

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTA DE MEJORA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN DE
BOBINAS DE POLIETILENO DE LA EMPRESA POLYBAGS PERÚ S.
R. L. PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

MANUEL ALBERTO FERNANDEZ MEJIA

ASESOR

JOSELITO SÁNCHEZ PÉREZ

<https://orcid.org/0000-0002-1525-8149>

Chiclayo, 2021

**PROPUESTA DE MEJORA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN
DE BOBINAS DE POLIETILENO DE LA EMPRESA
POLYBAGS PERÚ S. R. L. PARA INCREMENTAR LA
PRODUCTIVIDAD**

PRESENTADA POR:

MANUEL ALBERTO FERNANDEZ MEJIA

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

Juan Antonio Torres Benavides
PRESIDENTE

Annie Mariella Vidarte Llaja
SECRETARIO

Joselito Sánchez Pérez
VOCAL

Dedicatoria

Con la guía de Dios, Nuestro Padre Celestial, la siguiente investigación es dedicada a mi madre, mi familia por el apoyo sincero e incondicional para seguir adelante y a mis docentes y compañeros por el apoyo brindado para culminar con este peldaño de crecimiento intelectual.

Agradecimiento

A Dios, por brindarme sabiduría e inteligencia para poder culminar con esta meta universitaria.

A mi familia, por apoyarme emocionalmente con la finalidad de cumplir con esta meta soñada.

A mi asesor, Ing. Joselito Sánchez Pérez, por la guía, orientación y apoyo incondicional para el desarrollo de esta investigación.

Índice

Resumen.....	16
Abstract.....	17
I. Introducción.....	18
II. Marco Teórico.....	20
2.1. Antecedentes.....	20
2.2. Bases teóricas.....	23
2.2.1. Polietileno.....	23
2.2.2. Proceso.....	23
2.2.3. Indicadores de producción y productividad.....	23
2.2.3.1. Producción.....	23
2.2.3.2. Productividad.....	24
2.2.3.2.1. Productividad de materiales.....	24
2.2.3.2.2. Productividad mano de obra.....	25
2.2.3.2.3. Productividad económica.....	25
2.2.3.2.4. Utilización.....	25
2.2.3.3. Eficacia.....	26
2.2.3.4. Eficiencia.....	26
2.2.3.4.1. Eficiencia física.....	26
2.2.3.4.2. Eficiencia económica.....	26
2.2.3.5. Efectividad.....	27
2.2.3.6. Línea de producción.....	27
2.2.3.7. Extrusión.....	27
2.2.3.8. Merma.....	27
2.2.3.8.1. Mermas normales.....	28
2.2.3.8.2. Mermas anormales.....	28
2.2.4. Cursograma analítico.....	28
2.2.4.1. Operación.....	30
2.2.4.2. Transporte.....	30
2.2.4.3. Inspección.....	30
2.2.4.4. Demoras.....	30
2.2.4.5. Almacenamiento.....	30
2.2.4.6. Actividades combinadas.....	31

2.2.5.	Distribución de planta.....	31
2.2.5.1.	Distribución enfocada al proceso	32
2.2.5.2.	Distribución enfocada al producto	33
2.2.6.	Método de distribución SLP	33
2.2.7.	Estandarización de tiempos	34
2.2.8.	Método Westinghouse	34
2.2.9.	Medición del trabajo.....	36
2.2.10.	Evaluación económica financiera.....	36
2.2.11.	Valor actual neto (VAN)	37
2.2.12.	Tasa interna de retorno (TIR)	38
2.2.13.	Herramientas de mejora del proceso	38
2.2.13.1.	Diagrama causa – efecto	38
2.2.13.2.	Diagramas de procesos	39
2.2.13.3.	Diagrama de análisis de procesos (DAP)	39
2.2.13.4.	Diagrama de operaciones de proceso (DOP)	39
2.2.14.	Método Güerchet.....	40
2.2.14.1.	Superficie estática (Ss)	40
2.2.14.2.	Superficie gravitacional (Sg).....	40
2.2.14.3.	Superficie evolutiva (Se)	41
2.2.14.4.	Superficie total	41
III.	Metodología	43
3.1.	Tipo y nivel de investigación:.....	43
3.2.	Diseño de investigación:	43
3.3.	Población, muestra y muestreo:.....	43
3.3.1.	Población	43
3.3.2.	Muestra	43
3.3.3.	Muestreo	44
3.4.	Criterios de selección:	44
3.5.	Operacionalización de variables:	44
3.6.	Técnicas, instrumentos de recolección de datos:	44
3.7.	Procedimientos:	45
3.8.	Plan de procesamiento y análisis de datos:.....	47
3.9.	Matriz de consistencia:.....	48
3.10.	Consideraciones Éticas:.....	49

IV. Resultados.....	50
4.1. Diagnóstico de la situación actual de la empresa	50
4.1.1. La empresa	50
4.1.2. Misión.....	50
4.1.3. Visión.....	50
4.1.4. Estructura organizacional	51
4.1.5. Situación actual de la empresa	52
4.2. Descripción del sistema de producción.....	52
4.2.1. Productos	52
4.2.1.1. Descripción del producto	52
4.2.1.1.1. Bobinas de polietileno de alta densidad	53
4.2.1.1.2. Bobinas de polietileno de baja densidad.....	53
4.2.2. Subproductos.....	54
4.2.3. Desechos	54
4.2.4. Desperdicios.....	54
4.2.5. Materiales e insumos	54
4.2.5.1. Materia prima	54
4.2.5.2. Maquinaria y equipos	55
4.2.5.3. Insumos	55
4.2.5.4. Principales clientes	56
4.2.5.5. Principales proveedores	58
4.2.5.6. Principales competidores	59
4.2.5.7. Mano de obra.....	59
4.2.6. Proceso de producción.....	60
4.2.6.1. Recepción de materia prima.....	61
4.2.6.2. Mezclado.....	61
4.2.6.3. Extrusión.....	64
4.2.6.4. Pesado	65
4.2.7. Sistema de producción.....	65
4.2.8. Análisis para el proceso de producción	66
4.2.8.1. Diagrama de recorrido	66
4.2.8.2. Diagramas de bloques del proceso de producción	67
4.2.8.3. Cálculo por método Westinghouse.....	69
4.2.8.4. Tiempo promedio	69

4.2.8.5.	Cuello de botella.....	71
4.2.8.6.	Diagrama de operaciones del proceso productivo.....	71
4.2.8.7.	Cursograma analítico del proceso:	74
4.2.9.	Indicadores actuales de producción y productividad	75
4.2.9.1.	Eficiencia física	75
4.2.9.2.	Eficiencia económica.....	76
4.2.9.3.	Tiempo base	78
4.2.9.4.	Tiempo de ciclo	78
4.2.9.5.	Producción	78
4.2.9.6.	Productividad	79
4.2.9.6.1.	Productividad en maquinaria	79
4.2.9.6.2.	Productividad en materia prima	79
4.2.9.7.	Demanda	80
4.2.9.8.	Capacidad de planta.....	80
4.2.9.8.1.	Capacidad real de planta.....	81
4.2.9.8.2.	Capacidad diseñada de planta	82
4.2.9.8.3.	Capacidad utilizada de planta	82
4.2.9.8.4.	Capacidad ociosa.....	83
4.2.9.9.	Nivel de servicio.....	84
4.2.9.10.	Riesgos relacionados con la mano de obra	84
4.2.9.11.	Análisis de información	85
4.3.	Identificación de problemas y causas de producción.....	86
4.3.1.	Problemas, causas y propuestas de solución en el sistema de producción	88
4.3.1.1.	Causa 1: Mala distribución de planta	88
4.3.1.1.1.	Evidencias	88
4.3.1.1.2.	Indicador	90
4.3.1.1.3.	Impacto económico	91
4.3.1.1.4.	Propuestas de solución.....	91
4.3.1.2.	Causa 2: Tiempos ociosos.....	92
4.3.1.2.1.	Evidencias	92
4.3.1.2.2.	Indicador	95
4.3.1.2.3.	Impacto económico.	96
4.3.1.2.4.	Propuestas de solución.....	96
4.4.	Desarrollo de propuestas de mejoras para la producción	97

4.4.1.	Desarrollo de mejoras	101
4.4.1.1.	Propuesta de mejora Causa 1: Redistribución de planta.....	101
4.4.1.1.1.	Matriz triangular relacional	101
4.4.1.1.2.	Diagrama relacional de actividades.....	102
4.4.1.1.3.	Aplicación del método de Güerchet	102
4.4.1.1.3.1.	Definición de superficie por área:	102
4.4.1.1.4.	Cálculo de la superficie para cada área de la empresa	103
4.4.1.1.4.1.	Coficiente de superficie evolutiva para el área administrativa...103	
4.4.1.1.4.2.	Coficiente de superficie evolutiva para el área de producción...103	
4.4.1.1.4.3.	Coficiente de superficie evolutiva para el área de almacén de materia prima.	105
4.4.1.1.4.4.	Coficiente de superficie evolutiva para el área de almacén de producto terminado.	106
4.4.1.2.	Propuesta de Mejora Causa 2: Estandarización de tiempos.....	110
4.4.1.2.1.	Tiempos normales	110
4.4.1.2.2.	Tiempos estándar.....	112
4.4.1.2.3.	Carga de trabajo:	113
4.4.1.2.4.	Balance de las estaciones de trabajo.....	114
4.4.1.2.4.1.	Takt time:	114
4.4.1.2.4.2.	Número de puestos de trabajo:.....	114
4.4.1.2.5.	Nuevo tiempo promedio	117
4.4.1.2.6.	Nuevo cuello de botella	118
4.4.1.2.7.	Nuevo diagrama de operaciones del proceso productivo	118
4.4.1.2.8.	Nuevo cursograma propuesto	120
4.4.1.2.9.	Nuevos indicadores de producción y productividad	121
4.4.1.2.9.1.	Nueva eficiencia física.....	121
4.4.1.2.9.2.	Nuevo tiempo base	122
4.4.1.2.9.3.	Nuevo tiempo de ciclo	123
4.4.1.2.9.4.	Nueva producción.....	123
4.4.1.2.9.5.	Nueva eficiencia económica	125
4.4.1.2.10.	Nueva productividad	126
4.4.1.2.10.1.	Nueva productividad en maquinaria.....	127
4.4.1.2.10.2.	Nueva productividad en materia prima.....	127
4.4.1.2.10.3.	Nueva Demanda	127

4.4.1.2.11. Nueva capacidad de planta	129
4.4.1.2.11.1. Nueva capacidad diseñada de planta	129
4.4.1.2.11.2. Nueva capacidad utilizada de planta	130
4.4.1.2.11.3. Nueva capacidad ociosa.....	130
4.4.1.2.12. Nuevo nivel de servicio 	131
4.4.1.2.13. Nuevas actividades que agregan y no agregan valor.....	131
4.4.1.2.14. Nueva demanda insatisfecha.....	131
4.4.1.3. Impacto económico	132
4.4.2. Comparación de indicadores:.....	133
4.5. Análisis económico financiero.....	135
4.5.1. Costos por materia prima	135
4.5.2. Costos por infraestructura.....	135
4.5.3. Costos por mano de obra	136
4.5.4. Flujo de caja costo - beneficio	137
4.5.5. Tasa mínima aceptable de rendimiento	138
V. Discusión	141
VI. Conclusiones	143
VII. Recomendaciones.....	144
VIII. Referencias.....	145
IX. Anexos	148
Anexo 1: Ficha Técnica de Bobina de Pead 102,00 cm x 127,00 cm x 0,50 mil/pulg	148
Anexo 2: Reporte de Extrusión de Bobina Pead 102,00 cm x 127,00 cm.....	149
Anexo 3: Embalaje de Bobinas de Pead 102,00 cm x 127,00 cm x 0,50 mil/pulg	150
Anexo 4: Tablero de control de temperaturas de máquina extrusora.....	150
Anexo 5: Tolva de materiales expuesto a interperie	151
Anexo 6: Filtros de compresión de aire de máquina extrusora.....	151
Anexo 7: Recomendaciones de la sustentación del día 10 de diciembre del 2019	152

Índice de tablas

Tabla 1: Tabla Westinghouse actividades por año	35
Tabla 2: Aditivos para el proceso de producción de bobinas de polietileno (soles/ kg)	56
Tabla 3: Principales clientes rubro agrícola Julio – 2019.....	56
Tabla 4: Principales clientes rubro pesquero Julio – 2019	57
Tabla 5: Principales clientes rubro bananero Julio – 2019	57
Tabla 6: Operarios por área de producción.....	59
Tabla 7: Distancia entre áreas en metros	66
Tabla 8: Tiempos promedio en el lote 124-2019 en h/min/s	69
Tabla 9: Tiempos promedio en el lote 124-2019 en horas	70
Tabla 10: Tiempo de las actividades por etapa	71
Tabla 11: Resumen de Actividades del proceso	73
Tabla 12: Producción de bobinas de 500,00 kg, elaborada del lote 124-2019	75
Tabla 13: Costo Variable de producción por día (S/.).....	76
Tabla 14: Costo total por día en Soles (S/.) para bobinas de 500,00kg.....	77
Tabla 15: Demanda de bobinas año 2017, 2018 y 2019.....	80
Tabla 16: Registro de producción de bobinas por mes en los años 2017, 2018 y 2019	81
Tabla 17: Ingresos no percibidos	83
Tabla 18: Análisis efectividad de producción.....	87
Tabla 19: Actividades que no agregan valor en producción de bobinas de 500 kg.	89
Tabla 20: Diagrama Hombre - máquina	93
Tabla 21: Paradas inopinadas en la producción de bobinas de 500,00 kg.....	94
Tabla 22: Demanda de bobinas no atendidas en Julio 2019	96
Tabla 23: Matriz de valoración	97
Tabla 24: Herramientas propuestas para la evaluación	98
Tabla 25: Matriz de ponderación de criterios	100
Tabla 26: Estimación de superficie para el área administrativa.....	103
Tabla 27: Estimación de superficie para el área de producción.....	104
Tabla 28: Estimación de superficie del área de almacén de materia prima	105
Tabla 29: Estimación de superficie del área de almacén de producto terminado	106
Tabla 30: Nueva distribución de planta por superficie total en m ²	107
Tabla 31: Definición de superficie por área en m ² en la empresa Polybags Perú S. R. L.	108
Tabla 32: Nuevo diagrama hombre – máquina	110

Tabla 33: Nuevos Tiempos normales por etapa en h/min/s	111
Tabla 34: Suplementos para el tiempo estándar	112
Tabla 35: Nuevos Tiempos estándar en h/min/s	112
Tabla 36: Carga de trabajo por operario	113
Tabla 36: Tiempos por puesto de trabajo balanceados.....	115
Tabla 38: Tiempos de ciclo del trabajo balanceados.....	116
Tabla 39: Nuevo tiempo promedio de las actividades por etapa	117
Tabla 40: Tiempos nuevos de las actividades por etapa.....	118
Tabla 41: Nuevo Resumen de Actividades del proceso	121
Tabla 42: Producción de bobinas de 500,00 kg, elaborada del lote 169-2019	121
Tabla 43: Nueva producción para los años 2 020, 2 021 y 2 022	124
Tabla 44: Nuevo Costo Variable de producción en Soles (S/.) por día.....	125
Tabla 45: Costos por Operario de extrusión y materiales por día	126
Tabla 46: Proyección de la demanda.....	128
Tabla 47: Registro de producción de bobinas año 2 017, 2 018 y 2 019.....	129
Tabla 48: Demanda de bobinas no atendidas en Julio 2019	132
Tabla 49: Costo de materia prima adicional anual en soles.....	135
Tabla 50: Incremento del sueldo en mano de obra en soles anual	136
Tabla 51: Flujo de caja	137
Tabla 52: Análisis de la tasa mínima aceptada de rendimiento	139

Índice de cuadros

Cuadro 1: Simbología del Cursograma	31
Cuadro 2: Parámetros de cálculo para superficie	42
Cuadro 3: Procedimiento para la recolección de datos.....	46
Cuadro 4: Matriz de consistencia	48
Cuadro 5: Criterios éticos en consideración	49
Cuadro 6: Lista de productos de la empresa Polybags Perú S. R. L.	52
Cuadro 7: Materia prima para el proceso de producción de bobinas de polietileno	54
Cuadro 8: Maquinaria que interviene en el proceso productivo de bobinas.....	55
Cuadro 9: Principales proveedores.....	58
Cuadro 10: Principales competidores	59
Cuadro 11: Operarios de la empresa periodo 2019	60
Cuadro 12: Costos de Operario por día en Soles (S/.).....	76
Cuadro 13: Tiempos de operaciones en producción de bobinas de 500 kg.....	88
Cuadro 14: Comparativo de Actividades que agregan y que no agregan valor	90
Cuadro 15: Tiempo improductivo por bobinas elaboradas por día	91
Cuadro 16: Demanda no atendida	92
Cuadro 17: Demanda insatisfecha en unidades (uni)	95
Cuadro 18: Valores para la valoración de las herramientas de mejora	98
Cuadro 19: Escala de importancia.....	99
Cuadro 20: Matriz de asignación de puntajes	99
Cuadro 21: Costos de Operario en Soles (S/.) por día.....	125
Cuadro 22: Nuevas actividades que agregan valor en horas.....	131
Cuadro 23: Nueva Demanda insatisfecha en unidades (uni)	132
Cuadro 24: Comparación de indicadores actuales y propuesta.....	133
Cuadro 25: Costo del traslado de máquinas en soles anual	135
Cuadro 26: Indicadores de rentabilidad	140

Índice de figuras

Figura 1: Gráfico de relaciones entre actividades	29
Figura 2: Gráfico de relaciones entre actividades	33
Figura 3: Estructura Organizacional.....	51
Figura 4: Bobinas de Polietileno de alta densidad	53
Figura 5: Bobinas de polietileno de baja densidad.....	53
Figura 6: Recepción de materia prima.....	61
Figura 7: Mezcladora PD-MZC- 001 PEBD COLOR.....	62
Figura 8: Mezcladora PD-MZC-002 PEBD CRISTAL	63
Figura 9: Mezcladora PD-MZC-003 PEAD CRISTAL	63
Figura 10: Extrusora de Polietileno	64
Figura 11: Pesado de Bobinas de Polietileno.....	65
Figura 12: Diagrama de bloques del proceso de producción	67
Figura 13: Diagrama de recorrido actual de la empresa Polybags Perú S. R. L.	68
Figura 14: Diagrama de Operaciones	72
Figura 15: Cursograma actual del proceso productivo	74
Figura 16: Diagrama Ishikawa causa – efecto.	86
Figura 17: Priorización de causas a considerar para la mejora de la línea de extrusión.	87
Figura 18: Actividades que no agregan valor.	89
Figura 18: Matriz triangular relacional.....	101
Figura 19: Diagrama relacional de actividades	102
Figura 20: Nuevo Diagrama de Recorrido.....	109
Figura 23: Nuevo Diagrama de Operaciones.....	119
Figura 24: Cursograma analítico de la nueva distribución	120

Lista de anexos

Anexo 1: Ficha Técnica de Bobina de Pead 102,00 cm x 127,00 cm x 0,50 mil/pulg	148
Anexo 2: Reporte de Extrusión de Bobina Pead 102,00 cm x 127,00 cm.....	149
Anexo 3: Embalaje de Bobinas de Pead 102,00 cm x 127,00 cm x 0,50 mil/pulg	150
Anexo 4: Tablero de control de temperaturas de máquina extrusora.....	150
Anexo 5: Tolva de materiales expuesto a interperie	151
Anexo 6: Filtros de compresión de aire de máquina extrusora.....	151
Anexo 7: Recomendaciones de la sustentación del día 10 de diciembre del 2019	152

Resumen

El presente trabajo de investigación se basó en la interpretación del proceso productivo de extrusión de bobinas de polietileno en la empresa Polybags Perú S. R. L. la cual presenta problemas de baja productividad. El proceso productivo analizado, no cuenta con un método estandarizado de trabajo, por ello se realiza un análisis situacional, diagnosticando los indicadores de productividad que permitan medir el proceso productivo.

Para ello, después de analizar etapa por etapa el proceso productivo, se logró registrar los tiempos promedios de ejecución de cada una de ellas, ésta información refleja que el cuello de botella se presenta en el área de extrusión de bobinas, los cuales han ocasionado que la empresa deje de percibir S/. 1 666 867,02 soles, en un periodo de 12 meses.

