos (rollo, funda, bolsa, y laminado). Dándoles un precio unitario de \$ 3.500 c/u en la tabla 65 se muestra una cantidad (aproximada) de producción que se genera en la organización sobre cada producto.

Tabla 63.  
Costos de los productos de los próximos 5 años

PRODUCTOS	PERIODOS	2019			2020			2021			2022			2023		
		CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VENTA ANUAL												
<b>rolo</b>	Semestre 1	58.500	3.500	204.750.000	59.085	3.623	214.035.413	60.267	3.753	226.180.925	62.075	3.869	240.167.018	64.558	3.993	257.778.852
	semestre 2	58.500	3.500	204.750.000	59.085	3.623	214.035.413	60.267	3.753	226.180.925	62.075	3.869	240.167.018	64.558	3.993	257.778.852
<b>VENTAS TOTALES DEL PRODUCTO 1</b>		<b>117.000</b>		<b>\$ 409.500.000</b>	<b>118.170</b>		<b>\$ 428.070.825</b>	<b>120.533</b>		<b>\$ 452.361.850</b>	<b>124.149</b>		<b>480.334.036</b>	<b>129.115</b>		<b>515.557.705</b>
<b>funda</b>	Semestre 1	49.000	3.500	171.500.000	49.490	3.623	179.302.270	48.419	3.753	181.718.008	49.872	3.869	192.954.698	51.867	3.993	207.104.377
	semestre 2	49.000	3.500	171.500.000	49.490	3.623	179.302.270	48.419	3.753	181.718.008	49.872	3.869	192.954.698	51.867	3.993	207.104.377
<b>VENTAS TOTALES DEL PRODUCTO 2</b>		<b>98.000</b>		<b>\$ 343.000.000</b>	<b>98.980</b>		<b>\$ 358.604.540</b>	<b>100.960</b>		<b>\$ 378.901.379</b>	<b>103.988</b>		<b>402.331.073</b>	<b>108.148</b>		<b>431.834.659</b>
<b>bolsa</b>	Semestre 1	63.000	3.500	220.500.000	63.630	3.623	230.531.490	64.903	3.753	243.579.458	66.850	3.869	258.641.404	69.524	3.993	277.607.995
	semestre 2	47.000	3.500	164.500.000	47.470	3.623	171.983.810	48.419	3.753	181.718.008	49.872	3.869	192.954.698	51.867	3.993	207.104.377
<b>VENTAS TOTALES DEL PRODUCTO 3</b>		<b>110.000</b>		<b>385.000.000</b>	<b>111.100</b>		<b>402.515.300</b>	<b>113.322</b>		<b>425.297.466</b>	<b>116.722</b>		<b>451.596.103</b>	<b>121.391</b>		<b>484.712.372</b>
<b>laminado</b>	Semestre 1	53.000	3.500	185.500.000	53.530	3.623	193.939.190	54.801	3.753	204.916.052	56.239	3.869	217.587.213	58.488	3.993	233.543.234
	semestre 2	47.000	3.500	164.500.000	47.470	3.623	171.983.810	48.419	3.753	181.718.008	49.872	3.869	192.954.698	51.867	3.993	207.104.377
<b>VENTAS TOTALES DEL PRODUCTO 4</b>		<b>100.000</b>		<b>350.000.000</b>	<b>101.000</b>		<b>365.923.000</b>	<b>103.020</b>		<b>386.634.060</b>	<b>106.111</b>		<b>410.541.911</b>	<b>110.355</b>		<b>440.647.611</b>
<b>TOTAL VENTAS ANUALES</b>		<b>425.000</b>		<b>\$ 1.487.500.000</b>	<b>429.250</b>		<b>\$ 1.555.113.665</b>	<b>437.835</b>		<b>\$ 1.643.194.755</b>	<b>450.970</b>		<b>\$ 1.744.803.123</b>	<b>469.009</b>		<b>\$ 1.872.752.346</b>
<b>TOTAL IMPUESTO DE IVA:</b>				238.000.000			248.818.186			262.911.161			279.168.500			299.640.375

Nota: Autoría propia.

En esta primera tabla se muestran los productos que realiza la maquina extrusora, Con base a los costos que se generan son de clase V algo ponderado ya que por confidencialidad no son suministrados en su totalidad. En cada año se visualiza la inversión que realizo la organización con base a cada solicitud del cliente. Adicional en estos gastos también están incluidos los de mano de obra.

A continuación, se genera los ingresos (aproximados) generados en la planta ver (Tabla 66) donde se tienen los conceptos de lo que se practicó donde el primer año hace referencia a el año 2019 donde se genera un aumento en los costos de fabricación, costos directos, costos en producción, en calidad y en mantenimiento, debido a las fallas que se evidenciaron durante el procedimiento realizado. Sin embargo, en los siguientes años ya una vez con la puesta en marcha se comienza a ver una reducción lo cual es significativa para la empresa.