Al lograr identificar el problema, se desarrolló la propuesta de mejora usando herramientas aplicadas como métodos de distribución de planta y estandarización de tiempos, las cuales permitieron comparar los indicadores de productividad actuales y el propuesto para la empresa, optimizando la producción, pasando de producir 32 a 38 bobinas por día; con ello se logró aumentar la productividad en un 32,70 %. Este aumento de productividad representa S/. 1 078 725, la cual se recuperará en el año N° 2.

El análisis costo – beneficio tuvo un VAN de S/. 1 101 470,00, una tasa interna de retorno del 23,71% y un costo beneficio de S/. 1,01, en un periodo de recuperación de la inversión de 3 años.

Palabras clave: Proceso, distribución, productividad.

Abstract

This research work was based on the interpretation of the polyethylene coil extrusion production process in the company Polybags Peru S. R. L., which presents low productivity problems. The production process analyzed does not have a standardized working method, therefore a situational analysis is carried out, diagnosing the productivity indicators that allow measuring the production process.

To do this, after analyzing the production process stage by stage, it was possible to record the average execution times of each one of them, this information reflects that the bottleneck occurs in the coil extrusion area, which have caused that the company stops receiving S /. 1 666 867,02 soles, in a period of 12 months.

Upon identifying the problem, the improvement proposal was developed using tools applied such as plant distribution methods and time standardization, which allowed comparing current productivity indicators and the one proposed for the company, optimizing production, going from producing 32 to 38 coils per day; With this, it was possible to increase productivity by 32.70%. This increase in productivity represents S /. 1 078 725,00 which will be recovered in year 2.

The cost-benefit analysis had a NPV of S /. 1 101 470,00, an internal rate of return of 23,71% and a cost benefit of S /. 1,01, in a 3-year investment payback period.

Keywords: Process, distribution, productivity.

I. Introducción

Actualmente las empresas productoras de empaques plásticos se enfrentan a problemas de productividad, eficiencia y gastos innecesarios en operación de maquinaria y utilización inadecuada de recursos. Por otro lado, tener en cuenta que Collantes [1], explica en su informe denominado “Planeamiento Estratégico de la Industria Peruana del Plástico”, la utilización de empaques flexibles, como las bolsas de plástico, se ha vuelto indispensable para el traslado y protección de objetos y productos, lo cual se ve reflejado en la demanda actual de consumidores.

Teniendo en cuenta que Barboza *et al.* [2] sostiene en su informe denominado del “Instituto de Estudios Económicos y Sociales”, que en el Perú el polietileno ocupa gran porcentaje dentro del gran mercado de plásticos. Entre el polietileno de baja densidad y de alta densidad, el Perú ha aumentado sus importaciones desde cerca de 120 mil toneladas en el 2017 hasta 300 mil toneladas en el 2018, lo cual representa un crecimiento de aproximadamente 15% anual.

Dado que las empresas que se dedican a la producción de empaques plásticos, con especial énfasis en la fabricación de bobinas de polietileno, deben mantener una constante mejora en el proceso de producción debido a las competencias constantes.

Ahora bien, la empresa Polybags Perú S. R. L. se dedica a la fabricación de empaques flexibles de bobinas de polietileno. Actualmente la empresa cuenta con una productividad del 49%, es decir, cumple con menos de la mitad de la demanda requerida, lo cual ha generado ingresos no percibidos de S/.21 511 550,00 en lo que va del año 2019, debido a la mala distribución de planta, lo cual se refleja en las actividades que no agregan valor, así mismo la baja producción y falta de estandarización del proceso.

Frente a esta problemática, se plantea la siguiente interrogante ¿De qué manera se podrá incrementar la productividad con la mejora de la línea de extrusión? Teniendo como objetivo principal, incrementar su productividad de servicio a través de una nueva distribución de planta, permitiéndole reducir el número de actividades que no generan valor.

En síntesis, se realiza primero el diagnóstico actual de la empresa, se evalúa las herramientas para desarrollar la propuesta de mejora y finalmente, se realiza un análisis costo – beneficio de la propuesta.

Al realizar el análisis costo beneficio a partir de la propuesta de mejora, se aprecia una evolución económica favorable la cual indica viabilidad del proyecto, así como también una tasa interna de retorno del 24,00%

La propuesta de mejora va a permite que la empresa cumpla con la demanda actual del mercado consumir de empaques elaborados a base de polietileno, disminución de costos de producción y aumento de la productividad de la empresa.

Mejorar la productividad de la empresa mediante disminución de tiempos de recorrido y producción, permitirá que la empresa cumpla en un tiempo más óptimo la producción de pedidos y la entrega de los mismos, por lo tanto la empresa tendrá mayor demanda y por ende mayores ingresos económicos, así como también la mejora de calidad de puestos de operación.

II. Marco Teórico

2.1. Antecedentes

Hay que tener en cuenta que Paz [3], en su informe de investigación denominado **“Propuesta de mejora del proceso productivo de la panadería el progreso E.I.R.L. para el incremento de la producción”**, en la ciudad de Chiclayo, propone la aplicación de la metodología SLP con la finalidad de aumentar su capacidad de planta utilizada y reduciendo su capacidad ociosa en el proceso de pan labranza.

Los resultados obtenidos reflejan el aumento de la capacidad utilizada en 83,78% y la reducción de la capacidad ociosa en 78,00%. Así mismo, se determinó un valor neto actual de S/. 60 202,47 y una tasa interna de retorno de 52,20%.

Considerando que Díaz [4], en su informe denominado **“Propuesta de mejora en la etapa de congelación de la Empresa de Hielo Limarice S.A. para reducir pérdidas Económicas”**, de la ciudad de Chiclayo, tiene como objetivo principal, reducir los desperdicios en la producción de hielo, debido al hielo quebradizo, así como los tamaños inadecuados y el desperdicio de la materia prima en el proceso productivo.

Para la solución de ésta problemática propone utilizar la metodología Westinghouse, con la finalidad de estandarizar tiempos productivos, obteniendo ganancias de hasta S/. 367 724,00 mensuales, un valor actual neto de S/. 6 823 919,09 y tasa interna de retorno de 81,00%.

Teniendo presente que Eneque [5], en su investigación denominada **“Rediseño de una planta industrial para cubrir la demanda de contenedores flexibles”**, de la ciudad de Chiclayo, la empresa presenta una problemática de rechazo de pedidos, por haber llegado a su límite de capacidad de planta.

Para ello, propuso la aplicación de la metodología SLP, para realizar un nuevo rediseño de capacidad de planta, con el fin de cumplir con la demanda solicitada por los clientes. Obteniendo como resultado de la investigación, un aumento significativo en la capacidad de planta de 3 220 a 12 000 unidades, cumpliendo con un 50% como soporte de productividad. Así mismo se obtuvo un VAN de S/ 35 350,00, un TIR de 30% y un costo beneficio de 1,81.

Tomando en consideración que Carpio – Tirado [6], en su proyecto de investigación que se titula: **“Propuesta de redistribución de planta para una empresa de Confección Textil”**, de la ciudad de Arequipa, tienen como objetivo principal aplicar la metodología SLP en la distribución de planta en su centro de confección. La distribución en planta hace referencia a la agrupación física de los distintos componentes que intervienen en el proceso productivo de la empresa y al cálculo de dimensiones y ubicación de sus diferentes áreas.

Mediante la implementación de la metodología SLP se determinó la distribución más adecuada con respecto a las condiciones establecidas, así como también la disminución de tiempos utilizados en el proceso. Se concluye que mediante la aplicación de la metodología SLP se logró elevar la capacidad de planta en 73,40% y 94,10% para las áreas de confección familias A y E. así mismo, se determinó un VAN de S/. 365 761,30, y un TIR de 204,65%.

Hay que tener en cuenta que Sánchez [7], en su investigación titulada **“Rediseño de Distribución en Planta para reducir el costo de movimiento de materiales en la empresa de calzado “Paola Della Flores”**”, de la ciudad de Trujillo, indica tener fallas referidas al desperdicio de la utilización de su planta en un 46%, debido a su mala distribución de maquinarias y personal. Para la recolección de información se utilizaron instrumentos y técnicas basadas en la recolección de datos, diagramas de flujos, diagramas de recorrido y distancias.

Para ello, se basaron en la aplicación del Método Güerchet, determinando los espacios necesarios para el proceso, siendo de 42,62 m², así como también la metodología SLP, teniendo como resultados la reducción de distancias en los procesos productivos, aumentando la utilización de su planta a 71%, 25% mayor a la capacidad utilizada antes de aplicar esta metodología.

Contando con que Rivera [8], en su investigación denominada **“Propuesta de diseño de planta de la empresa Dulcemanía Gourmet para aumentar la capacidad instalada”**, de la ciudad de Cali – Colombia, indica que la encuentra se encuentra actualmente con problemas de cumplimiento de pedidos incumpliendo con las metas trazadas sobre cliente – empresa.

Para la cumplir con la mejora, se aplicó un estudio de tiempos con la finalidad de realizar una nueva distribución de planta, logrando aumentar su utilización de planta en un 300 %,

llegando a cumplir el aumento de la producción diaria de 200 a 800 alfajores. Obteniendo una ganancia de S/. 14,821.33 soles por el aumento de galletas producidas en el último año.

Considerando que Martínez [9], en su informe de investigación titulado: **“Aplicación de simulación y SLP en la empresa “La vieja Molienda de Santa Maty”**”. La empresa en mención tiene problemas causados por la mala organización de su planta, como son la mala utilización de los recursos y espacios dentro de la misma, lo cual les genera la poca utilización de los recursos y espacios disponibles.

Este proyecto de investigación tiene como objetivo aplicar la metodología Systematic Layout Planning (SLP) para maximizar la utilización y productividad de sus recursos. Teniendo como resultados la determinación de las áreas de la forma óptima para el proceso, minimizando de esta manera los recorridos por parte del personal y de los materiales, logrando incrementar la producción diaria en un 57%. Obteniendo como resultados un VAN de S/. 11 529 872,40 y un TIR de 601%.

Hay que tener en cuenta que Martínez [10], en su proyecto de investigación **“Propuesta para la reducción de los tiempos improductivos en Dugotex S.A.”** en el cual se tiene como objetivo principal reducir los tiempos que no agregan valor al producto dentro de la empresa.

Para ello primero realizan un análisis de la situación actual, específicamente en el área de tintorería, donde presenta un 40% de actividades que no agregan valor, causado por la falta de estandarización de las operaciones, todo esto no le permite cumplir con los pedidos que se le solicitan. Se estandarizaron los tiempos y procedimientos de las operaciones logrando reducir en un 27% los tiempos improductivos. Obteniendo un ahorro mensual de S/. 148 350 000.

Alpala, et al [11], en su investigación **“Methodology for the design and simulation of industrial facilities and production systems based on a modular approach in an "industry 4.0" context”**, tiene como objetivo resolver el problema del diseño y rediseño de distribución en planta con un enfoque modular basado en un contexto de la industria 4.0. dicha metodología es una adaptación de la Metodología “SLP” denominada SLP Modularity 4.0. Para la validación de dicha metodología se considera un caso de estudio de una planta procesadora de café en donde se analiza la configuración de un sistema de producción y tiempos reales.

2.2.Bases teóricas

2.2.1. Polietileno

Según Corradine [12], es un polímero sintético procedente de la polimerización del etileno. Es un material virgen de color cristalino (transparente), el cual no tiene una forma ni tamaño definido.

Existen diversos tipos de polímeros polietileno que se encuentran distribuidos en el mercado a nivel mundial, los cuales son el resultado de las diferentes condiciones de operación, llevadas a cabo en la reacción de polimerización.

2.2.2. Proceso

Según Cervera [13], un proceso se entiende como el conjunto de etapas o actividades que se realizan con el objetivo de que la materia prima y/o determinados insumos interactúen entre sí, transformándose, para obtener un resultado determinado que vendría a ser el producto terminado o el servicio a ofrecer.

Según García [14], define a un proceso como un conjunto de actividades secuenciadas las cuales pueden realizar una transformación de un producto inicial a otro totalmente distinto debido a la agregación de otros materiales, temperaturas, etc.

2.2.3. Indicadores de producción y productividad

2.2.3.1.Producción

Según Cuatrecasas [15], la producción es el resultado de un proceso productivo, es decir el o los productos que se obtienen después de la transformación, uso de materiales y/o productos de manera adecuada; para así lograr una eficiencia máxima y la competitividad de la empresa.

Todo ello, llevará a la obtención de un producto a menor tiempo, con una calidad máxima y el costo mínimo de producción.

2.2.3.2. Productividad

Según Heizer [16], la definición de productividad es el resultado de dividir la producción (output) entre los recursos utilizados para producir (inputs) tales como mano de obra, materia prima, capital, etc.

Así mismo, la medición de la productividad es bastante directa, siempre y cuando se mida con horas de trabajo por jornada laboral, unidades del producto, inclusive al medir productos por operario. Es por ello que se obtiene una expresión matemática que resume lo anteriormente mencionado:

$$Productividad = \frac{\textit{unidades producidas (outputs)}}{\textit{cantidad de recursos utilizados (inputs)}}$$

Según Heizer [16], toda empresa debe de funcionar adecuadamente y con una sola visión, sin importar el cargo o jerarquización, pues como objetivo final tienen la productividad, la cual deben de lograrse con empeño y esfuerzo por parte de todos los integrantes de la organización.

Posterior al estudio e interpretación de estos análisis, la productividad puede reflejarse de la siguiente manera:

2.2.3.2.1. Productividad de materiales

Según Heizer [16], mide la cantidad obtenida como producto terminado de las materias primas utilizadas.

$$P \textit{ materiales} = \frac{\textit{Salida producto terminado}}{\textit{Entrada de materiales}}$$

Dónde:

- **Salida producto terminado:** Cantidad de producción obtenida en el proceso.
- **Entrada de materiales:** Cantidad total de materiales utilizados

2.2.3.2.2. Productividad mano de obra

Según Heizer [16], mide el número de unidades producidas por tiempo utilizado por operario.

$$\text{Productividad mano de obra} = \frac{\text{Producción}}{\text{Tiempo de fabricación} \times \text{N}^{\circ} \text{ operarios}}$$

Dónde:

- **Producción:** Producción realizada
- **Tiempo de fabricación:** Tiempo utilizado por el operario para producir.
- **N° de operarios:** Cantidad de operarios involucrados en el proceso.

2.2.3.2.3. Productividad económica

Según Heizer [16], mide la cantidad en S/. obtenida en las ventas de la producción por los Soles invertidos para la producción.

$$\text{Productividad económica} = \frac{\text{S/. por producción}}{\text{Inversión de materiales}}$$

Dónde

- **S/. por producción:** Cantidad monetaria obtenida por la producción elaborada.
- **Inversión de materiales:** Cantidad monetaria de materiales utilizados.

2.2.3.2.4. Utilización

Según Heizer [16], la utilización, es la producción real obtenida referente a la capacidad proyectada de planta de un proceso productivo, ya sea producción diaria, mensual, anual, conforme lo considere la empresa.

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad de planta}} \times 100\%$$

2.2.3.3.Eficacia

Según Heizer [16], la eficacia es el logro de metas trazadas con los resultados esperados. Combinación de fortalezas de una organización para cumplimiento de metas a corto plazo. Esto en referencia a la producción real y la producción programada porcentualmente.

$$Eficacia = \frac{Producción\ real}{Producción\ programada} \times 100\%$$

2.2.3.4.Eficiencia

Tal como la define Baca [17], la eficiencia es la capacidad de lograr las metas u objetivos programados en una empresa con el mínimo uso de recursos, ya sea materia prima, talento humano o tiempo.

Según Hernández [18], es el uso, de forma racional, de los recursos que se tiene para lograr un objetivo establecido.

$$Eficiencia (E) = \frac{Capacidad\ usada}{Capacidad\ disponible} \times 100$$

2.2.3.4.1. Eficiencia física

Según Hernández [18], es la relación entre la producción elaborada referente a la cantidad de materia e insumos relacionados con la misma.

$$Eficiencia\ Física (Ef) = \frac{kg\ producidos}{kg\ materia\ prima} \times 100$$

2.2.3.4.2. Eficiencia económica

Según Hernández [18], es la relación entre ventas y gastos de la organización.

$$Eficiencia\ Económica (Ee) = \frac{Dinero\ invertido + (producción \times precio)}{Dinero\ invertido}$$

2.2.3.5. Efectividad

Según Heizer [16], es el logro obtenido con un tiempo optimizado usando pocos recursos sin desperdicio de los mismos.

$$Efectividad = \frac{Desperdicios\ obtenidos}{Recursos\ utilizados}$$

2.2.3.6. Línea de producción

Según Taiichi Ohno [19], es la Secuencia de procesos para elaboración de productos, pueden ser estos manuales o automáticos. Estas líneas son utilizadas para operaciones o procesos de productos terminados.

2.2.3.7. Extrusión

Según Ramos [20], es el proceso de transformación más importante de las industrias del plástico. Es la transformación de materias primas (polímeros) a 160° C de temperatura para posteriormente convertirse en bolsas, mangueras, tuberías, fibras, películas con la inserción de altos grados de temperatura.

2.2.3.8. Merma

Según Heredia [21], es una pérdida de producción reflejada tanto en peso, volumen o cantidad, que puede ser ocasionada por una mala utilización de las herramientas de transformación o mala materia prima, lo cual se verá reflejado económicamente afectando la productividad de la empresa. Se considera merma a la disminución del producto final debido a alguna falla en el proceso productivo como puede ser la mecánica, materiales, energía, etc.

Es fundamental el hallazgo de las mermas existentes en el proceso productivo, con la finalidad de combatir el defecto del mismo y así mismo aumentar la productividad en cada proceso.

En las industrias productivas existen 02 tipos de mermas:

2.2.3.8.1. Mermas normales

Según Heredia [21], denominadas normales porque son las que se presentarán en el proceso de producción, las cuales la empresa tiene conocimiento y no podrán ser evitadas.

Estas mermas se pueden presentar en el proceso productivo de la forma estática y dinámica.

En su forma estática, se puede decir que es asumida por la empresa, ya que esta podría haber estado almacenada o haberse producido en el transporte del producto y se deterioró.

Y en su forma dinámica, es la considerada en el proceso productivo el cual tuvo una finalidad que fue ser consumida como insumo.

2.2.3.8.2. Mermas anormales

Según Heredia [21], denominadas anormales por ser producidas en exceso, ascendiendo al margen de estimación puesto por la empresa, estas pérdidas ya no son asumidas por la empresa en sí, sino por los gastos del periodo.

Así mismo se considera mermas anormales al producto final obsoleto obtenido en el proceso productivo, el cual no es apto para la distribución en el mercado.

2.2.4. Cursograma analítico

Para García Criollo [22], un cursograma analítico o también llamado Diagrama de Flujo es una representación gráfica de la secuencia de todas las actividades realizadas dentro de un proceso productivo, tales como operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos. Además, incluye información que puede considerarse deseable a la hora de realizar un análisis como es el tiempo necesario y la distancia recorrida.

Sirve para representar la secuencia de actividades que sigue dentro del proceso productivo un producto, un operario, etc. Añadido a esto, algunos de sus propósitos primordiales son la mejora de la distribución de las empresas, el correcto manejo de los materiales y eliminar el

tiempo muerto o improductivo. De la misma forma ayuda a la disminución de actividades que no generan valor como esperas, transportes o almacenamientos.

Según Baca [23], un cursograma registra la secuencia total las actividades del proceso, señalando la entrada de todos los componentes del proceso, así como los posibles avances y retrocesos, las demoras y almacenamiento que se puedan producir en la obtención del bien o servicio. Se visualiza de todo el proceso, registrando además el de operación e inspección estudiados en el DOP, emplea los símbolos de demoras, transporte y almacenamiento. La distribución o secuencia de procesos de un DOP se detallan en la Figura 1.

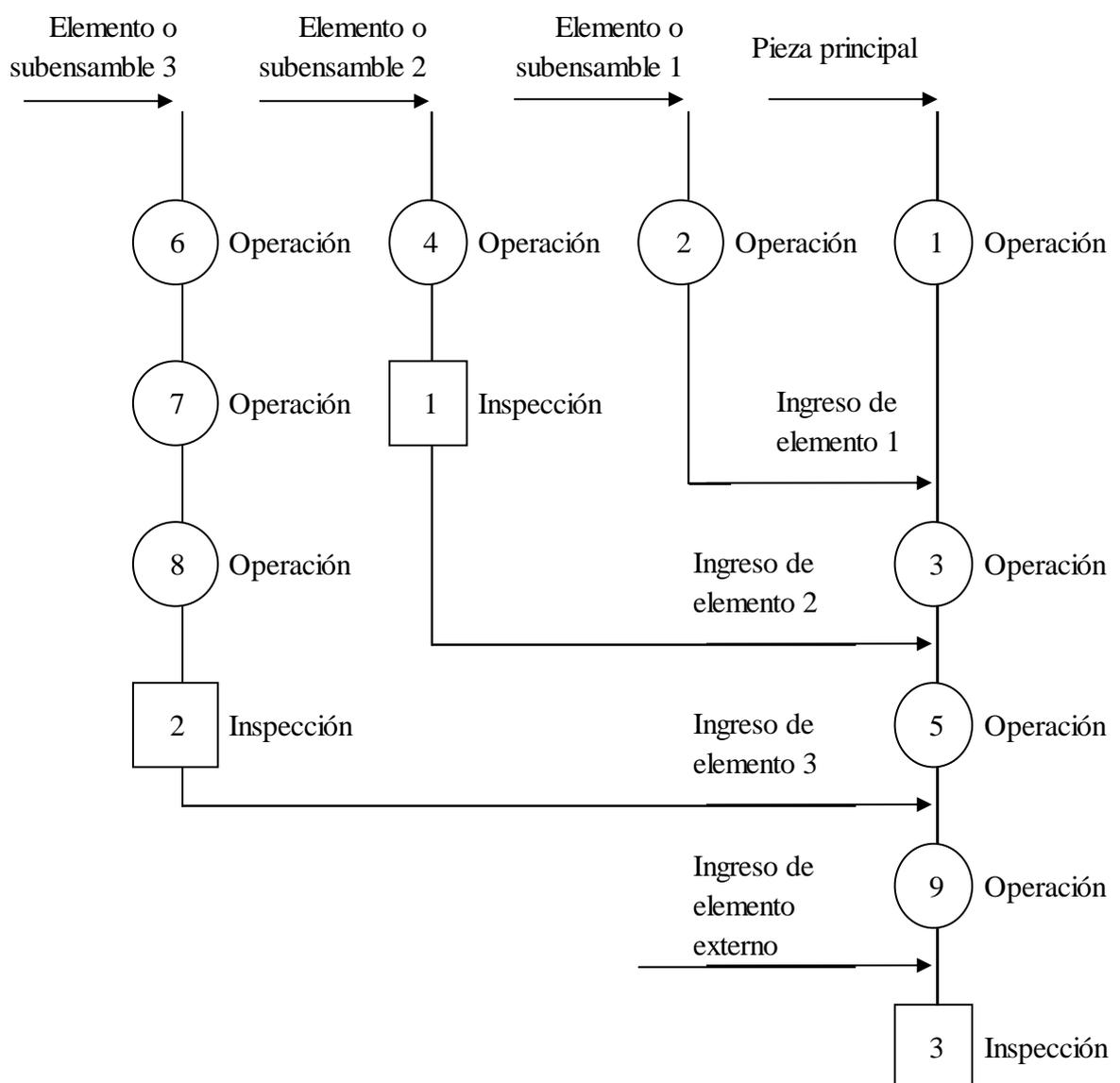


Figura 1: Gráfico de relaciones entre actividades

Fuente: Baca [23]

Elaboración propia

Para la elaboración de un cursograma se consideran los símbolos más comunes, como se detallan a continuación:

2.2.4.1. Operación

Actividad principal en cada proceso productivo, la cual refleja cambio o transformación de una materia en un producto. Por ejemplo: Cortar una barra de hierro. Se simboliza con un círculo.

2.2.4.2. Transporte

Es el movimiento de personas, materiales, etc., antes, durante y después del proceso productivo. Por ejemplo: Transportar por fajas. Se simboliza con una flecha dirigida hacia la derecha.

2.2.4.3. Inspección

Se utiliza cada vez que se realiza una supervisión en el proceso productivo, tanto de calidad, cantidad, ya sea su necesidad. Por ejemplo: medir el tamaño de una manga de plástico. Éste proceso se representa con un cuadrado.

2.2.4.4. Demoras

Se considera demora a la interrupción de un proceso debido a diferentes factores de producción, climáticos, etc. Por ejemplo: Cuello de botella, apago de fluido eléctrico. Se simboliza con una letra "D".

2.2.4.5. Almacenamiento

Representa al depósito de una materia prima o producto terminado en un lugar específico. Éste puede ser estático o tener movimiento, de acuerdo a su necesidad y utilización. Se representa con triángulo invertido.

2.2.4.6. Actividades combinadas

Se considera actividades combinadas a las operaciones que requieren una inspección en el proceso de transformación. Ésta se simboliza con un círculo dentro de un cuadrado.

Cada actividad realizada se representa con una simbología diferencial, como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Simbología del Cursograma

<i>DETALLE</i>	<i>SIMBOLOGÍA</i>
Operación	
Transporte	
Inspección	
Demoras	
Almacenamiento	
Actividades Combinadas	

Fuente: Baca [23]

Elaboración propia

2.2.5. Distribución de planta

Según De la Fuente [24], la necesidad de una correcta distribución de las actividades productivas siempre está presente entre la empresa; es por ello por lo que, una distribución de planta adecuada proporciona beneficios a la empresa, los cuales se traducen en aumento de eficiencia y por lo tanto de la competitividad. Además, permite reducir los requerimientos de espacio y los excesivos desplazamientos del material, disminuye la cantidad de trabajo en proceso y mejora el control de materiales y producto terminado. De manera general, Moore define a la distribución de planta óptima como aquella distribución que genera una máxima satisfacción de todas las partes o actividades que están involucradas en el proceso de producción.

Así mismo De la Fuente [24], define el objetivo perseguido como el alcance de la mejor ordenación desde el punto de vista económico, las áreas de trabajo y del equipo, siendo segura y satisfactoria para los empleados. Esto quiere decir que, para este autor, la buena u óptima distribución se debe traducir en una disminución de costos de producción, teniendo en cuenta algunos objetivos básicos:

- Integración conjunta de todos los factores que afectan a la distribución.
- Movimiento del material según distancias mínimas.
- Circulación del trabajo a través de la planta.
- Utilización efectiva de todo el espacio.
- Satisfacción y seguridad de los trabajadores.
- Flexibilidad en la ordenación que facilite ajustes posteriores.

Indica que para la implementación de nuevas plantas se englobarán un número de categorías a considerar, las cuales se mencionan a continuación:

- Proyecto de una nueva planta
- Ampliación de la planta
- Remodelación de la planta
- Ajustes internos de la planta

2.2.5.1. Distribución enfocada al proceso

Según C. Vaughn [25], las distribuciones de planta orientadas al proceso son adecuadas para operaciones intermitentes cuando los flujos de trabajo no están normalizados para todas las unidades de producción. En una distribución de planta orientada al proceso, los centros o departamentos de trabajo involucrados en el proceso de planta se agrupan por el tipo de función que realizan. Indica también que se puede emplear esta disposición:

- Si la maquinaria es muy cara y difícil de mover.
- En el caso de que se fabriquen diversos productos.
- Si la demanda es intermitente y pequeña.

2.2.5.2. Distribución enfocada al producto

Según C. Vaughn [25], las distribuciones de planta orientadas al producto se adoptan cuando se fabrica un producto estandarizado, por lo común en gran volumen. Cada una de las unidades en producción requiere de la misma secuencia de operaciones de principio a fin. La ventaja de usar esta disposición está en reducir la cantidad de material en proceso y con ello reducir el tiempo de producción; permite mayor control de la producción; debido a la especialización de los trabajadores tenemos mayor eficiencia de mano de obra.

2.2.6. Método de distribución SLP

Tal como indica Muther [26], el método SLP, o también llamado gráfica de relaciones entre actividades, es un procedimiento relativamente simple para dar solución a problemas de distribución de planta. Establece una serie de fases y técnicas que permiten la identificación, valoración y visualización de todos los elementos involucrados en el proceso productivo.

Según Muther [26], la relación entre actividades se representa mediante una gráfica, este es un método cualitativo en el cual indica las relaciones entre estaciones de trabajo las cuales son reflejadas en un cuadro, son representadas por nodos y líneas.

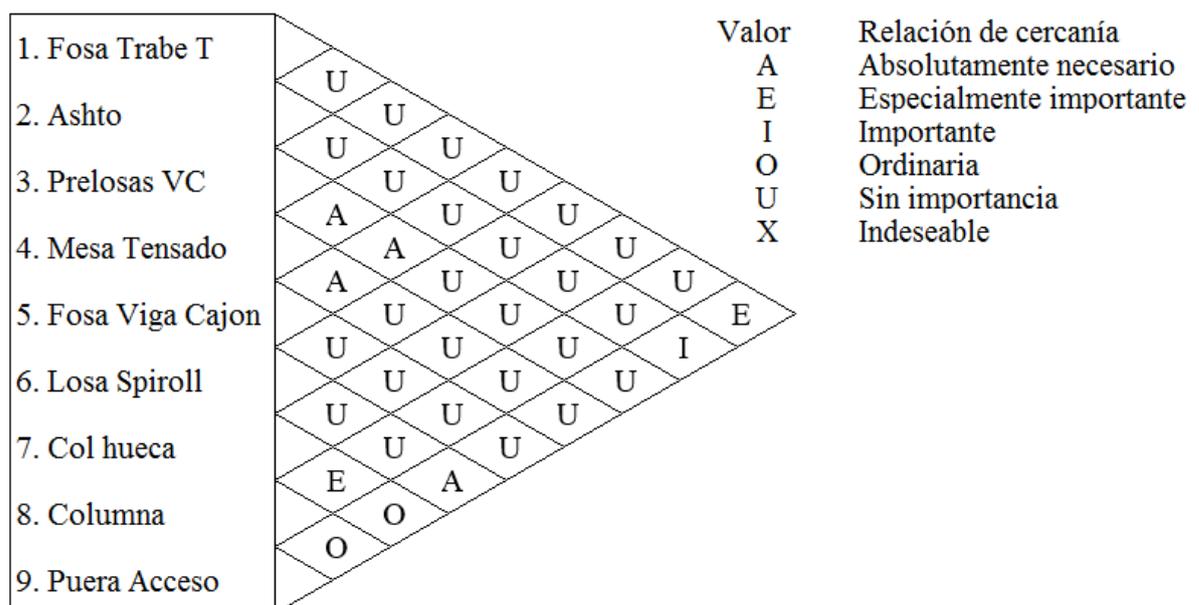


Figura 2: Gráfico de relaciones entre actividades

Fuente: Casals [27]

Se puede concluir, por medio de la figura 2, la cercanía o necesidad de ella entre actividades del proceso, además de las razones del por qué deberían estar cercanas. También permite observar que existen algunas actividades que tienen independencia de cercanía con respecto a otras.

2.2.7. Estandarización de tiempos

El tiempo estándar se define como el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, mediante el empleo de un método y equipo estándar.

La actividad debe ser realizada por un operario con la capacidad o habilidad requerida, además que la pueda desarrollar a una velocidad normal, la cual pueda ser mantenida constantemente sin mostrar síntomas de fatiga.

Las aplicaciones que puedan darse a la estandarización de tiempos son múltiples; aquí se muestran las principales:

- Apoyar en la planeación de la producción
- Facilita la supervisión
- Ayuda a establecer estándares de producción precisos y justos
- Ayuda a establecer las cargas de trabajo
- Ayuda a formular un sistema de costos estándar
- Proporciona costos estimados
- Proporciona bases sólidas para establecer sistemas de incentivos y su control.

2.2.8. Método Westinghouse

Según García Criollo [22], el método Westinghouse es una herramienta que se utiliza para realizar el cálculo de las mediciones a tomar en un proceso productivo, con la finalidad de obtener una media promedial del proceso.

En la Tabla 1, se muestra la formulación del cálculo de tomas de muestras a ejecutar en el proceso productivo por pieza o por ciclo.

Tabla 1: Tabla Westinghouse actividades por año

Cuando el tiempo por pieza o ciclo es:	Número de actividades mínimas de ciclos a estudiar por año		
	más de 10 000	1 000 a 10 000	Menos de 1 000
1 horas	5	3	2
0,8 horas	6	3	2
0,5 horas	8	4	3
0,3 horas	10	5	4
0,2 horas	12	6	5
0,12 horas	15	8	6
0,08 horas	20	10	8
0,05 horas	25	12	10
0,035 horas	30	15	12
0,02 horas	40	20	15
0,012 horas	50	25	20
0,008 horas	60	30	25
0,005 horas	80	40	30
0,003 horas	100	50	40
0,002 horas	120	60	50
Menos de 0,002 horas	140	80	60

Fuente: García [22]

Elaboración propia

2.2.9. Medición del trabajo

Fuentes y Rojas [28], definen a la Medición del trabajo como la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida. La medición del trabajo a su vez sirve para investigar, minimizar y eliminar el tiempo improductivo, es decir, el tiempo durante el cual no se genera valor agregado.

Una función adicional de la Medición del Trabajo es la fijación de tiempos estándar (tiempos tipo) de ejecución, por ende es una herramienta complementaria en la misma Ingeniería de Métodos, sobre todo en las fases de definición e implantación. Además de ser una herramienta invaluable del coste de las operaciones.

De la misma manera, Criollo [22], define a la medición de trabajo como un método investigativo basado en la aplicación de técnicas para determinar el contenido de una tarea definida, fijando en tiempo que un operario calificado, invierte en llevarla a cabo. Además, nos relata cuales son los 2 objetivos que se satisfacen con la medición del trabajo.

El primero es la incrementación de la eficiencia del trabajo, ya sea al disminuir los tiempos y estandarizarlos, al eliminar actividades innecesarias o que no generen valor al producto. El segundo objetivo es proporcionar estándares de tiempo que servirán de información a otros sistemas de la misma empresa, tales como los costos de la programación de la producción, supervisión, etc.

2.2.10. Evaluación económica financiera

Según Guzmán [29], la evaluación económica es un método de análisis útil para adoptar decisiones racionales ante diferentes alternativas. Es frecuente confundir la evaluación económica con el análisis o evaluación financiera. En este segundo caso se considera únicamente la vertiente monetaria con el objetivo de considerar la rentabilidad en términos de flujos de dinero.

Según Guzmán [29], mientras que la evaluación económica integra en su análisis tanto los costes monetarios como los beneficios expresados en otras unidades relacionadas con las

mejoras en las condiciones de vida de un grupo. Podemos hablar entonces de rentabilidad o beneficios de tipo social.

Según Guzmán [29], la definición de evaluación económica es la siguiente: “Análisis comparativo de las acciones alternativas tanto en términos de costes como de beneficios”.

2.2.11. Valor actual neto (VAN)

Según León [30], el VAN es el valor presente de los beneficios netos que genera un proyecto a lo largo de su vida útil, descontados a la tasa de interés que refleja el costo de oportunidad que para él o la inversionista tiene el capital que piensa invertir en el proyecto. Este VAN mide, en moneda de hoy, cuánto más rico es el inversionista si realiza el proyecto, en vez de colocar su dinero en la actividad que brinda como rentabilidad la tasa de descuento.

La expresión matemática de este concepto es la siguiente:

$$VAN = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{FC_t}{(1+r)^t}$$

Dónde:

VAN = Valor Actual Neto

t = Tiempo

n = Años de vida útil del negocio

FCt = Flujo de caja neto en el periodo indicado y la tasa de descuento

COK = Coste de oportunidad del capital.

Según Beltrán y Cueva [30], la regla de decisión es que si el VAN es positivo el proyecto se aprueba, pues será posible obtener ganancias respecto a la mejor inversión alternativa, si es igual a cero es indiferente y si es negativo se rechaza.

- VAN > 0 Se aprueba
- VAN = 0 Indiferente
- VAN < 0 Se rechaza

2.2.12. Tasa interna de retorno (TIR)

Según Beltrán y Cueva [30], la Tasa Interna de Retorno de un proyecto mide la rentabilidad promedio anual que genera el capital que permanece invertido en él. Se define como aquella tasa de descuento que iguala a cero el Valor Actual Neto. Es un valor que nos remite a un determinado tipo de interés para el cual realizar o no la inversión sería indiferente.

Cuanta más alta sea la TIR más alta será la rentabilidad esperada del negocio y, al revés, cuanto más baja la TIR más riesgo corremos al realizar la inversión. Si la TIR es mayor que el coste de oportunidad del capital, entonces el capital del proyecto evaluado genera una rentabilidad mayor que la que puede ser generada por la mejor alternativa de inversión.

En ese caso es recomendable apostar por el proyecto.

2.2.13. Herramientas de mejora del proceso

Existen herramientas que permiten analizar los cálculos de producción y por ende aumentar la productividad, detallamos a continuación herramientas a utilizar:

2.2.13.1. Diagrama causa – efecto

Según de la Rosa [31], esta herramienta llamada también diagrama Ishikawa, nos permite identificar el problema principal mediante una serie de categorías las cuales tienen como inicial la letra “m”, mediante esta herramienta se diagnosticará a fondo cual es el problema y como puede empezar a solucionarse.

La utilización de esta herramienta permite analizar las causas a detalle que ocasionen los inconvenientes en los procesos a realizar, detallando paso a paso el proceso hasta encontrar la falla.

Aplicando esta herramienta podremos tener una visión de la información en forma secuencial, pudiendo analizar cada etapa del proceso minuciosamente con el fin de mejorar la utilización de materias primas, producción y disposición de la planta o instalación.

2.2.13.2. Diagramas de procesos

Según de la Rosa [31], este diagrama nos permite identificar mediante un análisis la cantidad de distancias que recorre para la elaboración de un proceso, tiempos requeridos.

Todos estos puntos vienen referenciados mediante imágenes o símbolos que nos ayudarán a identificar a detalle el movimiento causado o efectuado en cada proceso.

La utilización de esta herramienta permitirá identificar las etapas de cada proceso según su realización de operación como son: operación, inspección, demora, almacenaje y transporte.

Al culminar el análisis respectivo podremos visualizar a detalle que causa mayor ineficiencia en el proceso.

2.2.13.3. Diagrama de análisis de procesos (DAP)

Según de la Rosa [31], es el diagrama que permite analizar cuál es funcionamiento del proceso y como se podría mejorar, aplicando herramientas de reducción de tiempo, reducción de recorridos, etc. Con el fin de reducir tiempos muertos y procesos innecesarios.

El uso de ésta herramienta, ayudará en los registros de cada proceso, operario, instrumentos, maquinaria, mantenimiento, etc., con la finalidad de disminuir los tiempos improductivos en cada actividad ejecutada.

2.2.13.4. Diagrama de operaciones de proceso (DOP)

Según de la Rosa [31], es la representación gráfica de operaciones realizadas en los procesos ordenados, adicionados a estos controles como son las inspecciones y almacenamientos con el fin de cumplir con lo establecido o requerido por los clientes o la empresa.

Éste diagrama, trabaja también con las herramientas aplicadas para el desarrollo de un cursograma, como son las operaciones, transportes, demoras, inspecciones, almacenamientos y operaciones combinadas.

2.2.14. Método Güerchet

Según Cuatrecasas [32], este método se utiliza para determinar la superficie de cada área del proceso productivo de la empresa tanto operativa como administrativa. Según Pariona [33], en este método es importante la identificar el número de maquinarias, equipos y operarios que intervienen en el proceso. Éste método considera 3 áreas de determinación total:

- Superficie Estática
- Superficie Gravitacional
- Superficie Evolutiva

2.2.14.1. Superficie estática (Ss)

Según Pariona [33], es el área establecida por la empresa que ocupa una maquinaria, mueble o equipo que interviene dentro del proceso productivo.

$$Ss = L \times A$$

Dónde:

Ss = Superficie estática

L = Largo

A = Ancho

2.2.14.2. Superficie gravitacional (Sg)

Según Pariona [33], es el área destinada para el proceso productivo, tales como el manejo de materiales y equipos. Para la obtención de ésta superficie se considera el producto de la superficie estática por el número de lados a utilizar del mueble, maquinaria o equipo.

$$Sg = Ss \times N$$

Dónde:

Sg = Superficie gravitacional

Ss = Superficie estática

N = número de lados

2.2.14.3. Superficie evolutiva (Se)

Según Pariona [33], es el área destinada para el desplazamiento de los operarios y materiales a utilizar en el proceso. Se obtiene del producto de la suma de la superficie estática (Se) más la superficie gravitacional (Sg) por el coeficiente k el cual depende del tipo de industria.

$$Se = (Ss + Sg) \times k$$

Dónde:

Se = Superficie evolutiva

Ss = Superficie estática

Sg = Superficie gravitacional

k = coeficiente de evolución

Para el cálculo del coeficiente k, se considera lo siguiente:

$$k = \frac{h1}{2 \times h2}$$

Dónde:

k = Coeficiente de evolución

h1 = Altura de los equipos móviles

h2 = Altura de los equipos o elementos estacionarios

2.2.14.4. Superficie total

Según Pariona [33], para realizar el cálculo de la superficie total, se considera la siguiente fórmula.

$$St = N (Ss + Sg + Se)$$

Dónde:

St = Superficie total

N = Número de lados utilizados

Ss = Superficie estática

Sg = Superficie gravitacional

Se = Superficie evolutiva

Cada uno de estos parámetros son los mismos para cada área productiva. En el Cuadro 2, se da el símbolo y la descripción de cada uno.