Tabla 64.  
*Costo de mantenimiento segundo periodo del año*

PERIODO	1	2	3	4	5
<b>INGRESOS</b>	\$ 80.000.000,00	\$ 81.600.000,00	\$ 83.232.000,00	\$ 84.896.640,00	\$ 86.594.572,80
<b>COSTOS DE FABRICACION</b>	\$ 41.321.000,00	\$ 69.109.758,38	\$ 70.890.446,30	\$ 73.087.168,62	\$ 75.399.627,05
<b>COSTO DIRECTO</b>	\$ 39.105.333,00	\$ 42.937.815,90	\$ 45.084.706,70	\$ 47.338.942,03	\$ 49.705.889,13
Materia	\$ 17.123.333,00	\$ 17.979.499,65	\$ 18.878.474,63	\$ 19.822.398,36	\$ 20.813.518,28
Materiales directos					
Mano de obra	\$ 15.450.000,00	\$ 16.222.500,00	\$ 17.033.625,00	\$ 17.885.306,25	\$ 18.779.571,56
Prestaciones	\$ 6.532.000,00	\$ 8.735.816,25	\$ 9.172.607,06	\$ 9.631.237,42	\$ 10.112.799,29
<b>GASTOS DE FABRICACION</b>	\$ 2.642.350,00	\$ 2.675.942,48	\$ 2.809.739,61	\$ 2.950.226,59	\$ 3.097.737,92
Materiales indirectos	\$ 950.000,00	\$ 898.974,98	\$ 943.923,73	\$ 991.119,92	\$ 1.040.675,91
Mano de obra indirecta	\$ 1.100.000,00	\$ 1.155.000,00	\$ 1.212.750,00	\$ 1.273.387,50	\$ 1.337.056,88
Prestaciones	\$ 592.350,00	\$ 621.967,50	\$ 653.065,88	\$ 685.719,17	\$ 720.005,13
<b>OTROS GASTOS INDIRECTOS</b>	\$ 23.646.000,00	\$ 23.496.000,00	\$ 22.996.000,00	\$ 22.798.000,00	\$ 22.596.000,00
Depreciación de la fabrica	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000,00
Servicios					
Mantenimiento	\$ 8.500.000,00	\$ 8.350.000,00	\$ 7.850.000,00	\$ 7.652.000,00	\$ 7.450.000,00
Seguros					
Impuestos					
Amortización de diferidos	\$ 14.146.000,00	\$ 14.146.000,00	\$ 14.146.000,00	\$ 14.146.000,00	\$ 14.146.000,00
Otros					
<b>GASTOS DE CALIDAD</b>					
Gastos de prevencion	\$ 21.500.000,00	\$ 17.200.000,00	\$ 13.760.000,00	\$ 11.008.000,00	\$ 8.806.400,00
Investigacion y desarrollo					
Capacitación	\$ 8.542.000,00	\$ 6.833.600,00	\$ 5.466.880,00	\$ 4.373.504,00	\$ 3.498.803,20
Producción					
mejora continua	\$ 6.312.000,00	\$ 5.049.600,00	\$ 4.039.680,00	\$ 3.231.744,00	\$ 2.585.395,20
tiempos de entrega					
Control de procesos.					
<b>Mantenimiento</b>					
Formación.	\$ 8.542.000,00	\$ 6.833.600,00	\$ 5.466.880,00	\$ 4.373.504,00	\$ 3.498.803,20
Mantenimiento preventivo.	\$ 7.502.000,00	\$ 6.001.600,00	\$ 4.801.280,00	\$ 3.841.024,00	\$ 3.072.819,20
Mantenimiento Autónomo	\$ 5.500.300,00	\$ 4.400.240,00	\$ 3.520.192,00	\$ 2.816.153,60	\$ 2.252.922,88
<b>Producción</b>					
Inspecciones de materiales.	\$ 2.540.000,00	\$ 2.032.000,00	\$ 1.625.600,00	\$ 1.300.480,00	\$ 1.040.384,00
Inspección de procesos y de equipos.	\$ 9.354.000,00	\$ 7.483.200,00	\$ 5.986.560,00	\$ 4.789.248,00	\$ 3.831.398,40
<b>Producción</b>					
Desperdicios. Reprocesos.	\$ 31.325.000,00	\$ 25.060.000,00	\$ 20.048.000,00	\$ 16.038.400,00	\$ 12.830.720,00
Reparaciones.	\$ 8.530.400,00	\$ 6.824.320,00	\$ 5.459.456,00	\$ 4.367.564,80	\$ 3.494.051,84
<b>Mantenimiento</b>					
Paradas en la línea de producción.	\$ 123.592.000,00	\$ 49.436.800,00	\$ 19.774.720,00	\$ 7.909.888,00	\$ 3.163.955,20
<b>Total costo de operación</b>	\$ 405.348.066,00	\$ 344.484.235,15	\$ 302.620.586,90	\$ 283.311.016,25	\$ 274.274.534,26

Nota: Autoría propia.