Cuadro 2: Parámetros de cálculo para superficie

Parámetro	Descripción
n	Cantidad de elemento requeridos
N	Número de lados utilizados
SS	Superficie estática = largo x ancho
SG	Superficie gravitacional = SS x N
K	Coefficiente de superficie evolutiva = $0,5 \times (hm/hf)$
hm	Altura promedio de elementos móviles
hf	Altura promedio de elementos fijos
SE	Superficie evolutiva = $K \times (SS + SG)$
ST	Superficie total = $n \times (SS + SG + SE)$

Elaboración propia.

III. Metodología

3.1. Tipo y nivel de investigación:

El fin del proyecto tendrá una aplicación de forma práctica e inmediata, porque se aplicarán conocimientos sobre productividad y mejora de línea de procesos. Atendiendo al diseño de comprobación la investigación es de tipo descriptivo-cuantitativo, porque describirá la realidad de la empresa y su situación actual, sin manipulación de variables.

3.2. Diseño de investigación:

Para el presente proyecto, el tipo de diseño utilizado fue no experimental, porque no se manipuló ninguna variable, solo se observó y describió tal cual se fueron manifestando.

Se aplicó el siguiente diseño (ideograma).



Dónde:

A = Trabajadores de la empresa.

X1 = Descripción de la productividad

3.3. Población, muestra y muestreo:

3.3.1. Población

La población que se consideró para el presente proyecto fue el personal que interviene en el proceso productivo de bobinas de polietileno en la empresa Polybags Perú S. R. L.

3.3.2. Muestra

Registro de producción de bobinas defectuosas en el área de extrusión durante el año 2019 de la empresa Polybags Perú S. R. L.

3.3.3. Muestreo

Se realizó un muestreo de tipo no probabilístico intencional.

El muestreo se realizó a las bobinas defectuosas del área de extrusión de la empresa Polybags Perú S. R. L.

3.4. Criterios de selección:

3.4.1. Criterios de exclusión:

Se tomó éste criterio con el fin de excluir personal con menor rendimiento en cada proceso y así poder realizar la estandarización de tiempos de producción por producto, de acuerdo al tiempo y la experiencia de los participantes.

3.5. Operacionalización de variables:

3.5.1. Variable Independiente

La línea de extrusión de bobinas de polietileno.

3.5.2. Variable Dependiente

La productividad de la Empresa Polybags Perú S. R. L.

3.5.3. Operacionalización de Variables

A continuación se presentan los indicadores de estudio a utilizar para la medición de la implementación del Proyecto de Investigación.

3.6. Técnicas, instrumentos de recolección de datos:

Para el presente proyecto de investigación se emplearon las siguientes técnicas:

3.6.1. La Entrevista

Esta técnica se aplicó al gerente de la empresa “Polybags Perú S.R.”. Se utilizó la entrevista estructurada porque se elaboró una lista de preguntas las cuales plantearon identificar las causas principales de dicha investigación.

3.6.2. La Encuesta

Se ejecutó una encuesta a los trabajadores de la empresa “Polybags Perú S.R.”, para conocer los procesos de producción y cómo influyen en la productividad de la empresa; como instrumento para ello se contó con un cuestionario.

3.6.3. Observación

Se utilizó esta técnica cuya función fue recoger información inmediata de la producción de la empresa “Polybags Perú S.R.”, se utilizó como instrumento la ficha de observación.

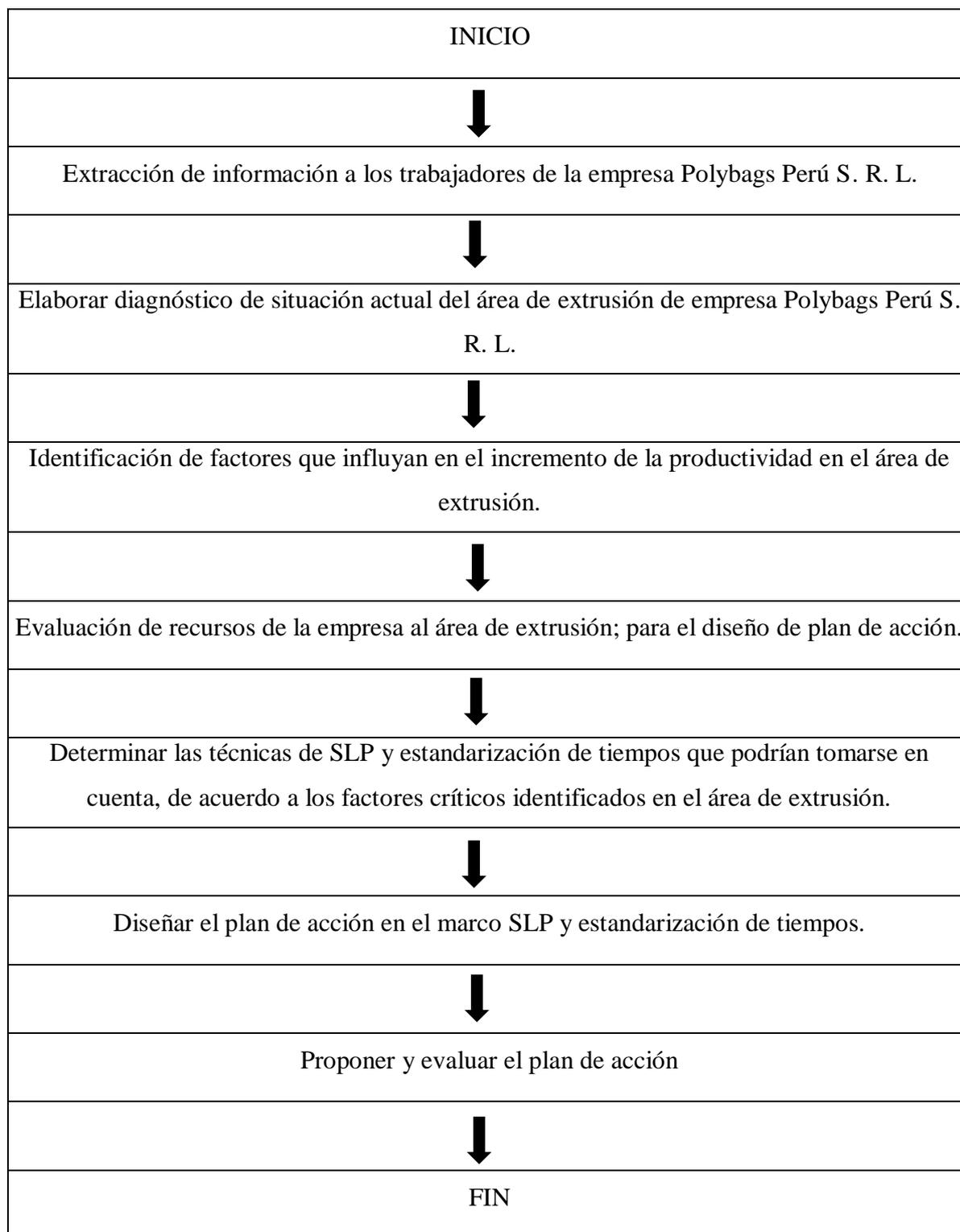
3.6.4. Ficha de Control de Tiempos

Se utilizó esta técnica para recoger información de los tiempos de producción de cada producto de la empresa “Polybags Perú S.R.”, se utilizó como instrumento la ficha de control de tiempo.

3.7. Procedimientos:

Para la recolección de datos, se realizaron visitas a la empresa, precisamente a los responsables del área de extrusión, los cuales brindaron información precisa y concisa sobre el proceso de elaboración de bolsas de polietileno, las cuales sirvieron de base para detectar la problemática y así plantear la mejora basado en SLP y estandarización de tiempos.

En el cuadro 3, se puede apreciar el procedimiento empleado para la recolección de datos en el área de extrusión de bobinas de polietileno en la empresa Polybags Perú S. R. L.

Cuadro 3: Procedimiento para la recolección de datos

Fuente: Elaboración propia.

La información recopilada es fidedigna, ya que fue brindada por la misma organización durante el tiempo de observación.

3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos:

3.8.1. Técnica de Recolección de datos

Esta técnica es una de las más importantes porque nos brinda la información necesaria y precisa para el desarrollo del presente estudio de investigación.

En la presente investigación, se empleará la técnica de la observación, método por el cual se obtuvo información relevante, fidedigna y precisa del desarrollo del proceso en estudio, contenida en las variables de la investigación. Para tal efecto, se realizó el control de procesos y producción de bolsas (mangas) de polietileno quedando registradas en la ficha de registro de producción.

3.8.1.1. La Observación

Es la técnica de recopilación de datos realizada mediante toma de tiempos y procesos en la situación problemática de la organización. Esta técnica, se ha realizado de forma presencial a los trabajadores involucrados en el área de estudio.

3.8.1.1.1. Método de la observación científica:

La observación científica se puede manifestar a través de la captación de procesos repetitivos elaborados en el área en estudio.

Además con éste método podemos obtener información al detalle de cada acontecimiento suscitado, diferenciándose de la observación casual y espontánea.

Mediante la aplicación de éste método de investigación podemos alcanzar a obtener información que nos permita sintetizar procesos a desarrollar, las cuales nos servir como base para la elaboración de procedimientos estandarizados para el desarrollo de la producción.

3.9. Matriz de consistencia:

Cuadro 4: Matriz de consistencia

PROPUESTA DE MEJORA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN DE BOBINAS DE POLIETILENO DE LA EMPRESA POLYBAGS PERÚ S.R.L PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD					
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES		Metodología
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente		MÉTODO DE INVESTIGACIÓN: Descriptivo - cuantitativo. TIPO DE INVESTIGACIÓN: Cuantitativa DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: No experimental
¿De qué manera la mejora de la línea de extrusión de bobinas de polietileno en la empresa Polybags Perú S. R. L permitirá incrementar su productividad?	Realizar la mejora de la línea de extrusión de bobinas de polietileno de la empresa Polybags Perú S. R. L. para aumentar la productividad.	La mejora de la línea de extrusión de la empresa Polybags Perú S. R. L. permite aumentar la productividad.	La línea de extrusión de bobinas de polietileno.	Diagnóstico	
				Proponer	
				Análisis	
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis específica	Variable Dependiente		POBLACIÓN EN ESTUDIO: Personal operario en la producción de bobinas.
De qué manera diagnosticar la línea de extrusión de bobinas podría incrementar la productividad de la empresa Polybags Perú S. R. L.	Diagnosticar el proceso productivo en la línea de extrusión para incrementar la productividad de la empresa Polybags Perú S. R. L.	El diagnóstico de la línea de extrusión permite el incremento de la productividad en la empresa Polybags Perú S. R. L.	La productividad de la Empresa Polybags Perú S. R. L.	Incremento	MUESTRA: Registro de producción de bobinas año 2019.
En qué medida proponer una mejora en la línea de extrusión ayudará a incrementar la productividad de la empresa Polybags Perú S. R. L.	Proponer una mejora del proceso en la línea de extrusión de polietileno para aumentar la productividad de la empresa Polybags Perú S. R. L.	La evaluación y desarrollo de la línea de extrusión de la empresa Polybags Perú S. R. L.		Línea de extrusión	MUESTREO: No probabilístico intencional
En qué medida realizar un análisis costo beneficio mejorará el proceso productivo para incrementar la productividad de la empresa Polybags Perú S. R. L.	Realizar un análisis costo - beneficio de la mejora del proceso productivo de como incrementa la productividad de la empresa Polybags Perú S. R. L.	El análisis costo beneficio mejora el proceso productivo para incrementar la productividad de la empresa Polybags Perú S. R. L.		Proceso productivo	CRITERIOS DE SELECCIÓN: Exclusión

Fuente: Elaboración propia

3.10. Consideraciones Éticas:

La investigación en estudio nos brinda detalladamente información que sustenta y fundamenta el contenido del mismo, la cual fue tomada bajo las necesidades de la organización, para tal efecto se considera los criterios éticos detallados en el cuadro 5, que se muestra a continuación:

Cuadro 5: Criterios éticos en consideración

Criterios	Características éticas del criterio
Productividad	La propuesta planteada fundamentó la mejora de la productividad.
Confidencialidad	Protección de la identidad de la organización y los trabajadores que participaron en la entrega de la información para la investigación.
Objetividad	El análisis y evaluación de la situación encontrada en la organización se basó en criterios técnicos e imparciales.
Originalidad	Se citaron todas las bases y fuentes bibliográficas de la información mostrada en el proyecto de investigación, a fin de demostrar la inexistencia de plagio intelectual.
Veracidad	La información utilizada es verídica y confidencial.

Fuente: Elaboración Propia

IV. Resultados

4.1. Diagnóstico de la situación actual de la empresa

4.1.1. La empresa

Polybags Perú S. R. L., es una empresa peruana constituida el año 2004, especializada en la elaboración de bobinas de polietileno de alta y baja densidad, ofreciendo un producto de alta calidad desde sus inicios. Se encuentra ubicada en la Mz. 35A Lote 1-2 - Chosica del Norte - La Victoria – Chiclayo, teniendo una sucursal ubicada en Av. Lurigancho 1274 - Zárate - San Juan de Lurigancho.

La empresa labora de lunes a sábado de 7:00 a 19:00 hrs y se encuentra registrada en SUNAT con RUC 20484194026.

4.1.2. Misión

Fabricar y comercializar bobinas hechas a base de polietileno de alta y baja densidad, para la fabricación de bolsas plásticas y empaques flexibles inocuos y de calidad con el mejor servicio, cumpliendo con las normativas legales aplicables. Además, se busca superar las expectativas de sus clientes, aplicando la mejora continua en cada uno de sus procesos.

4.1.3. Visión

Adoptar estándares internacionales calidad; para lograr diversificar nuestro mercado hasta una cobertura de atención en las principales zonas de demanda de toda Latinoamérica, considerando el desarrollo de nuevos productos; y a su vez consolidar todos estos atributos dentro de nuestra marca, incluyendo la fidelización de clientes; siempre bajo un clima laboral interno que favorezca la mejora continua de nuestros procesos.

4.1.4. Estructura organizacional

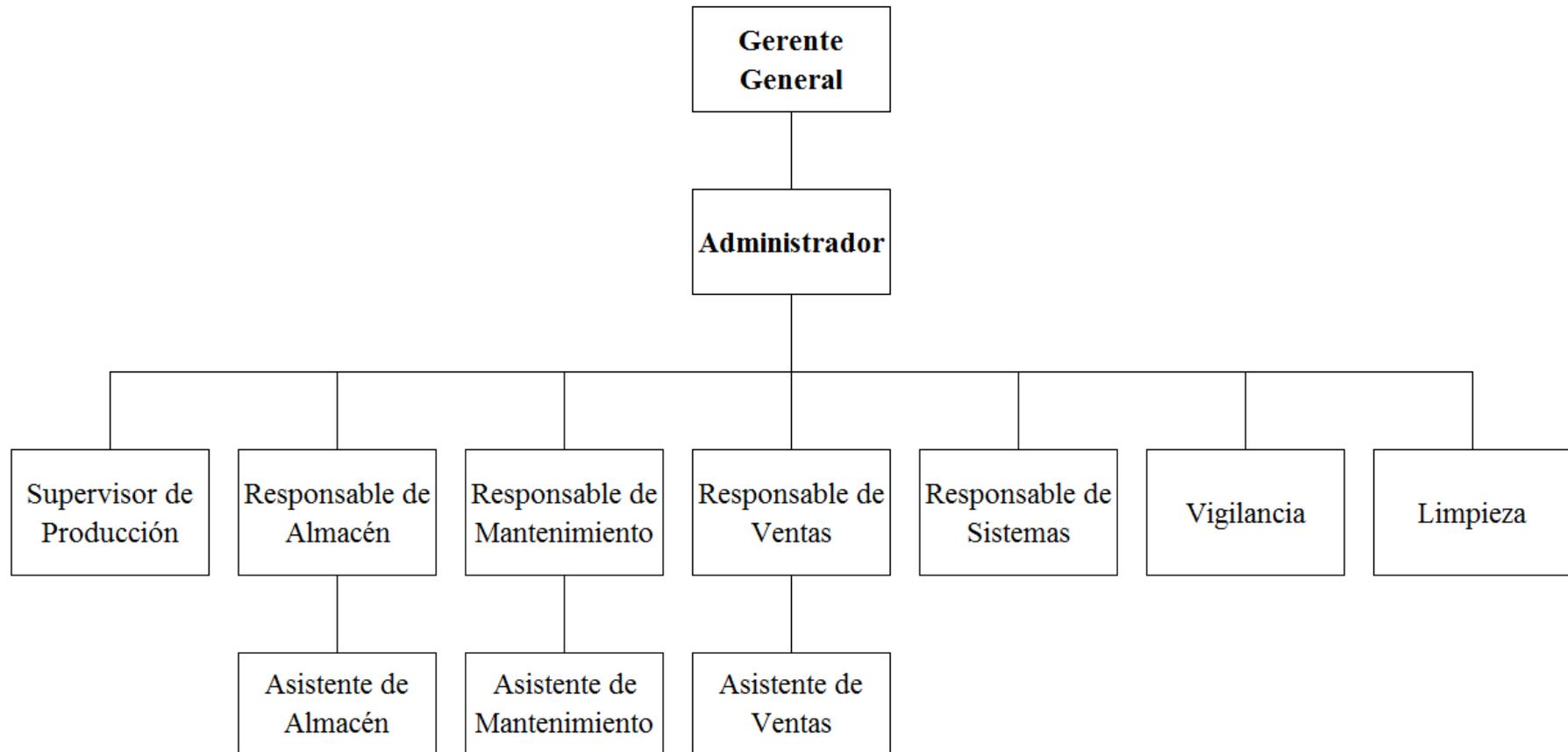


Figura 3: Estructura Organizacional

Fuente: Empresa Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

En la figura 3, se observa la distribución o estructura organizacional de la empresa Polybags Perú S. R. L.

4.1.5. Situación actual de la empresa

En la actualidad, la empresa se encuentra con problemas en su proceso productivo debido a su baja productividad, así mismo con su baja producción y falta de estandarización del proceso. Consecuente a ello, la empresa presenta una demanda insatisfecha provocando su baja productividad.

Si se habla de la distribución de la planta de producción, la empresa no cuenta con una correcta distribución, ya que los operarios, así como los insumos tienen que recorrer distancias innecesarias generando retrasos, perdiendo así, tiempo de producción.

4.2. Descripción del sistema de producción

4.2.1. Productos

4.2.1.1. Descripción del producto

La empresa Polybags Perú S. R. L. cuenta con dos principales productos, según Cuadro 2, que comercializa a clientes localizados en distintas partes del mercado nacional como son Chiclayo, Lima, Piura, Paita, Sullana, Tumbes, Zorritos, y en el mercado internacional como son Cuenca, Guayaquil y Quito en el país de Ecuador. Las bobinas ofrecidas son elaboradas a base de polietileno de alta y baja densidad. Observar Anexo 1.

En el Cuadro 6, se muestran los productos ofrecidos por la empresa Polybags Perú S. R. L.

Cuadro 6: Lista de productos de la empresa Polybags Perú S. R. L.

ÍTEM	PRODUCTO
1	Bobina Pebd 102 cm x 127 cm - Cristal
2	Bobina Pead 102 cm x 127 cm - Natural

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

4.2.1.1.1. Bobinas de polietileno de alta densidad

Las bobinas de polietileno de alta densidad, figura 4, son utilizadas en la industria para la fabricación de plásticos desechables en general, debido que posee unas características básicas para ello, como ser termoplástico, resistente a golpes, gran ligereza, flexibilidad, etc.

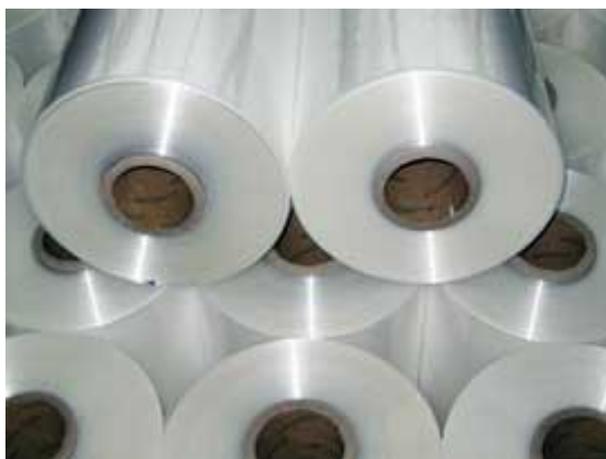


Figura 4: Bobinas de Polietileno de alta densidad

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

4.2.1.1.2. Bobinas de polietileno de baja densidad

Las bobinas de polietileno de baja densidad, figura 5, son utilizadas en la industria para la fabricación, especialmente, de bolsas plásticas. Este tipo de bobinas presentan buenas propiedades mecánicas como procesabilidad y resistencia al impacto, rasgado y punzonado.

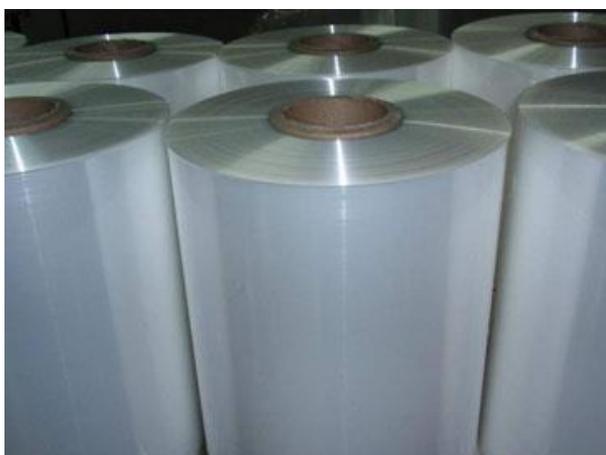


Figura 5: Bobinas de polietileno de baja densidad

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

4.2.2. Subproductos

No Cuenta con subproductos elaborados en el proceso productivo.

4.2.3. Desechos

Son considerados como desechos el scrap quemado, con puntos negros y puntos gel.

4.2.4. Desperdicios

La empresa Polybags Perú S. R. L. cuenta con producción de medidas inadecuadas que fueron resultantes de sus procesos fallidos, pero éstas pueden volver a reutilizar para otro tipo de proceso.

4.2.5. Materiales e insumos

Se necesitan materiales de procedencia virgen para la elaboración de los productos que son distribuidos en el mercado nacional e internacional.

Para tal efecto se detalla a continuación los materiales e insumos a utilizar.

4.2.5.1. Materia prima

La materia prima y los insumos utilizados para la fabricación de bobinas de polietileno se detallan en la Cuadro 7, así como, el precio por kg para cada uno.

Cuadro 7: Materia prima para el proceso de producción de bobinas de polietileno

N°	Producto	Descripción	Precio (soles/ kg)
1	PEAD/PEBD	Polietileno necesario para bobina de 500 kg	5,62

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

4.2.5.2. Maquinaria y equipos

En el proceso productivo de bobinas de polietileno, intervienen diversas maquinarias para cada área asignada, como son mezclado, extrusión y pesado, en el Cuadro 8, se detalla la maquinaria necesaria para el proceso.

Cuadro 8: Maquinaria que interviene en el proceso productivo de bobinas

AREA	N°	MAQUINARIA	MARCA	ESTADO	VIDA ÚTIL
Mezclado	1	PD-MZC-PEBD Color	China	Operativo	8 años
	2	PD-MZC-PEBD Cristal	China	Operativo	
	3	PD-MXC-PEAD Cristal	China	Operativo	
Extrusión	2	Extrusora 2	China	Operativo	10 años
	3	Extrusora 3	China	Operativo	
	4	Extrusora 4	China	Operativo	
	5	Extrusora 5	China	Operativo	
	6	Extrusora 6	China	Operativo	
	1	Balanza	China	Operativo	

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

4.2.5.3. Insumos

Los insumos aplicados en el proceso productivo como son tintas, pigmentos, alcohol, se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2: Aditivos para el proceso de producción de bobinas de polietileno (soles/ kg)

N°	Producto	Descripción	Precio
1	Antiblock	Aditivos necesarios para bobina de 500 kg	4,29
2	Protector UV	Aditivos necesarios para bobina de 500 kg	3,16
3	Masterbatch	Aditivos necesarios para bobina de 500 kg	16,80
Totales			24,25

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

4.2.5.4.Principales clientes

La empresa cuenta con clientes del rubro agrícola, bananero y pesquero como se aprecia en las Tablas 3, 4 y 5 respectivamente, teniendo como cliente principal a Agronegocios Los Ángeles SAC, ubicada, en la ciudad de Piura, dedicada a la exportación de banano orgánico, con un total de 24 421,14 Soles, equivalente a un 20% de la producción.

Tabla 3: Principales clientes rubro agrícola Julio – 2019

N°	Clientes	Total (kg)	Representa
1	Asoc. de pesqu. agricultores Santa Clara	17 685,68	25%
2	Agroexportadora sol de Olmos S.A.C.	17 531,85	24%
3	Cooperativa agroexportadora del norte	12 761,40	18%
4	Asoc. Pequeños Prod. agropecuarios	10 760,58	15%
5	Asoc. agropecuaria la juliana olmos	6 503,35	9%
6	Asoc. agro impe Olmos	6 398,66	9%
Totales		71 641,52	100%

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

Tabla 4: Principales clientes rubro pesquero Julio – 2019

N°	Clientes	Total (kg)	Representa
1	Encarnación García Doli	13 845,40	28%
2	Agrosol Coop	12 773,56	26%
3	Covarrubias María del Socorro	12 761,40	26%
4	Asoc. agrícola pecuaria Miguel Grau	9 410,50	19%
Totales		48 790,86	100%

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

Tabla 5: Principales clientes rubro bananero Julio – 2019

N°	Clientes	Total (kg)	Representa
1	Agronegocios los Ángeles S.A.C.	24 421,14	20%
2	Asoc. de bananeros orgánicos solidarios	20 237,20	17%
3	Asoc. de bananeros orgánicos Inmaculada	12 959,40	11%
4	Asoc. de Prod. de banano orgánico de Querecotillo	12 344,60	10%
5	Asoc. de Prod. de banano salitral	10 963,32	9%
6	Asoc. de Prod. de banano San Agustín	9 652,59	8%
7	Capebosan - JIBITO	9 410,50	8%
8	Asoc. de Prod. orgánicos de Querecotillo	9 161,30	7%
9	Asoc. de Prod. de banano orgánico de Ignacio	6 880,43	6%
10	Agroexportaciones de banano del Alto Chira	6 398,66	5%
Totales		122 429,14	100%

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

4.2.5.5.Principales proveedores

Líder en resinas termoplásticas en Brasil y en América Latina, lanzó diez nuevos productos en poliolefinas, en la Brasilplast 2007. En polietileno, serán presentadas al mercado cuatro nuevas resinas, que atienden principalmente a los mercados de alimentos, agroquímico, papel, celulosa y transporte de cargas, según se muestra en Cuadro 9.

Cuadro 9: Principales proveedores

N°	Tipo	Proveedor	Distribuidor	Detalle
1		Braskem	Dispercol s.a.	Materia Prima
2		Dow Chemical Company	Sm resinas	Materia Prima
3	Materia Prima	Sabic Innovative Plastics	Brenntag Perú S.A.C.	Materia Prima
4		Sabic Innovative Plastics.	Polinplast S.A.C.	Materia Prima
5		Snetor Chimie	Sandpol S.A.C	Materia Prima
1		Corporation Gtm del Perú	Corporation Gtm	Alcohol
2		Serese	Serese	Alcohol
3	Insumos	Mastercol S.A.	Mastercol S.A.	Masterbach
4		Flint Group Perú S.A.	Flint Group Perú S.A.	Tintas
5		Indubras S.A.C.	Indubras S.A.C.	Tintas
1	Servicios	Trans Vel & Hnos SAC	Trans Vel & Hnos SAC	Lima - Chiclayo
2	de	Trans Siempre Unidos Sac	Trans Siempre Unidos Sac	Lima - Chiclayo
3	Transportes	Trasnsportes mabel	Trasnsportes mabel	Lima - Chiclayo
1	Impresión	Zflexibles S.A.C	Zflexibles S.A.C	Clisset

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

En el Cuadro 9, se muestra la relación de proveedores asociados a la empresa Polybags Perú S. R. L..

4.2.5.6.Principales competidores

Polybags Perú S. R. L., al contar con dos sedes a nivel nacional, cuenta con una gran variedad de productos que no son competencia para el mercado, en la zona norte su mejor producto son las bobinas de polietileno, producidas en grandes cantidades que logran abastecer sus clientes solicitantes, según se muestra en el Cuadro 10:

Cuadro 10: Principales competidores

N°	Competidores
1	El Águila
2	Fábrica de sacos Procomsac
3	Representaciones Emerplast E.I.R.L.

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

4.2.5.7.Mano de obra

El área de producción de la empresa Polybags Perú S. R. L. está compuesto por 11 operarios, los cuales se encuentran distribuidos como lo muestra la Tabla 6. La empresa labora de lunes a sábado en horario desde las 7:00 hrs hasta las 19:00 hrs en un solo turno al día.

Tabla 6: Operarios por área de producción

Área	Etapas	Cantidad
	Mezclado	3
Producción	Extrusión	7
	Pesado	1
Totales		11

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

El personal asignado a cada área de trabajo dentro de la empresa, se detalla en el Cuadro 11.

Cuadro 11: Operarios de la empresa periodo 2019

Área	N°
Almacén	2
Superv. Producción	2
Calidad	3
Mezclado	3
Extrusión	7
Paleteo	4
Sellado	4
Pesado	1
Unidad Operativa	3
Comercial	4
Contabilidad	6
Mantenimiento	2
Seguridad	2
Total	43

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

4.2.6. Proceso de producción

En el proceso productivo intervienen tres tipos de maquinarias que dan como resultados las bobinas de polietileno de 500 kg.

A continuación, se describe el proceso productivo que realiza la empresa.

4.2.6.1.Recepción de materia prima

La materia prima es adquirida en el extranjero, Brasil, Vietnam, China; la cual vía marítima es trasladada al puerto del Callao; es recepcionada en paletas de 200 bolsas de 50kg cada una.

Posteriormente esta materia prima es distribuida a Polybags Chiclayo Mz. 32A Lt. 1,2 y 3 Chosica del Norte – La Victoria – Chiclayo, para su almacenamiento y distribución.

Para la recepción de materia prima, se utiliza cilindros alcohol de 200 L, debidamente esterilizados, para ser trasladados al área de mezclado y realizar el debido proceso, como se muestra en la Figura 6.



Figura 6: Recepción de materia prima

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

4.2.6.2.Mezclado

El proceso de mezclado comprende de la homogenización de materias primas como son el Polietileno de alta o baja densidad, aditivos y colorantes conforme sea la solicitud o la demanda actual, va a depender de la orden de producción emitida por el supervisor del área de producción al operario de mezclado y el tipo de material a trabajar.

Se comprueban las mezclas de material y aditivos necesarios para conformar el pedido: alta o baja densidad.

La empresa cuenta con 3 tipos de máquinas mezcladoras de materias primas, como se detallan a continuación:

Para el mezclado de material virgen polietileno baja densidad color, se utiliza la máquina mezcladora PD-MZC-001 PEBD COLOR, como se muestra en la Figura 7.



Figura 7: Mezcladora PD-MZC- 001 PEBD COLOR
Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Para el mezclado de material virgen polietileno baja densidad cristal, se utiliza la máquina mezcladora PD-MZC-002 PEBD COLOR, como se muestra en la Figura 8.



Figura 8: Mezcladora PD-MZC-002 PEBD CRISTAL

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Y para el mezclado de material virgen alta densidad cristal, se utiliza la máquina mezcladora PD-MZC-003 PEAD CRISTAL, como se muestra en la Figura 9.



Figura 9: Mezcladora PD-MZC-003 PEAD CRISTAL

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

4.2.6.3.Extrusión

Área de fundición, la cual absorbe materia prima por un tornillo sinfín, mediante altos grados de temperatura, (160° C) llega a un punto de fusión, para luego ser soplada por los cabezales de la extrusora a través de compresora de aire. Según se muestra en la Figura 10.

En la torre de la extrusora se encuentran instalados unos rodillos los cuales aplanan el material y eliminan el aire que se encuentra dentro de este, y así embobinar el producto en conos de tamaños adecuados, resultando como producto final la película solicitada por el cliente.



Figura 10: Extrusora de Polietileno

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

4.2.6.4. Pesado

Al término de la extrusión de las bobinas, éstas son desplazadas al área de pesado mediante una máquina pallet o una máquina montacargas, por los mismos operarios de extrusión o el encargado el área de pesado, pasa ser pesadas, de ese modo, la uniformidad de producción. El peso aproximado de cada bobina tiene un peso de 500kg.

Si no cumple con el peso determinado y los márgenes del $\pm 1,50$ kg, esos kg en exceso son eliminados y pasados a los desperdicios, quedando como desperdicio y pérdida para la empresa. Como se puede apreciar en la Figura 11.



Figura 11: Pesado de Bobinas de Polietileno

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

4.2.7. Sistema de producción

Polybags Perú S. R. L. trabaja con un sistema de producción continua; es decir, su producción va de acuerdo con la cantidad de insumos que reciban y producen, incluso si tienen un stock en espera.

A pesar de ello, por la variación de tiempos y cantidades al momento en el proceso productivo, no cumplen con toda la demanda solicitada tanto en el día, como en el mes, por ende, existe una pérdida monetaria por la producción de desperdicios, mermas y tiempos muertos.

4.2.8. Análisis para el proceso de producción

De acuerdo a lo obtenido mediante la información brindada por la empresa, se ha considerado hacer la evaluación de cada proceso que interviene en la producción de la bobina de polietileno de alta densidad de 500,00 kg.

Se hace la aclaración de que la variación de velocidad depende al tipo de material a utilizar y el espesor adecuado para cada tipo de producto.

4.2.8.1. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido representa de manera gráfica las actividades del cursograma analítico del proceso en el esquema de distribución de la planta.

En la Tabla 7 se indican las distancias en metros que tiene que recorrer cada operario entre las áreas de trabajo.

Tabla 7: Distancia entre áreas en metros

Descripción de Actividad	Distancia
Transporte al área de mezclado	14,21
Transporte al área de extrusión	19,50
Transporte al área de pesado	20,20
Transporte al área de PT	7,10
Totales	61,01

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

4.2.8.2. Diagramas de bloques del proceso de producción

Para el detalle del proceso productivo de bobinas de polietileno, se realizó la representación gráfica de diagrama de bloques por etapa del proceso. En la Figura 12, se detalla el proceso de producción de bobinas y bolsas de PEAD Y PEBD para su abastecimiento y distribución.

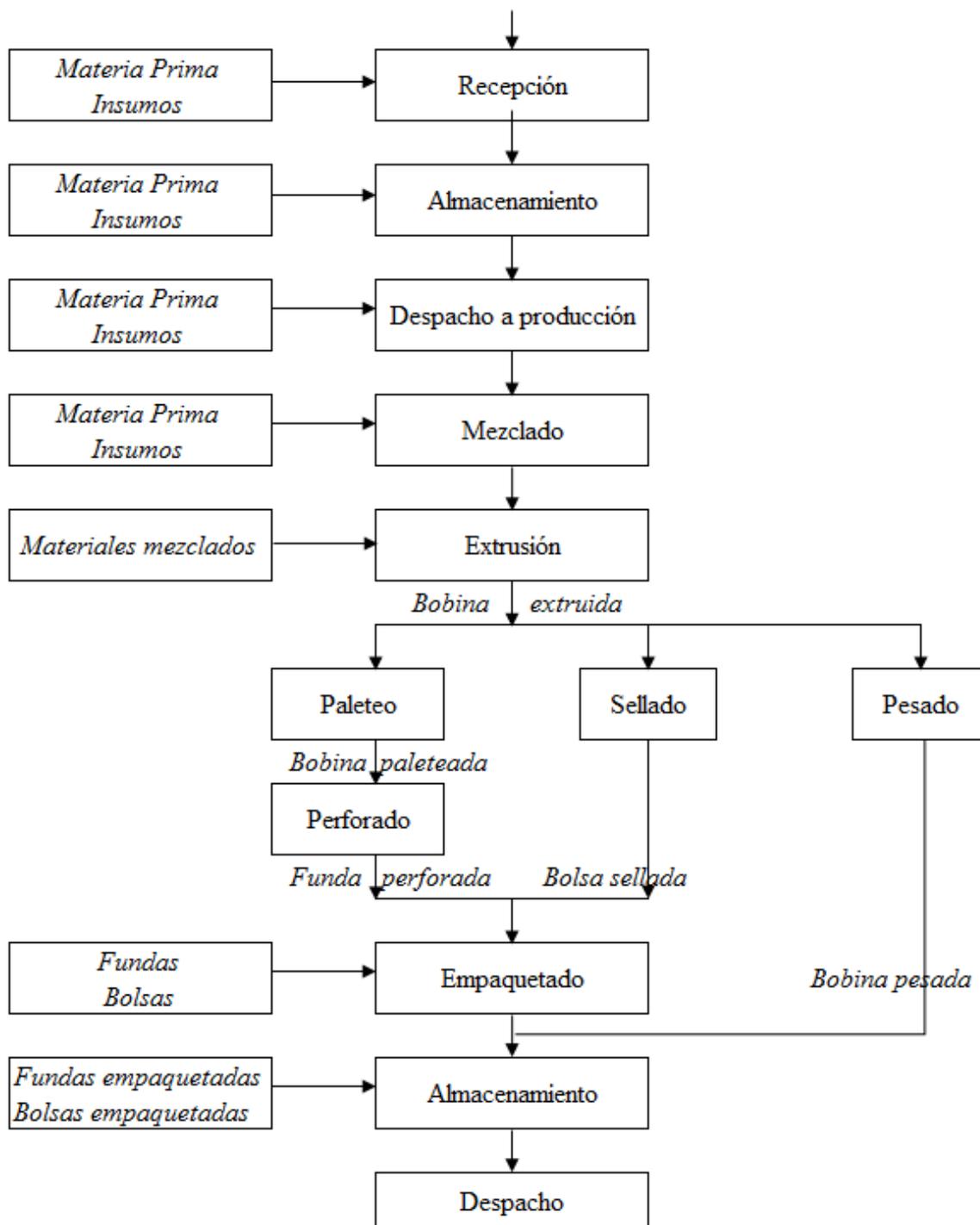
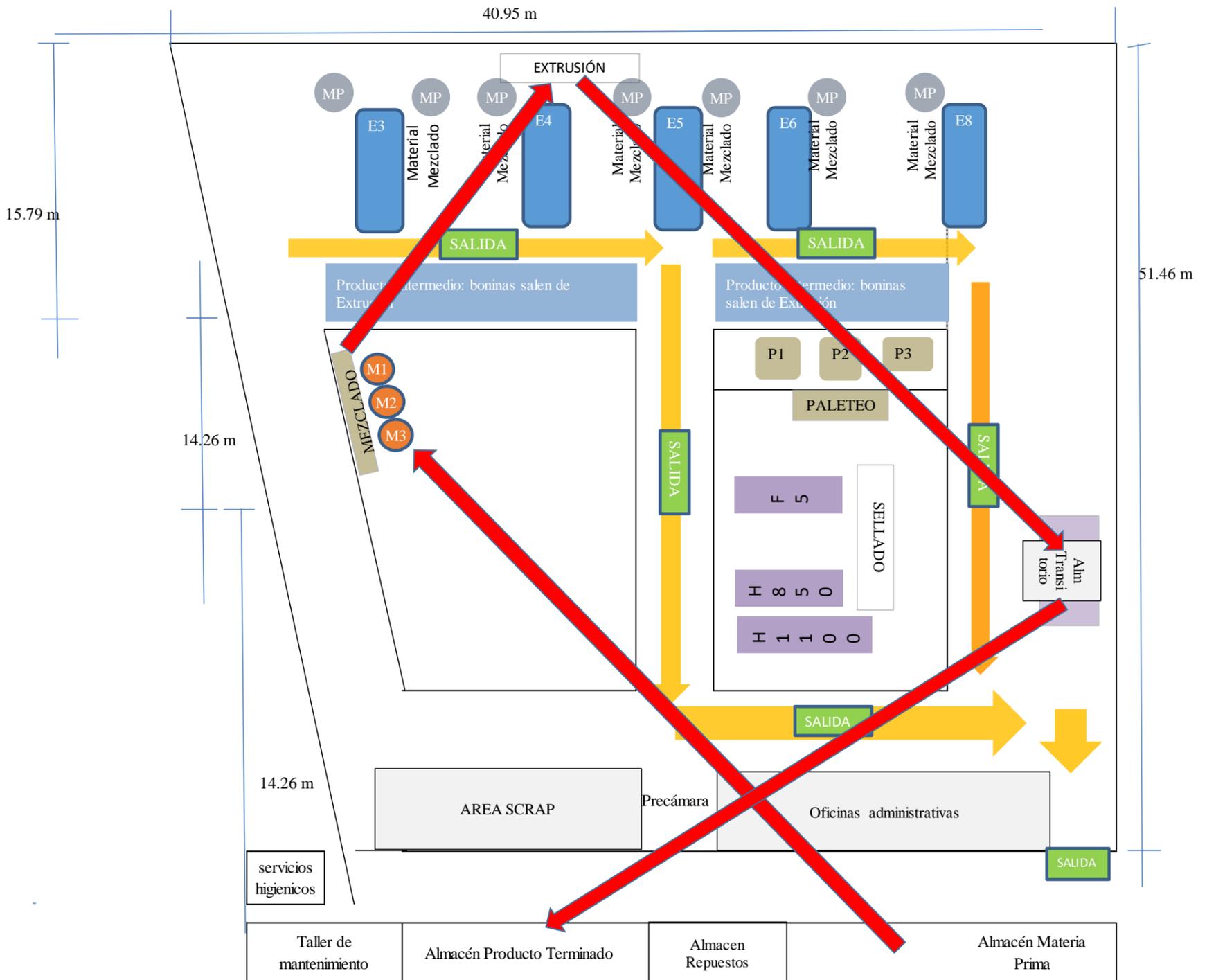


Figura 12: Diagrama de bloques del proceso de producción

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

	DIAGRAMA DE RECORRIDO	COD: MOS-PLA-01
		VERSION:0.2 del 02/03/2017



LEYENDA

MEZCLADO

M1: Baja densidad
M2: Baja densidad
M3: Alta densidad

EXTRUSIÓN

E3: Baja densidad
E4: Baja densidad
E5: Alta densidad
E6: Alta densidad
E8: Alta densidad

SELLADO Y CORTE

F - 05
H - 850
H - 1100

PALETEO Y PERFORADO

P1: Paleta Manual 1
P2: Paleta Manual 2
P3: Paleta automatica 3

Figura 13: Diagrama de recorrido actual de la empresa Polybags Perú S. R. L.