Ya con la propuesta de los pilares como se evidencia anteriormente se ve una mejoría concientizando a los trabadores que logrando tener un reporte detallado de todos los fallos, averías y demás, se logra reducir algunos gastos lo cual es óptimo para la empresa, y a su vez desde el área de mantenimiento generando todo un plan para prevenir y generar en el equipo un estado de vida más útil, más duradero

## Conclusiones

Con el presente trabajo se busca generar conciencia a los trabajadores sobre la importancia de poder llegar a implementar algunos pilares del TPM en este caso, los dos que se sugieren temporalmente son mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado como se evidencia en el anterior trabajo son los dos que se aplicaron dentro de la organización. Logrando reducir por el desperdicio y generando un aumento de la productividad reduciendo los paros de los equipos con base a unos cronogramas

Se puede apreciar que con estos pilares se lograría obtener una gran reducción en las pérdidas por fallas y averías en los equipos, así mismo poder tener más disponibilidad para producir más y mejorar la productividad, sin olvidar que se estarían reduciendo los costos innecesarios por mantenimiento correctivo. Todo enlazado a un mantenimiento preventivo y predictivo sin dejar atrás que con los indicadores y mejoras de las máquinas llegando a futuro poder automatizar.

Como se muestra en el trabajo anteriormente la aplicación de dos pilares del TPM mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado la ejecución del paso a paso dando solución de los objetivos mencionados, comenzando por un diagrama de Pareto donde primero se identifican las posibles causas que están generando el desperdicio. Se toman como base principal atacar las dos primeras que son un deficiente mantenimiento mecánico y deficiente mantenimiento eléctrico, teniendo como referencia en libro de (SACRISTAN F. R., 2001MADRID ESPAÑA) en su libro manual del mantenimiento integral en la empresa.

Después de este procedimiento se genera el cálculo del OEE como lo menciona (SACRISTAN F. R., 2001MADRID ESPAÑA) es necesarios para poder determinar que disponibilidad, rendimiento y calidad tienen dentro de la organización los equipos, lo cual cuando se desarrolló este objetivo se evidencia que se tiene un buen manejo en cuanto a calidad y rendimiento pero la disponibilidad no es buena debido a las fallas, averías y paros que se generaron en los primeros meses del año 2019. Ya que no se tenía ningún control, para completar se realiza la aplicación del autónomo y planificado donde se genere conciencia de la importancia de cada pilar y al momento de generarlos se comienza a evidenciar el cambio en cada proceso que realiza el operario y personal de mantenimiento donde se diseñaron las tarjetas de defectos para lograr seguimiento de cual problema es el más repetitivo en los equipos.

Sin dejar atrás que la planta no manejaba en el turno de la noche trabajadores de mantenimiento mecánico lo que dificultaba en ocasiones tener un seguimiento de las fallas

presentadas en ese turno, con estas tarjetas de operación, de mantenimiento, o de seguridad se busca que los operarios encargados de las maquinas si alguna de ellas presenta una falla coloque una tarjeta para tener como referencia y al siguiente día los encargados puedan generar el seguimiento que se solicite. Logrando reducir los reprocesos y costes por repuestos y reprocesos en el sistema productivo y así acostumbrar a los operarios a una nueva filosofía.

Y con el mantenimiento planificado se proponen los formatos para tener el control de cada cuanto los equipos y las partes necesitan realizar un mantenimiento logrando tener una vida útil más larga y reduciendo los costes como se menciona anteriormente

### **Recomendaciones**

La importancia de poder lograr una implementación completa de estos ocho pilares, teniendo en cuenta la amplitud de la misma se recomienda seguir generando nuevos conocimientos y mejorar las capacidades de los trabajadores dando como finalidad una mejora en cada proceso, actualizándose en el mundo de hoy ya que a futuro todos los sistemas tienden a ser automatizados o tienen como finalidad ser automatizados para ser más competitivos en el mercado

Por otra parte, sería bueno generar un balance score card para poder llevar a cabo un control más minucioso de los procedimientos dentro de la planta y en cada una de sus áreas generando estos indicadores, para poder llegar a estandarizarlos y tener datos concretos de que mejoras o falencias se siguen presentado. Como base a ello actuar con el fin de la mejora continúa manteniendo una filosofía del TPM