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración Propia.

En la Figura 13, se muestra el diagrama de recorrido actual de la empresa Polybags Perú S. R. L., el cual involucra todo el sistema productivo desde la recepción de materia prima hasta el almacenamiento de producto terminado.

4.2.8.3. Cálculo por método Westinghouse

En la empresa se elabora aproximadamente un total de 16 000,00 kg de bobinas de polietileno en baja densidad, distribuida entre los 7 operarios en un tiempo de 2 520,00 minutos por bobina, como se muestran en la Tabla 8:

Tabla 8: Tiempos promedio en el lote 124-2019 en h/min/s

N° Bobinas	Kg / Bobina	Kg Total	hora / bobinas	N° Operarios	minutos / bobina
32	500,00	16 000,00	6	7	2 520

Fuentes: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

Para el cálculo de números de muestras se considera los datos mostrados en la Tabla 8, como indica la siguiente información:

$$N^{\circ} \text{ de muestras} = \frac{\text{minutos trabajados}}{\text{kg obtenidos}}$$

$$N^{\circ} \text{ de muestras} = \frac{2\,520 \text{ min}}{16\,000 \text{ kg}}$$

$$N^{\circ} \text{ de muestras} = 0,157$$

Según el cálculo realizado en la Tabla 8, se puede determinar que el tiempo por ciclo o por kg es de 0,157 min, lo cual indica según la Tabla Westinghouse que se debe de considerar un total de 15 muestras como máximo para el promedio de tiempos del proceso productivo.

4.2.8.4. Tiempo promedio

Este número de muestras se obtuvo de la tabla de Westinghouse, como se aprecia en la Tabla 9, la cual permite establecer el número mínimo de ciclos a estudiar, haciendo uso del tiempo de ciclo y de las unidades producidas al año. De acuerdo con los ciclos observados, se obtuvieron los siguientes resultados. Observar anexo 2.

Tabla 9: Tiempos promedio en el lote 124-2019 en horas

Ítem	Transp. al área de mezclado	Mezclado materia prima	Transp. al área de extrusión	Extrusión de bobinas	Transp. al área de pesado	Pesado de bobinas	Transp. al almacén producto terminado
1	0,77	3,02	1,09	4,49	1,13	1,59	0,36
2	0,79	1,86	1,11	4,32	1,15	1,58	0,38
3	0,87	3,28	1,08	7,13	1,13	1,55	0,44
4	0,89	4,42	1,09	6,83	1,14	1,54	0,41
5	0,85	5,26	1,1	3,85	1,11	1,59	0,35
6	0,8	4,78	1,11	3,53	1,17	1,55	0,34
7	0,76	3,42	1,1	5,41	1,14	1,58	0,39
8	0,78	2,97	1,1	2,68	1,12	1,55	0,42
9	0,78	2,01	1,11	8,56	1,16	1,57	0,4
10	0,77	3,03	1,1	9,57	1,16	1,56	0,39
11	0,8	2,51	1,12	3,58	1,19	1,55	0,41
12	0,79	3,58	1,09	3,88	1,17	1,56	0,42
13	0,79	2,56	1,1	3,67	1,10	1,56	0,4
14	0,8	2,3	1,05	6,55	1,11	1,58	0,43
Prom	0,80	3,21	1,10	5,29	1,14	1,57	0,40

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

Se obtuvo un tiempo promedio total de 13,52 horas.

4.2.8.5.Cuello de botella

Para poder determinar el cuello de botella del proceso productivo, se tomó el tiempo promedio según se muestra en la Tabla 9.

En la Tabla 10, se muestra que el cuello de botella de la producción de bobinas de polietileno de 500,00 kg, se encuentra en la etapa de extrusión, específicamente en la actividad de extrusión de bobina, la cual determina un tiempo promedio de 13,52 horas por bobina.

Tabla 10: Tiempo de las actividades por etapa

Etapas	Actividades	Tiempo promedio (horas)
Mezclado	Transporte al área de mezclado	0,80
	Mezclado materia prima	3,21
Extrusión	Transporte al área de extrusión	1,10
	Extrusión de bobinas	5,29
Pesado	Transporte al área de pesado	1,14
	Pesado de bobinas	1,57
Transporte al almacén producto terminado		0,40
Totales		13,52

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

4.2.8.6.Diagrama de operaciones del proceso productivo

El diagrama de operaciones del proceso productivo está basado en el proceso de bobinas de polietileno de Alta Densidad, basado en una bobina de 500,00 kg aproximadamente, como se muestra en la Figura 14.

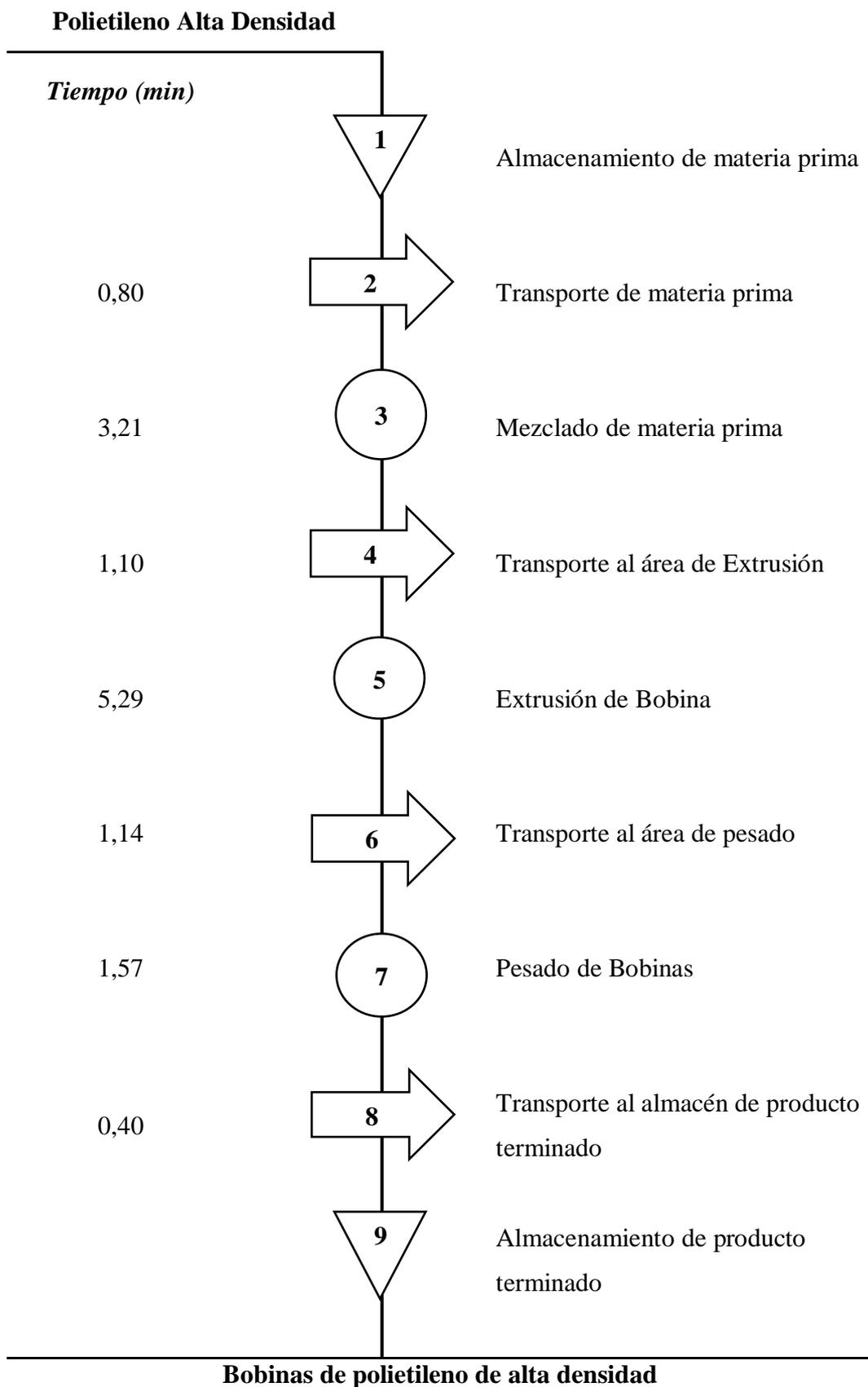


Figura 14: Diagrama de Operaciones

Fuente: Empresa Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia

En la Figura 14, se muestran todas las operaciones existentes y necesarias para la producción de bobinas de polietileno, siendo un total de 9 actividades, conformadas por 3 operaciones, 4 transportes y 2 almacenajes. Se tiene un tiempo de operación de 13,52 horas, un tiempo de transporte de 3,44 horas, teniendo un tiempo total de producción aproximado de 10,07 horas, como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11: Resumen de Actividades del proceso

Resumen				
Símbolo	Actividad	Cantidad	Tiempo	Representa
	Operación	3	10,07	82%
	Transporte	4	3,44	18%
	Almacén	2	0,00	0%
Totales		9	13,52	100%

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración Propia

4.2.8.7. Cursograma analítico del proceso:

En la Figura 15, se muestra el cursograma analítico del proceso productivo de la empresa. Esto permite observar a detalle el tiempo estándar del proceso, así como el número de operaciones, inspecciones, transportes, esperas y almacenamientos que se necesitan para producir una bobina de polietileno. Además, se observa la secuencia de actividades que se debe seguir para la elaboración y los tiempos de cada una de las actividades y un tiempo de producción de 13,52 minutos, así como su clasificación en actividades que agregan y no agregan valor.

Producto:	Elaboración de bobinas de polietileno de 500 kg		Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo		
						(h / min)		
			Operación	○	3	10,07		
			Inspección	■	0	0		
Cursograma del proceso productivo de la distribución actual			Transporte	➡	4	3,44		
			Espera	D	0	0		
Elaborado por:	Manuel Alberto Fernández Mejía	Fecha:	Almacén	▽	2	0		
Aprobado por:	Manuel Alberto Fernández Mejía	15/07/2019	Total			9	13,52	
Lote:	124-2019							
Descripción de la actividad	Agrega valor	No valor agregado				Actividad VA	Actividad NVA	
	○	■	➡	D	▽	Tiempo (h / min)	Tiempo (h / min)	
Almacén de materia prima					▽	-	-	
Transporte al área de mezclado			➡			-	0,80	
Mezclado de materia prima	○					3,21	-	
Transporte al área de extrusión			➡			-	1,10	
Extrusión de bobina	○					5,29	-	
Transporte al área de pesado			➡			-	1,14	
Pesado de bobinas	○					1,57	-	
Transporte al almacén de producto terminado			➡			-	0,40	
Almacén de producto terminado					▽	-	-	
Totales	3	0	4	0	2	10,07	3,44	

Figura 15: Cursograma actual del proceso productivo

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

Para determinar estos porcentajes, se realizaron los siguientes cálculos:

Tiempo de valor agregado

$$\% \text{Tiempo No Valor Agregado} = \frac{3,44 \text{ min}}{13,52 \text{ min}} \times 100 = 25\%$$

$$\% \text{Tiempo de Valor Agregado} = \frac{10,07 \text{ min}}{13,52 \text{ min}} \times 100 = 75\%$$

Tiempo de no valor agregado

El 82% del tiempo total, lo ocupan las actividades que agregan valor, necesarias para producir bobinas de polietileno. Mientras que, el 18% del tiempo son actividades improductivas; es decir, son actividades que no generan ningún valor y que al contrario generan gastos monetarios como de tiempo, los cuales no se recuperan en la venta final.

4.2.9. Indicadores actuales de producción y productividad

4.2.9.1. Eficiencia física

Para realizar el cálculo de la eficiencia física, se calcula el producto terminado y la materia prima utilizada en el proceso. Para saber la cantidad de materia prima utilizada para elaborar una bobina de polietileno de 500,00 kg, se procede a realizar el siguiente cálculo: Como se muestra en la Tabla 12, para obtener 481 000,00 kg de producto terminado, se necesita 568 325,21 kg de materia prima.

Tabla 12: Producción de bobinas de 500,00 kg, elaborada del lote 124-2019

Mes	Descripción	Materia Prima	Producto Terminado
Julio 2019	PEBD-LL Braskem LL 4505S M.I.1	267 112,71	
	PEAD Formolene E924	198 913,75	
	Masterbatch EFPE	85 248,95	481 000,00
	Masterbatch Blanco	11 366,55	
	Aditivos UV	5 683,25	
Totales		568 325,21	481 000,00

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

$$Eficiencia\ Física\ (Ef) = \frac{481\ 000,00\ kg}{568\ 325,21\ kg} \times 100 = 84,00\ \%$$

Este resultado quiere decir que, por cada 1kg de materia prima utilizada, su aprovechamiento es de un 84%.

4.2.9.2.Eficiencia económica

Para el cálculo de la eficiencia económica se está determinando los costos de operación y los costos de materiales utilizados en la elaboración de bobinas de polietileno por día.

El operario de extrusión recibe un importe de S/. 930,00 mensual, siendo su costo diario por de S/. 31,00. Por lo que la empresa asume el importe de S/. 217,00 Soles, por operario, según detalle del Cuadro 12.

Cuadro 12: Costos de Operario por día en Soles (S/.)

Cargo	Mensual (30 días)	Por Día	Por Hora	Operarios	Total x día S/.
Operario de Extrusión	930,00	31,00	3,88	7	217,00

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

El costo variable de producción se determina a través de los productos utilizados en kg calculados a su valor monetario, teniendo como importe total S/. 139 478,46 Soles, como se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13: Costo Variable de producción por día (S/.)

Producto	Peso (kg)	Valor (S/.)	Total (S/.)
PEBD / PEAD	13 355,64	S/. 4,12	S/. 55 025,22
Antiblock	9 945,69	S/. 2,89	S/. 28 743,04
Protector UV	284,16	S/. 2,76	S/. 784,29
Masterbach	4 830,78	S/. 11,37	S/. 54 925,91
TOTAL	28 416,26		S/. 139 478,46

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

Para la producción de 32 bobinas de 500,00 kg por día, se requiere de un costo total de S/. 199 558,00 soles, que corresponde al Costo variable de producción que es S/. 199 341,00 soles y el costo por pago de operarios involucrados en el proceso de extrusión que es S/. 217,00 soles, tal como se muestra en la Tabla 14. Observar anexo 3.

Tabla 14: Costo total por día en Soles (S/.) para bobinas de 500,00kg

Detalle de Costo	Valor (S/.)	Cantidad (Un.)	Peso (kg)	Total (S/.)
Costo variable de producción	5 537,25	32	18 000,00	177 192,00
Costo pago de operarios	31,00	7		217,00
Totales				177 409,00

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

Para calcular la eficiencia económica de la empresa, se ha procedido a dividir los ingresos entre los costos de producción.

Eficiencia Económica (Ee)

$$= \frac{\text{Costo Total} + (\text{Peso de bobinas} \times \text{Costo del dolar})}{\text{Costo Total}}$$

$$\text{Eficiencia Económica (Ee)} = \frac{S/. 177 409,00 + (18 000,00 \times S/. 3,97)}{S/. 177 409,00}$$

$$\text{Eficiencia Económica (Ee)} = \frac{S/. 248 869,00}{S/. 177 409,00}$$

$$\text{Eficiencia Económica (Ee)} = S/. 1,40$$

El resultado es de S/. 1,40 soles, esto quiere decir que, por cada sol invertido para la producción de bobinas de polietileno, la empresa está ganando 0,40 soles por kg vendido.

4.2.9.3. Tiempo base

Para el cálculo del Tiempo base se está tomando en consideración una jornada laboral de 8 horas diarias y 60 minutos por hora, el tiempo base se puede decir que es el siguiente:

$$\text{Tiempo base (Tb)} = \frac{8 \text{ horas}}{\text{día}} \times \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}}$$

$$\text{Tiempo base (Tb)} = \frac{480 \text{ minutos}}{\text{día}}$$

4.2.9.4. Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo estimado promedio para la producción de una bobina de 500,00 kg es de 830 minutos por bobina.

$$\text{Tiempo de Ciclo (Tc)} = \frac{(12 \text{ horas} \times 60 \text{ minutos}) + 52 \text{ minutos}}{\text{bobina}}$$

$$\text{Tiempo de Ciclo (Tc)} = \frac{832 \text{ minutos}}{\text{bobina}}$$

4.2.9.5. Producción

La producción de la empresa es de 32 bobinas/día aproximadamente, y 962 bobinas/mes, obtenidas del registro de producción lote 124-2019 de la empresa, según Tabla 12.

El día consta de una jornada laboral compuesta de 12 horas.

$$\text{Producción} = \frac{\frac{480 \text{ minutos}}{\text{día}}}{\frac{832 \text{ minutos}}{\text{bobina}}} \times 11 \text{ horas} \times 5 \text{ máquinas}$$

$$\text{Producción} = 32 \frac{\text{bobina}}{\text{día}}$$

4.2.9.6. Productividad

Para el cálculo de este indicador, es necesario para tener en cuenta la relación entre las materias primas y la producción obtenida de ellas.

$$Productividad = \frac{Producto\ elaborado}{Materiales\ utilizados}$$

4.2.9.6.1. Productividad en maquinaria

Para determinar la productividad en maquinaria se determinará la cantidad de bobinas producidas sobre la cantidad total de extrusoras utilizadas en el día.

$$Productividad\ (maquinaria) = \frac{32\ bobinas}{5\ extrusoras}$$

$$Productividad\ (maquinaria) = 6 \frac{bobinas}{extrusora}$$

Según lo mostrado en el cálculo de productividad en maquinaria, se producen 4 bobinas de producto terminado por cada extrusora instalada en la empresa.

4.2.9.6.2. Productividad en materia prima

Para determinar la productividad en materia prima se ha de considerar la cantidad de bobinas producidas sobre la cantidad de materia prima utilizada en el proceso productivo.

$$Productividad\ (M.P.) = \frac{32\ bobinas\ x\ 500\ kg}{28\ 416,26\ kg\ materia\ prima}$$

$$Productividad\ (M.P.) = \frac{16000\ kg}{28\ 416,26\ kg}$$

$$Productividad\ (M.P.) = 56\ \%$$

4.2.9.7.Demanda

En la Tabla 15, muestra la demanda de bobinas expresada tanto en meses como en años, desde el 2017 hasta el 2019. La demanda total de bobinas en el año 2017 es de 18 503; en el año 2018 es de 20 257 y el en año 2019, se nota un aumento significativo de la demanda, teniendo hasta el 20 de Julio un total de 13 177 bobinas demandadas.

Tabla 15: Demanda de bobinas año 2017, 2018 y 2019

Mes	2 017	2 018	2 019
Enero	1 500	1 597	1 871
Febrero	1 508	1 613	1 875
Marzo	1 515	1 629	1 879
Abril	1 523	1 646	1 882
Mayo	1 530	1 662	1 886
Junio	1 538	1 679	1 890
Julio	1 546	1 696	1 894
Agosto	1 553	1 712	
Setiembre	1 561	1 730	
Octubre	1 569	1 747	
Noviembre	1 577	1 764	
Diciembre	1 585	1 782	
Totales	18 503	20 257	13 177

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

4.2.9.8.Capacidad de planta

Para realizar el cálculo de la capacidad de planta, se está tomando en cuenta lo siguiente:

4.2.9.8.1. Capacidad real de planta

Se observa que la producción ha ido incrementando desde enero del 2017 hasta el 20 de Julio del 2019; añadido a eso, se observa que la producción anual, teniendo como producción un total de 8 418, 11 125 y 6 400 bobinas respectivamente, como se aprecia en la Tabla 16.

Tabla 16: Registro de producción de bobinas por mes en los años 2017, 2018 y 2019

Mes	2017	2018	2019
Enero	525	853	961
Febrero	525	874	962
Marzo	625	898	948
Abril	650	913	949
Mayo	675	949	965
Junio	700	948	973
Julio	750	949	962
Agosto	770	949	
Setiembre	776	949	
Octubre	794	947	
Noviembre	809	949	
Diciembre	819	947	
Totales	8 418	11 125	6 400
Promedio Total	702	927	960

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

4.2.9.8.2. Capacidad diseñada de planta

La capacidad diseñada de planta es la producción máxima de la empresa, esto depende del tiempo que se demore en producir una bobina según la capacidad de la maquinaria. En este caso, la capacidad diseñada de la planta es:

Capacidad Diseñada = Capacidad por máquina x maquinaria x días trabajados

$$\text{Capacidad Diseñada} = 10 \frac{\text{bobinas } 500,00\text{kg}}{\text{máquina}} \times 6 \frac{\text{máquinas}}{\text{día}} \times 30 \frac{\text{días}}{\text{mes}}$$

$$\text{Capacidad Diseñada} = 1\,800 \frac{\text{bobinas}}{\text{mes}}$$

La capacidad diseñada de planta de 1 800 bobinas por mes.

4.2.9.8.3. Capacidad utilizada de planta

Se ha medido la utilización en función a la capacidad y producción mensual de la planta, según lote 124-2019 de fecha 15 de julio del 2019, tal como se muestra en la Tabla 14, como se muestra a continuación:

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Producción mensual}}{\text{Capacidad diseñada}}$$

$$\text{Utilización} = \frac{962 \frac{\text{bobinas}}{\text{mes}}}{1\,800 \frac{\text{bobinas}}{\text{mes}}} \times 100$$

$$\text{Utilización} = 53,40 \%$$

Este porcentaje indica que solo se está utilizando el 46,30% de la capacidad de planta. Éste cálculo es considerado con el mes de Junio ya que el mes en curso aún no termina.

4.2.9.8.4. Capacidad ociosa

En la Tabla 15, se tiene el total de 962 bobinas de 500,00 kg, producidas en julio del 2019.

$$\text{Bobinas no atendidas} = 1\ 800 \text{ bobinas diseñadas} - 962 \text{ bobinas producidas}$$

$$\text{Bobinas no atendidas} = 838 \text{ bobinas sin producir}$$

Para el cálculo de la capacidad ociosa se debe de considerar las bobinas no atendidas sobre la capacidad diseñada de planta, como se muestra a continuación:

$$\text{Capacidad ociosa} = \frac{838 \frac{\text{bobinas}}{\text{mes}}}{1\ 800 \frac{\text{bobinas}}{\text{mes}}} \times 100$$

$$\text{Capacidad ociosa} = 46,56 \%$$

Este 54,19 % refleja el ingreso no percibido por la empresa según lote 124-2019 de fecha 15 de julio del 2019, indicados a mayor detalle en la Tabla 17.

Tabla 17: Ingresos no percibidos

Año	Demanda	Demanda atendida	Demanda no atendida	Precio de venta (S/ / bobina)	Ingresos no percibidos
2017	18 503	8 418	10 085	S/. 2 550,00	S/. 25 717 626,08
2018	20 257	11 125	9 132	S/. 2 550,00	S/. 23 287 589,19
2019	13 177	6 720	6 457	S/. 2 550,00	S/. 16 626 867,02
Totales	51 938	26 263	25 675		S/. 65 632 082,29

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

4.2.9.9. Nivel de servicio

El nivel de servicio de la empresa Polybags Perú S. R. L. está calculado entre la demanda atendida y la producción anual, la cual equivale a un 50,57%, según la Tabla 17:

$$NS = \frac{\textit{Demanda Atendida}}{\textit{Demanda Total}}$$

$$NS = \frac{26\ 263}{51\ 938} \times 100$$

$$NS = 50,57 \%$$

El 50,57 % de nivel de servicio presentado en el cálculo anterior, es referencia a atención brindada por parte de la empresa, estando en el 50%, indicando el mal servicio brindado por la empresa al cumplir solo con la mitad de los pendientes demandados como se muestra en la Tabla 17.

4.2.9.10. Riesgos relacionados con la mano de obra

Al realizar la recolección de datos a los trabajadores de la empresa mediante entrevistas personales verbales, se logró obtener información relevante que son un riesgo en el proceso productivo las mismas que llevan a una desmotivación y falta de compromiso de los trabajadores, como son: la falta de interés por parte de la empresa en la implementación de las áreas de trabajo, las cuales son inadecuadas para el desarrollo del mismo, en la ineficiencia de las maquinarias por deterioro que afectan al proceso productivo y son motivo de llamado de atención a los trabajadores, en la entrega de uniformes y capacitación al personal, etc.

La necesidad de laborar y la experiencia empírica que tiene cada uno de los trabajadores, hace que cumplan con su trabajo día a día, para cumplir con su meta trazada, pero sin una motivación a realizarlas con esmero y así crecer tanto de manera personal como profesionalmente dentro de la empresa.

Al encontrar personal con eso problema psicosocial, representa un grave problema para el presente y futuro de la empresa. Observar anexos 4, 5 y 6.

4.2.9.11. Análisis de información

Para analizar la información de Polybags Perú S. R. L., se realizó una verificación de las operaciones de la empresa, cuestionando cada detalle o problemática que suscita en dicha actividad.

El problema principal de la empresa es la baja productividad, que se refleja por la mala ejecución de los procesos, la mala utilización de materiales y maquinaria.

Al no cumplir con la productividad esperada, la empresa no produce lo requerido, llegando a incumplir con la demanda. Así mismo, se sabe que el 30% de los pedidos que cumple a sus clientes, los entrega con días retrasados a la fecha pactada. Esto es causado por diversos factores como: mano de obra ineficiente, maquinaria obsoleta y materiales de mala calidad.

El resultado se puede observar en la Figura 16 – Diagrama Ishikawa, donde se identificaron causas producidas por la mano de obra, maquinaria, métodos y medios.

4.3. Identificación de problemas y causas de producción

A continuación, se muestra el Diagrama Causa- Efecto que muestra a detalle las causas del problema, según se muestra en Figura 16.

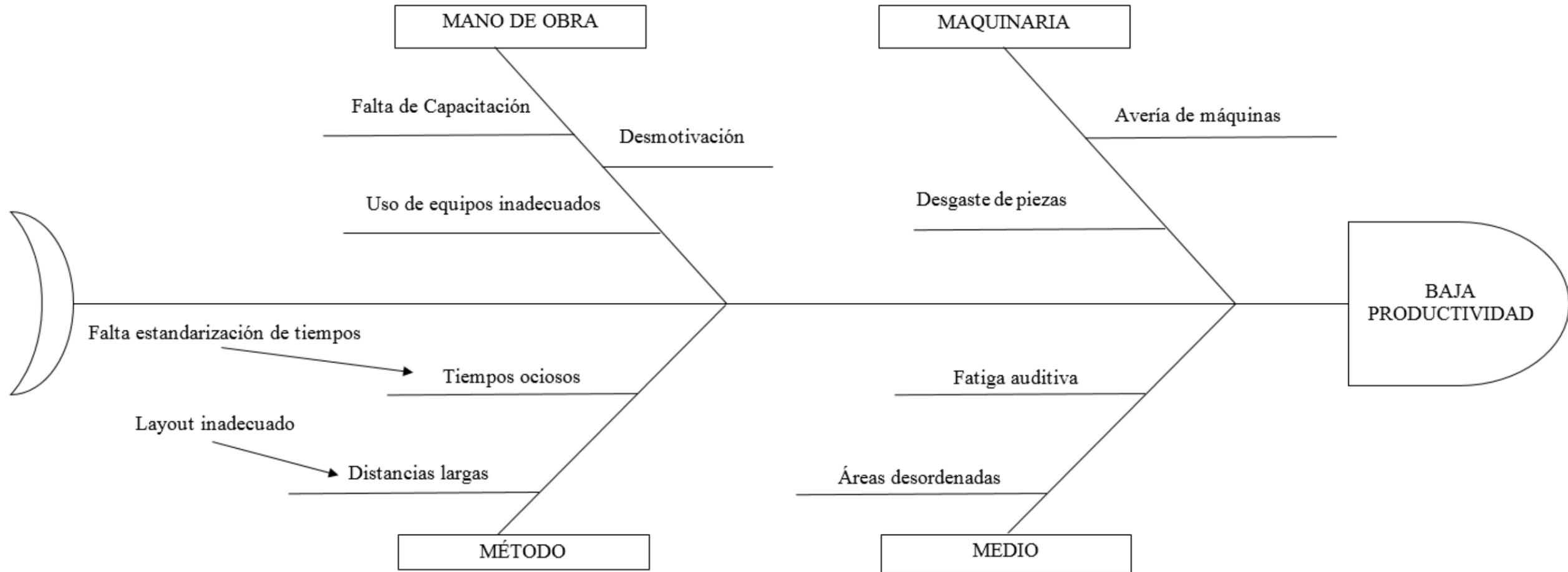


Figura 16: Diagrama Ishikawa causa – efecto.

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

El principal problema que radica en la pérdida de productividad es el tiempo perdido al realizar actividades en el proceso productivo las cuales no añaden valor, así como también el recorrido innecesario al transportar la materia prima desde el almacén al área de mezclado, posteriormente al área de extrusión y luego al área de pesado para pasar al almacenaje.

A partir del uso del diagrama de Ishikawa, se ha llegado a identificar los principales problemas del proceso productivo, así como también las causas que originan estos malestares y de todo este análisis se proponen unas posibles soluciones.

En la tabla 18, se observa el análisis efectividad de producción de bobinas de polietileno de 500,00 kg, considerando las 4 m tomadas en cuenta en el diagrama Ishikawa.

Tabla 18: Análisis efectividad de producción

Nombre	Cantidad	Frecuencia	Frecuencia Acumulada
Mano de obra	3	25%	25%
Maquinaria	2	17%	42%
Método	4	33%	75%
Medio ambiente	3	25%	100%
12		100%	

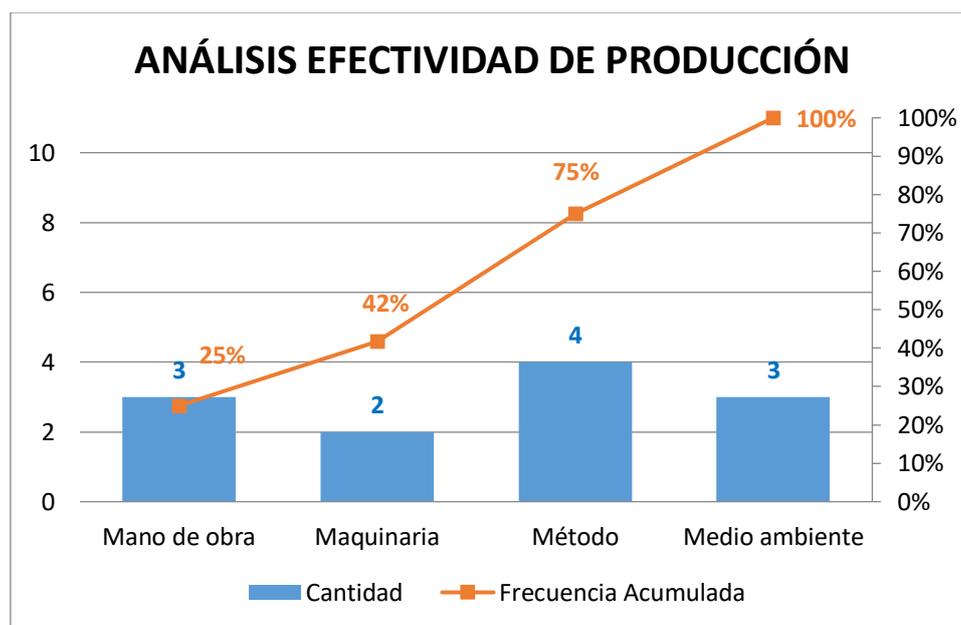


Figura 17: Priorización de causas a considerar para la mejora de la línea de extrusión.

Al realizar el análisis efectividad de producción, tabla 18 y figura 17, se llegó a determinar la prioridad en solucionar los problemas en producción, quedando de la siguiente manera:

Prioridad 1: Método con 4 sub causas.

Prioridad 2: Medio ambiente y mano de obra con 3 sub causas cada una.

Prioridad 3: Maquinaria con 2 sub causas.

4.3.1. Problemas, causas y propuestas de solución en el sistema de producción

4.3.1.1.Causa 1: Mala distribución de planta

Se estima que se debe principalmente al exceso de distancias entre las áreas de trabajo dentro de la empresa, lo cual se puede comprobar en el diagrama de recorrido. Además, existen productos en espera que generan acumulaciones y reducción del espacio de trabajo.

4.3.1.1.1. Evidencias

El operario de extrusión debe de conocer la distribución de planta y el desplazamiento hacia cada área y los tiempos establecidos para cada actividad. Para una persona sin experiencia puede ser complicado extruir polietileno, debe ser un gran problema el manejo de las máquinas involucradas en el proceso de extrusión. Por ende, se reflejarán grandes cantidades de desechos, desperdicios y sobre todo los tiempos que no agregan valor, ocasionando pérdida de materiales y tiempo que son reflejados en dinero perdido.

Según el Cuadro 13, se ha podido determinar que es el transporte de materiales entre áreas, las cuales consumen tiempo que no generan valor.

Cuadro 13: Tiempos de operaciones en producción de bobinas de 500 kg

Operación	Tiempo Promedio
Transporte al área de mezclado	0,80
Mezclado	3,21
Transporte al área de extrusión	1,10
Extrusión	5,29
Transporte al área de pesado	1,14
Pesado	1,57
Transporte al almacén de producto terminado	0,40

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

Con el fin de evidenciar lo antes mencionado, se realizó el consolidado de tiempos que no agregan valor, por un periodo de 14 días, del 01 hasta el 14 de Julio 2019. Tomando como muestra el lote 214-2019, teniendo un total de 1 h 18 min 2 s, como detalla la Tabla 18.

Tabla 19: Actividades que no agregan valor en producción de bobinas de 500 kg.

Etapa	Actividades que no agregan valor	Tiempo Promedio (h)
Mezclado	Transporte al área de mezclado	0,80
Extrusión	Transporte al área de extrusión	1,10
Pesado	Transporte al área de pesado	1,14
Transporte al almacén de producto terminado		0,40
		3,44

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

En la Figura 18, se muestran las actividades que no agregan valor, reflejando que el transporte al almacén de producto terminado es el más alto con un tiempo de 1,14 horas.

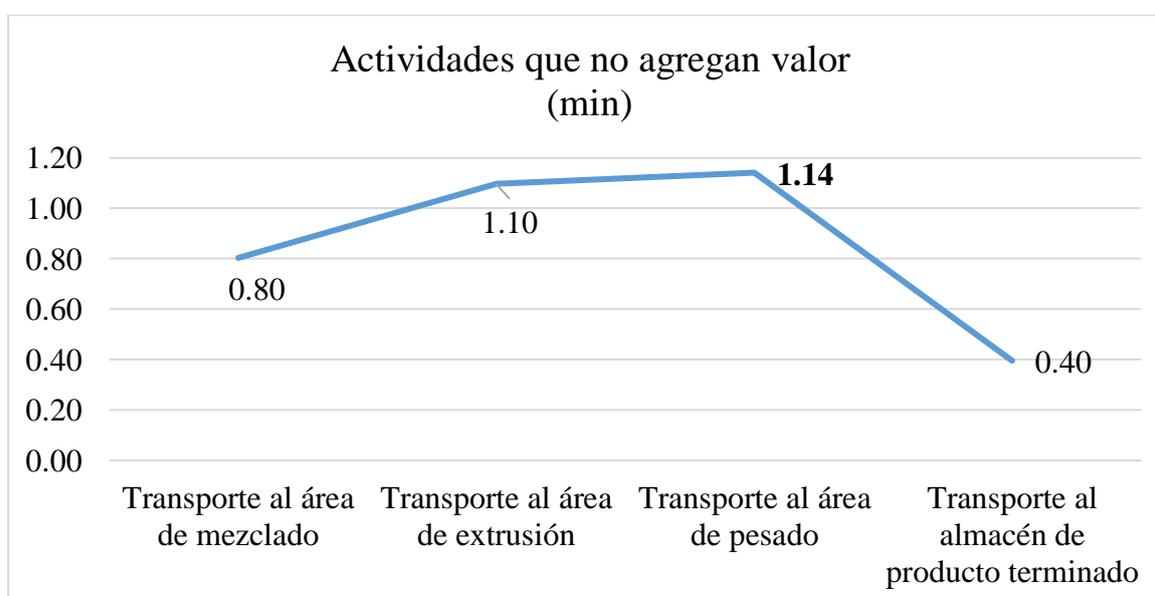


Figura 18: Actividades que no agregan valor.

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

4.3.1.1.2. Indicador

Mediante este indicador, se puede determinar el tiempo perdido por las estaciones de trabajo en la producción de bobinas de polietileno.

Según lo mostrado en la Tabla 17, se tiene como tiempo de actividades que no agregan valor 3,44 frente a 10,07 minutos por bobina, equivalentes a un 34,16 % de tiempo improductivo por la elaboración de una bobina de 500,00 kg, según Cuadro 14.

Cuadro 14: Comparativo de Actividades que agregan y que no agregan valor

Item	Actividades que agregan valor (min)	Actividades que No agregan valor (min)
Promedio	10,07	3,44

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

Según lo mostrado en el Cuadro 11, a la fecha se utiliza un total de 10,07 minutos para actividades que agregan valor al proceso productivo frente a 3,44 minutos de actividades que no agregan valor, siendo este un 34,16 % de tiempo que no agrega valor al proceso productivo.

$$\text{Actividades que no agregan valor} = \frac{\text{Tiempo que no agrega valor}}{\text{Tiempo que agrega valor}} \times 100$$

$$\text{Actividades que no agregan valor} = \frac{3,44 \text{ min}}{10,07 \text{ min}} \times 100$$

$$\text{Actividades que no agregan valor} = 34,16 \%$$

4.3.1.1.3. Impacto económico

Según la información reflejada en el Cuadro 11, a la fecha existen actividades que no agregan valor al proceso equivalente a 3,44 minutos por cada bobina elaborada. Lo cual reflejan un tiempo total improductivo de 123,84 minutos, como se muestra en el Cuadro 15.

Cuadro 15: Tiempo improductivo por bobinas elaboradas por día

Año	Tiempo Improductivo (min)	Cantidad (uni)	Tiempo Total Improductivo (min)
Producción demandada	3,44	36	123,84

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

$$\text{Productividad} = \text{Tiempo improductivo} \times \text{Cantidad bobinas}$$

$$\text{Productividad} = 3,44 \text{ minutos} \times 32 \text{ bobinas}$$

$$\text{Productividad} = 123,84 \text{ minutos} \times \text{bobina}$$

4.3.1.1.4. Propuestas de solución

Se propone el uso de la metodología SLP (Systematic Layout Planning) para dar una completa redistribución de las áreas del proceso productivo. Para ello, primero se procederá a la estandarización de los tiempos de producción y en base a los nuevos datos que se obtendrán se redistribuirán las áreas de trabajo.