## Referencias

- Tecnología de los plásticos. (n.d.). retrieved may 2, 2019, from <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/>
- Richardson y lokensgard (2003) España Madrid. Thomson editores (pg. 189-214)
- Norma técnica colombiana ntc 4788, Bogotá d.c., [www.icontec.org](http://www.icontec.org)
- Artículo 78, constitución política de Colombia.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2003). Metodología de la investigación. México D.F.: McGraw-Hill/Interamericana de editores, S.A. DE C.V.
- Rey, F. (2001). Mantenimiento total de la producción (TPM): proceso de implantación y desarrollo. FC Editorial, 2001 // ISBN 8495428490, 9788495428493.
- ISO-55000. (2019). Gestión de activos — Aspectos generales, principios y terminología. Colombia: Recuperado de: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:55000:ed-1:v2:es>
- Rey. F. (2001) mantenimiento total de la producción (tpm) proceso de implantación y desarrollo. Madrid España editorial Fundación confemetal
- López Martínez R. I. (2015). Pigmentación de termoplásticos con microesferas tipo master batch. (tesis instituto politécnico nacional. Escuela superior de ingeniería química e industrias extractivas). Recuperado de: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/pigmentación/de termoplásticos. /pdf>
- Rey, F. (2001). Manual del mantenimiento integral en la empresa. Madrid España editorial Fundación confemetal
- Sierra Álvarez G. A. (2004). Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica industrias AVM S.A (tesis universidad industrial de Santander escuela de ingeniería mecánica). Recuperado de: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2004/112490.pdf>
- Valdés Atencio J. R. y San Martin Pacheco E. A. (2009) diseño de un plan de mantenimiento preventivo y predictivo aplicado a los equipos de la empresa remaplast (tesis universidad de Cartagena programa administración industrial). Recuperado de: <file:///TENIMIENTO%20PREVENTIVO-PREDICTIVO%20APLICADO%20A%20LOS%20EQUIPOS%20DE%20LA%20EMPRESA%20REMAPLAST%20JORGE%20LUIS%20VALDES%20ATENCIO.pdf>
- [https://www.insst.es/documents/94886/326827/ntp\\_333.pdf/10fae1d9-91bb-4a75-bb92-81bd0ad9dcf3](https://www.insst.es/documents/94886/326827/ntp_333.pdf/10fae1d9-91bb-4a75-bb92-81bd0ad9dcf3)

Descripción de la unidad de extrusión, diseño del cabezal de extrusión y cortador de parison.

Capítulo 3 Recuperado de:

[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lim/tello\\_c\\_vr/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/tello_c_vr/capitulo3.pdf)

Fernández Álvarez E (2018) Gestión del mantenimiento: lean maintenance y tpm

<http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/47868/1/Gesti%C3%B3n%20de%20Mantenimiento.%20Lean%20Maintenance%20y%20TPM.pdf>

Riaño guerrero Z. D. / Pataquiva Cortez B. A. (2019). Propuesta para implementación de pilares del mantenimiento productivo total (TPM) en una fábrica de pinturas (tesis universidad agustiniana) Recuperado de: <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/5992/1/1447.pdf>

Martínez Sánchez I. (2009). Diseño de un modelo para aplicar mantenimiento productivo total a los sectores de bienes y servicios (tesis escuela superior de ingeniería mecánica y eléctrica) <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/5992/1/1447.pdf>

Casilimas Macías C. L. / Poveda Quintero R. A. (2012). Implementación del sistema de indicadores de productividad y mejoramiento OEE (overall effectiveness equipment) en la línea tubería en corpacero S.A. <http://udistrital.edu.co:8080/documents/138588/3157626/implementacion+oee.pdf>

Sánchez Pérez D. A. / Lozada Arias J. A. (2013). Estructura del mantenimiento productivo total (TPM) como herramienta de mejoramiento continuo en la línea de inyección de aluminio fábrica de motores y ventiladores siemens S.A. <http://udistrital.edu.co:8080/documents/proyecto+de+grado+tpm.pdf>

Extrusión [https://fido.palermo.edu/servicios\\_dyc/blog/docentes/trabajos/23839\\_78929.pdf](https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/blog/docentes/trabajos/23839_78929.pdf)

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15585/1/t%c3%89nicas%20de%20mantenimiento%20predictivo.%20metodologia%20de%20aplicaci%c3%93n%20en%20las%20organizaciones.pdf>

Quispe Segura J. E. (2017). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento para un establecimiento de venta al público de GNV. (tesis universidad nacional mayor de san marco).

Recuperado de:

[http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/6969/quispe\\_sj.pdf?sequence=1&isallowed=y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/6969/quispe_sj.pdf?sequence=1&isallowed=y)

Programa de las naciones unidas para el medio ambiente (2018) plásticos de un solo uso (artículo) [wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25496/singleUsePlastic\\_SP.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25496/singleUsePlastic_SP.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Ardila Marín J. G., Ardila Marín M. I. Rodríguez Gaviria D., Hincapié Zuluaga D. A. (2016) La gerencia del mantenimiento (artículo) <http://www.scielo.org.co/pdf/diem/v14n2/v14n2a09.pdf>

## Anexos

## Anexo A

Se realiza una calificación a escala de 1 a 5 donde 1 es deficiente, 3 aceptable y 5 excelente		excelente (5)	aceptable (3)	versión 2	<b>Resultados</b>
		deficiente (1)			
		Bogotá		cod:001	
		Jefe de planta: Miguel bolivar		Fecha: 22-02-2019	
#	Inspección			ptos	
1	la tasa de defectos es muy seguida			1	
2	presenta reprocesos la maquina seguido			3	
3	los tiempos de espera para ajustar una pieza son largos			1	
4	se generan retrasos en las entregas			3	
5	se realiza la limpieza de la maquina seguido			1	
6	se mantiene una velocidad apropiada para el producto			5	
7	es muy minima la tasa de rendimiento			5	
8	es dificil la programación para la produccion			5	
<b>fase numero dos (2)</b>					
1	las tuercas estan flojas en la máquina			1	
2	cambios y ajustes no programdos			3	
3	prevención de fallas en los equipo			1	
4	actividades para el cumplimiento de objetivos			3	
5	las correas están configuradas adecuadamente			3	
6	análisis de causa primaria			5	
7	tarjetas de seguridad			5	
8	indicadores de productividad			3	
9	tarjeta de mantenimiento			5	
10	diagrama de areas de facil acceso a la máquina			1	
Firma o sello del jefe inmediato					<b>Estado de la máquina</b>

Nota: Autoría propia.

Tabla 11.

*Formato de mantenimiento*

		Bogotá		cod:001
		Jefe de planta: bolivar	Miguel	Fecha: 22-02-2019
fase numero tres (3)				
1	se cuenta con un kpy para controlar		1	gestión de la fabrica
2	el objetivo de control esta realizado		3	
3	se tiene control de inventario por pieza de repuestos		5	
4	se realiza control de calidad para el trabajo de mantenimiento		5	
5	se tiene un buen control visual de todas las piezas		1	
6	confirmación de nuevos sistemas		5	
7	se realiza proceso de leccion de puntos		5	
8	correcciones de formatos		1	
9	propuestas de mejoras		5	
10	se tiene un plan de capacitación para los trabajadores		1	

*Nota:* Autoría propia.

Tabla 65  
Formatos de mantenimiento

		Bogotá	cod:001	mantenimiento preventivo
		Jefe de planta: bolivar	Miguel	
fase numero cuatro (4)				
1	hay area de mantenimiento		3	
2	se cuenta con libro para un control de todas las funciones		1	
3	las plantillas se encuentran en buen estado		5	
4	se cuenta con la medición de 5s		5	
5	manejo de actividades sistematicas		1	
6	mantenimiento preventivo		5	
7	identificacion con etiquetas o colores de las fallas		1	
8	MTBF		1	
9	aumento de MTBF		3	
10	manejo de actividades sistematicas		1	
fase numero cinco (5)				
1	se tiene un concepto claro de la falla que presenta la máquina		5	estandarización
2	se mantiene un control de insumos para el equipo		1	
3	las normas de 5s estan estandarizados		5	
4	el prestamos de herramientas se encuentra estandarizados		1	
5	se tiene control sobre el personal que realiza el mantenimiento por cada turno		1	
fase numero seis (6)				
1	5s esta implementada		3	entorno
2	el area donde se trabaja es la apropiada		1	
3	se cuenta con una area de descanso (break)		5	
4	se hacen actividades para mejorar la organizacion (remodelar)		5	
5	se tiene en cuenta el medio ambiente		1	

Nota: Autoría propia.

Tabla 66.

## Formato de mantenimiento

		Bogotá	cod:001	<b>formación</b>	
		Jefe de planta: bolivar	Miguel		Fecha: 22-02-2019
fase numero siete (7)					
1	se cuenta con mejoramiento en temas de mantenimiento		3		
2	hay formación en la reconstrucción de anomalías		1		
3	se cuenta con un plan básico en mantenimiento		5		
4	se realiza constantemente capacitación para cambio de piezas a los operadores		5		
fase numero ocho (8)					
1	el operador tiene facilidad en detectar anomalías en los equipos		5		<b>capacidad del operador</b>
2	esta en la capacidad de configurar la maquinaria		5		
3	comprende los criterios de evaluación		1		
4	comprende la estructura de la maquinaria		5		
5	conoce el diagrama de funcionamiento de la maquinaria		1		
6	puede identificar cuando se es problema de calidad y la estructura de la maquinaria		1		
7	se cumple con los tiempos de información		3		
8	se realiza un seguimiento al área encargada sobre el proceso del activo		1		
Comentarios:					

Nota: Autoría propia.

## Anexo B

## Instrumentos de recolección de la información

Tablas de medición de tiempos, desperdicios y producción desde el mes de enero

Tabla 67.

*Tiempos de paros de máquinas*

<b>Tiempos máquinas enero (min)</b>		
<b>1</b>	<b>Cuadre de pedido</b>	<b>2430</b>
<b>2</b>	<b>Paro eléctrico</b>	<b>2453</b>
<b>3</b>	<b>Paro mecánico</b>	<b>2815</b>
<b>4</b>	<b>Fallas en el proceso</b>	<b>4615</b>
<b>5</b>	<b>T no programado</b>	<b>2167</b>
<b>6</b>	<b>Falta de m. p</b>	<b>60</b>
<b>7</b>	<b>T de rodaje</b>	<b>0</b>

*Nota:* Autoría propia.

A

B

Tabla 68.

*Datos de desperdicio y producción de enero*

DESPERDICIO DEL MES DE ENERO PROCESO EXTRUDER						PRODUCCION DEL MES DE ENERO PROCESO EXTRUDER							
FECHA	MAQUINA 1	MAQUINA 2	MAQUINA 5	MAQUINA 6	MAQUINA 7	FECHA	MAQUINA 1	MAQUINA 2	MAQUINA 5	MAQUINA 6	MAQUINA 7		
1/10/2019	130.5	64	83.5	26.5	134.5	1/10/2019	1,193.5	4,001	4,686	2,116	1,942		
1/11/2019	19.5	51.5	154.5	1.5	184	1/11/2019	2,668	3,959	4,690	2,368	2,526		
1/12/2019	50.5	110	164	173	72.5	1/12/2019	2,680	3,833	4,675	2,196	3,730		
1/13/2019	97	112	192	94	111	1/13/2019	2,379	3,470	5,086	2,457	3,260		
1/14/2019	42	119.5	148.5	104.5	159.5	1/14/2019	2,858	3,562	5,124	2,218	3,474		
1/15/2019	82	190	220	74.5	195	1/15/2019	2,574	3,084	5,184	2,566	4,249		
1/16/2019	25	129.5	222	135.5	96	1/16/2019	2,575	4,138	5,493	2,421	4,017		
1/17/2019	107	162	224.5	158.5	213.5	1/17/2019	2,494	3,545	4,868	1,748	3,591		
1/18/2019	235	65	40	83.5	443.5	1/18/2019	1,580	3,733	5,313	1,742	2,857		
1/19/2019	312	109.5	118.5	45.5	108.5	1/19/2019	2,339.5	3,375	6,039	2,728	3,591		
1/20/2019	247.5	98	153.5	82.5	90.5	1/20/2019	1,954	3,262	4,634	2,584	3,587		
1/21/2019	140.5	95	161	98.5	66	1/21/2019	2,736.5	3,303	4,896	2,375.5	3,632		
1/22/2019	109.5	107	132	86.5	85.5	1/22/2019	3,460	3,462	4,256	1,354	3,784		
1/23/2019	157	104.5	176.5	90.5	251	1/23/2019	3,726	3,888	4,361.5	2,240	3,100		
1/24/2019	237	102	109.5	110	152	1/24/2019	2,834	4,144	4,892	2,521	3,373		
1/25/2019	152.5	144.5	169	95	91	1/25/2019	2,921	3,768	4,550	2,555.5	2,952.5		
1/26/2019	91	97.5	398	132	94.5	1/26/2019	3,635	3,848	4,214	2,786	3,023		
1/27/2019	62.5	28.5	122.5	65	79	1/27/2019	3,076	2,426	4,364.5	2,161	2,972		
1/28/2019	110.51	109	193.5	48.5	120	1/28/2019	3,764	2,141	4,576	2,382	3,144		
1/29/2019	120.5	72.5	266	38.5	273	1/29/2019	2,639	3,776	4,227	2,706	2,674		
1/30/2019	175.5	158.5	87.5	102	174	1/30/2019	2,235.5	4,238	5,229	2,235	2,821		
1/31/2019	816.5	269	165.5	109.5	88.5	1/31/2019	785	3,226	4,596	2,698	3,146		
<b>TOTAL DESP</b>	<b>3521.01</b>	<b>2499</b>	<b>3702</b>	<b>1955.5</b>	<b>3283</b>	<b>14960.51</b>	<b>TOTAL P</b>	<b>832.817</b>	<b>78.182</b>	<b>97.228</b>	<b>46.227</b>	<b>68.493</b>	<b>1122.947</b>

Nota: Autoría propia.

A

B

Tabla 69.

*Datos desperdicio y producción de febrero*

DESPERDICIO DEL MES DE FEBRERO PROCESO EXTRUDER						PRODUCCION DEL MES DE FEBRERO PROCESO EXTRUDER						
FECHA	MAQUINA 1	MAQUINA 2	MAQUINA 5	MAQUINA 6	MAQUINA 7	FECHA	MAQUINA 1	MAQUINA 2	MAQUINA 5	MAQUINA 6	MAQUINA 7	
1/2/2019	361	109	170.5	85	112.5	1/2/2019	1.070	4.268	5.096	3.132	2.968	
2/2/2019	416.5	113	113.5	81.5	63.5	2/2/2019	1.500	3.886	4.817	2.887	3.436	
3/2/2019	56	114.5	184.5	136.5	99	3/2/2019	984	3.660	4.196	2.452	3.432	
4/2/2019	28	136	180	61	165.5	4/2/2019	0.000	3.114	1.910	2.696	2.830	
5/2/2019	124	173.5	383.5	68.5	584.5	5/2/2019	2.172	3.530	5.420	2.279	1.887	
6/2/2019	113	83.5	207.5	92.5	172	6/2/2019	2.896	2.490	4.539	2.709	2.436	
7/2/2019	155	78	134.5	81	89.5	7/2/2019	3.272	3.850	4.904	2.420	3.260	
8/2/2019	163.5	97.5	190.5	52	89.5	8/2/2019	2.976	3.332	4.531	2.488	3.522	
9/2/2019	126.5	62	235	31.5	238.5	9/2/2019	3.189	3.994	4.210	2.412	3.856.5	
10/2/2019	89.5	95.5	205	89.5	20	10/2/2019	3.365	4.032	4.498	2.384	836	
11/2/2019	241	100	226	115.5	48	11/2/2019	3.268	3.240	4.300	2.302	1.751	
12/2/2019	52	91.5	302.5	56	126	12/2/2019	3.156	3.340	4.476	2.488	3.178	
13/02/2019	97	144	226	33	161	13/02/2019	3.468	3.708	4.466	2.338	3.050	
14/02/2019	122	153.5	235	70.5	129.5	14/02/2019	3.434	3.996	4.855	2.326	3.668	
15/02/2019	117	112	276.5	20.5	99.5	15/02/2019	3.148	4.064	4.264	2.344	2.959	
16/02/2019	20	170.5	261	3	112.5	16/02/2019	3.218	4.162	3.432	2.178	3.150	
17/02/2019	99	236.5	261	38.5	125	17/02/2019	3.358	3.956	4.012	2.330	3.398	
18/02/2019	59.5	110	161.5	62	87.5	18/02/2019	3.058	3.024	4.738	2.508	3.783	
19/02/2019	154.5	74	192	27.5	103	19/02/2019	3.132	3.488	4.054	2.822	3.631	
20/02/2019	88	107	77.5	54.5	172	20/02/2019	3.492	3.592	1.588	1.980	2.756	
21/02/2019	212.5	142.5	0	75	305.5	21/02/2019	2.282	3.962	0.000	2.497	2.268	
22/02/2019	237	272	0	113.5	147.5	22/02/2019	3.235	2.942	0.000	2.678	3.329	
23/02/2019	161.5	80	0	54.5	109	23/02/2019	3.456	4.208	0.000	2.524	3.916	
24/02/2019	0	0	0	0	0	24/02/2019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
25/02/2019	218	112	0	108.5	111	25/02/2019	1.396	2.203	0.000	2.121	2.039	
26/02/2019	131	148.5	297.5	78	114	26/02/2019	2.789	4.338	1.182	2.897	3.391	
27/02/2019	172.5	176	431.5	148	126.5	27/02/2019	2.430	4.174	3.346	2.541	3.204	
28/02/2019	124.5	80	485.5	150.5	94.5	28/02/2019	2.490	3.186	3.620	2.605	3.232	
<b>TOTAL DESP</b>	<b>3940</b>	<b>3372.5</b>	<b>5438</b>	<b>1988</b>	<b>3806.5</b>	<b>TOTAL PROD</b>	<b>1055.250</b>	<b>97.739</b>	<b>92.454</b>	<b>67.338</b>	<b>912.474</b>	<b>2225.255</b>

Nota: Autoría propia.

A

B

Tabla 70.

*Datos desperdicio y producción de marzo*

DESPERDICIO DEL MES DE MARZO PROCESO						PRODUCCION DEL MES DE MARZO PROCESO					
FECHA	MAQUINA 1	MAQUINA 2	MAQUINA 5	MAQUINA 6	MAQUINA 7	FECHA	MAQUINA 1	MAQUINA 2	MAQUINA 5	MAQUINA 6	MAQUINA 7
3/1/2019	48.5	102.5	167	114.5	98	3/1/2019	2.950	3.444	4.152	2.576	3.480
3/2/2019	174.5	127.5	164.5	62	109.5	3/2/2019	3.010	3.210	4.380	2.720	3.753
3/3/2019	40	0	205	0	77	3/3/2019	1.514	2.272	2.272	0.000	1.882
3/4/2019	123.5	89	161.5	0	171	3/4/2019	2.055	2.558	3.591	0.000	2.847
3/5/2019	323.5	201	142.5	0	150	3/5/2019	1.869	3.218	3.848	0.000	3.298
3/6/2019	0	57.5	138	69.5	220	3/6/2019	0.000	3.662	4.571	593	3.138
3/7/2019	0	151	286.5	148	298.5	3/7/2019	0.000	3.861	3.893	2.732	3.748
3/8/2019	0	195.5	247	227.5	198	3/8/2019	0.000	3.972	2.156	2.062	3.342
3/9/2019	0	96.5	175.5	124	61.5	3/9/2019	0.000	3.524	4.647	2.842	3.594
3/10/2019	0	51	72.5	30	55	3/10/2019	0.000	1.228	1.746	1.142	1.950
3/11/2019	0	0	165.5	0	99	3/11/2019	0.000	0.000	3.312	0.000	2.792
3/12/2019	0	23.5	338.5	84.5	78.5	3/12/2019	0.000	0.000	3.097	900.0	3.236
3/13/2019	0	161	478	99.5	90.5	3/13/2019	0.000	2.605	4.705	2.779	3.402
3/14/2019	0	74.5	101	160	170	3/14/2019	0.000	3.604	3.695	3.260	3.060
3/15/2019	0	142	456.5	47.5	156	3/15/2019	0.000	3.804	5.518	3.457	3.472
3/16/2019	0	104	269.5	106	45.5	3/16/2019	0.000	3.900	5.496	3.468	3.364
3/17/2019	0	79.5	163	0	0	3/17/2019	0.000	3.670	4.998	0.000	0.000
3/18/2019	0	90	206.01	205	69	3/18/2019	0.000	3.388	4.261	3.155	3.233
3/19/2019	0	70	128.5	195	93	3/19/2019	0.000	4.120	5.312	2.440	3.766
3/20/2019	0	121	79	328	75	3/20/2019	0.000	3.898	5.726	1.697	4.075
3/21/2019	0	78.5	221	114.5	152.5	3/21/2019	0.000	3.948	4.674	2.249	3.673
3/22/2019	0	150.5	184.5	89	27	3/22/2019	0.000	4.217	5.258	2.372	3.894
3/23/2019	0	63	175.5	125.5	165	3/23/2019	0.000	3.580	4.990	2.174	3.802
3/24/2019	0	0	0	0	0	3/24/2019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3/25/2019	0	0	0	0	0	3/25/2019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3/26/2019	0	81.5	177.5	125	429	3/26/2019	0.000	2.842	4.272	1.816	2.831
3/27/2019	0	110.5	123	170	79	3/27/2019	0.000	3.866	3.956	2.204	3.114
3/28/2019	0	70.5	275.5	174.5	76.5	3/28/2019	0.000	3.662	5.138	2.040	2.812
3/29/2019	0	69.5	243	73.5	242.5	3/29/2019	0.000	4.128	6.598	2.856	3.311
3/30/2019	0	127.5	155	138	47.5	3/30/2019	0.000	3.456	4.740	2.920	2.688
3/31/2019	0	108.5	263.5	95.5	55	3/31/2019	0.000	3.882	4.998	3.118	1.844
<b>TOTAL DES</b>	<b>710</b>	<b>2797</b>	<b>5964.01</b>	<b>3106.5</b>	<b>3589</b>	<b>TOTAL PROD</b>	<b>11.398</b>	<b>93.519</b>	<b>126.000</b>	<b>1549.079</b>	<b>88.801</b>

Nota: Autoría propia.

## Análisis

Con base a las tablas mencionadas anteriormente se muestra tanto el desperdicio haciendo referencia a la tabla (A) y toda la producción haciendo referencia a la tabla (B), diaria por maquina donde la maquina # 1 presento una falla en las potencias, en primera instancia eso fue lo que indico el operario cuando reporto esa falla. Cuando el encargado de mantenimiento fue a verificar que tenía exactamente se evidencia que el daño era más grande y tuvo que desarmar un motor que presento una avería lo cual esto genero un problema más grande ya que esa máquina toco pararla durante un mes y medio aproximadamente. Dicha demora fue porque cuando se generó la solicitud de los repuestos algunos no eran nacionales y no se encontraban en el stock de la empresa entonces tocaba importarlos y para ello esto genera unos tiempos de espera más extensos.