4.3.1.2.Causa 2: Tiempos ociosos

Este representa el principal problema en la empresa y se debe a la poca utilización de su capacidad productiva, además de los excesivos tiempos empleados en actividades que no generan valor en el producto; esto generando a su vez, stock en proceso, etc.

4.3.1.2.1. Evidencias

La utilización de los recursos brindados por la empresa como es el entorno y materiales, debe ser aprovechada al máximo por el personal involucrado en el proceso productivo de bobinas de polietileno.

Según lo reflejado en el Cuadro 16, a la fecha se está realizando la utilización de la planta de producción a un 49,00 %, dejando de producir de enero a julio 2019 un total de 6 457 bobinas.

Cuadro 16: Demanda no atendida

Año	Demanda solicitada	Demanda no atendida
2017	18 503	10 085
2018	20 257	9 132
2019	13 177	6 457

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

$$Tiempos\ ociosos = \frac{Demanda\ no\ atendida}{Demanda\ solicitada} \times 100$$

$$Tiempos\ Ociosos = \frac{26\ 675}{51\ 938} \times 100$$

$$Tiempos\ Ociosos = 49,00\ \%$$

Una evidencia que se obtiene del diagrama hombre máquina presentado en la Tabla 19, es que la máquina solo añade valor al producto durante 10,07 horas, en comparación al proceso actual que es de 13,55 horas. Con este dato calculamos la eficiencia de la máquina.

Tabla 20: Diagrama Hombre - máquina

Operación: Extrusión **Fecha:** 15/07/2019

Tipo de máquina: Extrusora **Lote:** 124 - 2019

Operario Extrusión: Paredes Grandez, Roberson **Ciclo:** 13,55 min

HOMBRE	TIEMPO	MÁQUINA	TIEMPO
Transporte al área de mezclado	0,80	Tiempo muerto	
Mezclado de materia prima	3,21	Mezcladora	3,21
Transporte al área de extrusión	1,10	Tiempo muerto	
Extrusión de bobina	5,29	Extrusora	5,29
Transporte al área de pesado	1,14	Tiempo muerto	
Pesado de bobinas	1,57	Balanza	1,57
Transporte al almacén	0,40	Tiempo muerto	
TOTAL	13,55		10,07

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

Este indicador nos refleja que el proceso no está siendo ejecutado con eficiencia, dado que las operaciones de traslado de materias primas no se están desarrollando en tiempos productivos, ocasionando estas pérdidas de dinero para la empresa, obteniendo:

$$eficiencia\ de\ máquina = \frac{10,07}{13,55} \times 100$$

$$eficiencia\ de\ máquina = 75,00 \%$$

Tabla 21: Paradas inopinadas en la producción de bobinas de 500,00 kg

Fecha	Producción programada		Problema de operación			Horas	Bobinas no producidas
	Mensual	Por hora	Manto.	Calibre	Materiales		
01-Jul	30	3				0,00	0,00
02-Jul	32	3				0,00	0,00
03-Jul	36	3			0,50	0,50	1,50
04-Jul	38	3				0,00	0,00
05-Jul	38	3		2,00		2,00	6,00
06-Jul	34	3	6,00			6,00	18,00
07-Jul	36	3	1,00			1,00	3,00
08-Jul	30	3				0,00	0,00
09-Jul	29	2	1,30			1,30	2,60
10-Jul	33	3				0,00	0,00
11-Jul	34	3				0,00	0,00
12-Jul	36	3				0,00	0,00
13-Jul	28	2	4,00			4,00	8,00
14-Jul	29	2	1,00	3,83		4,83	9,66
15-Jul	30	3	3,50			3,50	10,50
16-Jul	28	2				0,00	0,00
17-Jul	33	3				0,00	0,00
18-Jul	33	3		1,50		1,50	4,50
19-Jul	29	2			0,33	0,33	0,66
20-Jul	26	2			5,00	5,00	10,00
TOTAL			16,80	7,33	5,83	29,96	74,42

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

En la Tabla 20, se puede apreciar la cantidad de horas paradas inopinadas de la maquina extrusora empleada que afectan el proceso de extrusión, ocasionando la desatención de 74 bobinas de 500,00 kg en el mes de Julio del 2019.

4.3.1.2.2. Indicador

Mediante este indicador podemos visualizar la cantidad de producción elaborada frente a la demanda del mercado en el año en curso.

Cuadro 17: Demanda insatisfecha en unidades (uni)

Año	Demanda	Demanda Atendida	Demanda No Atendida
2019	13 177	6 720	6 457

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

Según lo mostrado en el Cuadro 17, el número de demanda actual es de 13 177 bobinas de polietileno, de la cual solo se ha podido atender 6 720 bobinas, la cual equivale a un 50,99% de la demanda atendida por parte de la empresa.

$$Demanda\ satisfecha = \frac{6\ 720\ bobinas}{13\ 177\ bobinas} \times 100$$

$$Demanda\ satisfecha = 50,99\ \%$$

A la fecha es un total de 6 457 bobinas no atendidas lo cual equivalen a un 49,01%.

$$Demanda\ insatisfecha = \frac{6\ 457\ bobinas}{13\ 177\ bobinas} \times 100$$

$$Demanda\ insatisfecha = 49,01\ \%$$

Éste indicador que refleja la demanda desde el mes de Enero hasta el 20 de Julio 2019.

4.3.1.2.3. Impacto económico.

Basándose en la producción elaborada en el año 2019, teniendo en consideración el tiempo estándar del proceso de extrusión es de 1,19 min por kilogramo de bobina, el pago realizado a los operarios del área de extrusión por 1 turno de 12 horas cada uno es de S/. 3,88 por hora.

Hallando el ingreso no percibido por la empresa, sería S/. 16 626 867,02 en el año 2019, según se muestra en Tabla 21. Esta productividad monetaria equivalente a 49%, indica la demanda no atendida por la empresa en el año 2019.

Tabla 22: Demanda de bobinas no atendidas en Julio 2019

Detalle	Cantidad (Un)	Valor Venta (S/.)	Total Ingresos (S/.)
Demanda Total	13 177	2 575	33 930 867,02
Producción Real	6 720	2 575	17 304 000,00
Demanda No Atendida	6 457	2 575	16 626 867,02

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

$$Productividad\ monetaria = \frac{Demanda\ no\ atendida}{Demanda\ total} \times 100$$

$$Productividad\ monetaria = \frac{16\ 626\ 867,02}{33\ 930\ 867,02} \times 100$$

$$Productividad\ monetaria = 49\%$$

4.3.1.2.4. Propuestas de solución

Al realizar una estandarización de tiempos, se podrá determinar las estaciones de trabajo apropiadas para el desarrollo de las actividades en el área de extrusión, así se podrá reducir los tiempos de producción y así mismo lograr incrementar su producción.

4.4. Desarrollo de propuestas de mejoras para la producción

Para una mejor evaluación de las herramientas de ingeniería, se consideró la realización de la matriz de ponderación de problemas, para así poder determinar cuál de todos los problemas es el que más perjudica a la empresa y por ende se debe considerarse primordialmente.

Según Vilar [34], se establecieron valores para la comparación de cada problema, como se aprecia a continuación:

- 1: Igualdad en importancia/ preferencia
- 2: Mayor importancia/ preferido
- 5: Significativamente más importante/ preferido

Tabla 23: Matriz de valoración

Criterios		A	B	C	Suma	Ponderación
A	Tiempo de actividades que no agregan valor		1	2	3	38%
B	Paradas no planificadas	1		1	2	25%
C	Baja producción	2	1		3	38%
Totales					8	100%

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

En la Tabla 23 se observa la matriz de valoración, donde se obtiene que los problemas de mayor importancia son el tiempo de actividades que no agregan valor y la baja producción, la importancia de estos criterios tiene un porcentaje del 38% cada uno; es decir, un total de 76% en acumulación; mientras que el criterio restante que es por paradas no planificadas tiene una ponderación del 25%.

Para seleccionar la mejor herramienta que ayude con la solución de los problemas relevantes se elaboró la matriz de ponderación en donde se evaluará cada herramienta del Cuadro 18 y a través de puntajes se elegirá una o más de ellas, como se muestra en la Tabla 24.

Cuadro 18: Valores para la valoración de las herramientas de mejora

Valoración	Descripción
1	Se vincula al tema de investigación
0	No se vincula al tema de investigación

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

Tabla 24: Herramientas propuestas para la evaluación

Herramienta	Característica	Val.
	Secuenciación de proceso	1
SLP (<i>Sistematic Layout Planing</i>)	Reducción del tiempos improductivos	1
	Eliminación de actividades que no agregan valor al proceso	1
	Puntuación	3
TPM (<i>Total Productive maintenance</i>)	Eliminación de tiempos muertos	1
	Incremento de la utilización de capacidad	1
	Incremento del ciclo de vida de las máquinas	0
Puntuación	2	
TE (<i>Trabajo Estandarizado</i>)	Optimización de recursos	1
	Balance de Línea	1
	Incremento de la producción	1
Puntuación	3	

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

Para la evaluación de herramientas a utilizar para la solución de los problemas en la empresa, se determinó una escala de importancia, mostrada en el Cuadro 19:

Cuadro 19: Escala de importancia

Escala	Condición
0	Sin importancia
1	Poco importante
2	Importante
3	Muy importante

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

Según la escala de importancia de la tabla anterior, se asignó un valor a cada herramienta propuesta y los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 20.

Cuadro 20: Matriz de asignación de puntajes

Criterios	Herramientas		
	SLP	TPM	TE
A Tiempo de actividades que no agregan valor	3	0	2
B Paradas no planificadas	0	3	0
C Baja producción	1	0	2

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

Con los puntajes asignados a cada herramienta se calculó el valor para cada una de ellas, los resultados se muestran en la matriz de ponderación presentada en la Tabla 25.

Tabla 25: Matriz de ponderación de criterios

	Criterios	Ponderación	SLP	TPM	TE
A	Tiempo de actividades que no agregan valor	38%	1,13	0,00	0,75
B	Paradas no planificadas	25%	0,00	0,75	0,00
C	Baja producción	38%	0,37	0,00	0,75
	Totales	100%	1,50	0,75	1,50

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

Según la matriz de ponderación de criterios, se debe de considerar los criterios A (Tiempo de actividades que no agregan valor) y C (Baja producción).

Para el desarrollo y solución de esos problemas, se considerará la utilización de las herramientas más importantes a utilizar son la SLP (Sistematic Layout Planing) y el TE (Trabajo Estandarizado) respectivamente.

4.4.1. Desarrollo de mejoras

4.4.1.1. Propuesta de mejora Causa 1: Redistribución de planta

Como ya se ha mencionado con anterioridad, la empresa tiene actividades que no agregan valor, las cuales generan tiempos de traslado innecesarios en la producción de bobinas de polietileno. Es por ello que la propuesta de mejora es la redistribución de planta haciendo uso de la matriz triangular relacional o también llamada metodología SLP.

4.4.1.1.1. Matriz triangular relacional

En primer lugar, se construyó la matriz para analizar y observar cuáles son las áreas de la empresa que tienen relevancia con respecto a la cercanía y según el resultado de ello, realizar el diagrama relacional de cada área de producción, como se observa en la Figura 19.

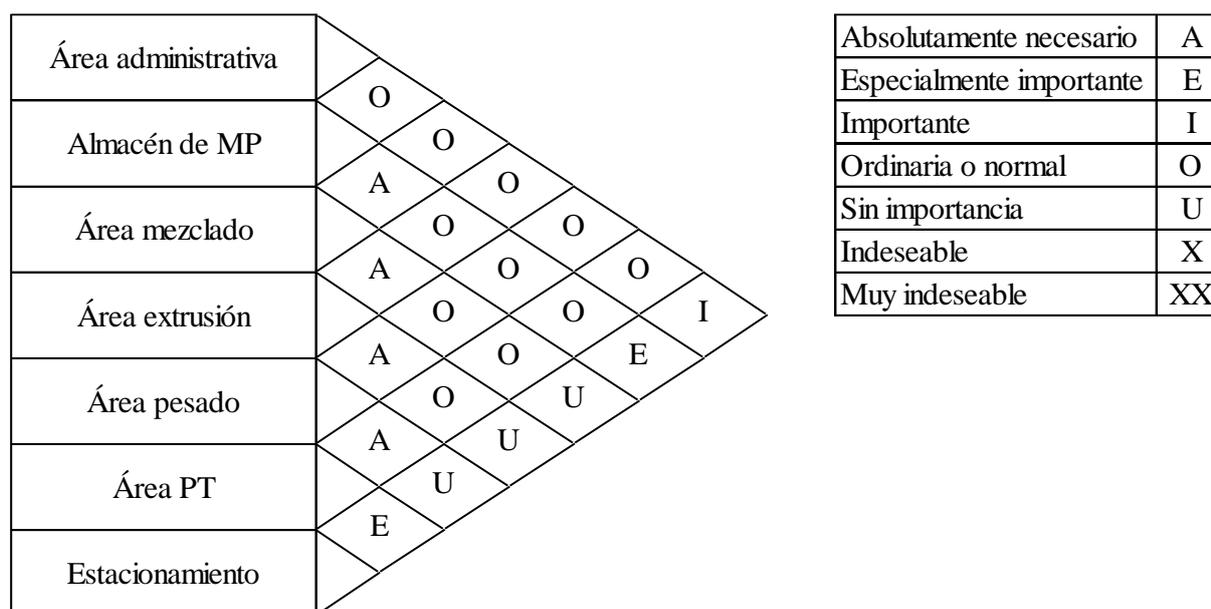


Figura 19: Matriz triangular relacional

Elaboración propia

En la Figura 18, se considera la relación A, entre las áreas competentes, que intervienen en el proceso productivo de la línea de extrusión de bobinas de polietileno de 500,00 kg, desde el almacén de materia prima hasta el almacén de producto terminado.

4.4.1.1.2. Diagrama relacional de actividades

El siguiente diagrama muestra la relación de cercanía que deben tener las actividades del proceso, así como la distribución en que las actividades con mayor flujo, tanto de materia prima, operarios como de insumos, estén lo más cerca posible, como se aprecia en la Figura 19.

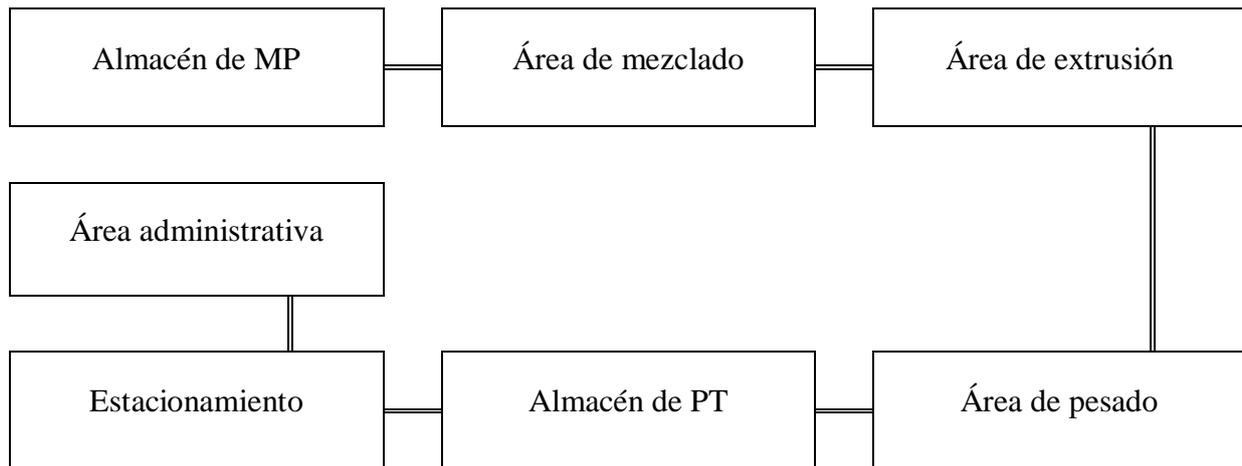


Figura 20: Diagrama relacional de actividades

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración Propia

4.4.1.1.3. Aplicación del método de Güerchet

4.4.1.1.3.1. Definición de superficie por área:

El coeficiente de superficie evolutiva se obtuvo de la siguiente manera:

$$K = 0,50 \times \left(\frac{hm}{hf} \right)$$

Donde:

Hm: altura promedio de los operarios

Hf: altura media de las máquinas

En este caso, el coeficiente de superficie evolutiva para cada área va a ser variable, debido a las distintas alturas de las maquinarias presentes en cada una de ellas.

4.4.1.1.4. Cálculo de la superficie para cada área de la empresa

4.4.1.1.4.1. Coeficiente de superficie evolutiva para el área administrativa

$$K = 0,50 \times \left(\frac{1,70}{1,20} \right)$$

$$K = 0,75$$

Tabla 26: Estimación de superficie para el área administrativa

Elemento	n	N	Largo (L)	Ancho (A)	SS	SG	Altura (h)	SE	S	ST
Elementos móviles										
Operarios	3		0,50	1,00	0,50		1,70			1,50
Elementos fijos										
Escritorios	3	1	2,00	0,85	1,70	1,70	1,00	2,54	4,61	17,83
Vestidores	2	2	2,00	3,00	6,00	12,00	2,10	13,46	24,42	62,92
Baños	2	1	0,67	0,50	0,34	0,34	0,50	0,50	1,33	2,34
Mesa comedor	1	8	2,50	2,00	5,00	40,00	1,00	33,65	61,06	78,65
									Superficie Total m2	163,24

Elaboración propia.

4.4.1.1.4.2. Coeficiente de superficie evolutiva para el área de producción.

$$K = 0,5 \times \left(\frac{1,7}{1,0} \right)$$

$$K = 0,87$$

Tabla 27: Estimación de superficie para el área de producción

Elemento	n	N	Largo (L)	Ancho (A)	SS	SG	Altura (h)	SE	S	ST
Elementos móviles										
Operarios	11		0,5	1	0,50		1,73			5,50
Elementos fijos										
Mezcladora	3	1	0,83	0,94	0,78	0,78	1,50	0,87	2,43	7,28
Extrusora	5	1	6,20	4,15	25,73	25,73	5,00	28,55	80,01	400,03
Balanza	3	1	0,60	1,12	0,67	0,67	0,25	0,75	2,09	6,27
Selladora hece 1100	1	1	6,00	1,80	10,80	10,80	1,15	11,98	33,58	33,58
Selladora h850	1	1	4,00	1,80	7,20	7,20	1,15	7,99	22,39	22,39
Selladora F5	1	1	4,00	1,80	7,20	7,20	1,15	7,99	22,39	22,39
Paleta manual	2	1	2,00	1,00	2,00	2,00	1,15	2,22	6,22	12,44
Paleta automática	1	1	2,00	1,00	2,00	2,00	1,15	2,22	6,22	6,22
									Superficie Total m²	516,09

Elaboración propia.

4.4.1.1.4.3. Coeficiente de superficie evolutiva para el área de almacén de materia prima.

$$K = 0,5 \times \left(\frac{1,7}{0,2} \right)$$

$$K = 5,73$$

Tabla 28: Estimación de superficie del área de almacén de materia prima

Elemento	n	N	Largo (L)	Ancho (A)	SS	SG	Altura (h)	SE	S	ST
Elementos móviles										
Operarios	2		0,5	1	0,50		1,73			1,00
Elementos fijos										
Sacos de polipropileno	170		0,15	0,15	0,02	0,00	0,15	0,13	0,15	25,78
Sacos de aditivos	30		1,00	0,40	0,40	0,00	0,15	2,30	2,70	80,88
Superficie Total m2										107,66

Elaboración propia.

4.4.1.1.4.4. Coeficiente de superficie evolutiva para el área de almacén de producto terminado.

$$K = 0,5 \times \left(\frac{1,7}{0,5} \right)$$

$$K = 1,59$$

Tabla 29: Estimación de superficie del área de almacén de producto terminado

Elemento	n	N	Largo (L)	Ancho (A)	SS	SG	Altura (h)	SE	S	ST
Elementos móviles										
Operarios	2		0,50	1	0,50	0	1,73			1,00
Elementos fijos										
Bobinas	34	1	1,10	0,60	0,66	0,66	0,50	2,12	3,44	116,92
Superficie Total m2										117,92

Elaboración propia.

Finalmente, se logró proponer una nueva distribución de planta, según los datos obtenidos por Güerchet, además del resultado final de la metodología SLP.

Como se puede apreciar en el nuevo diagrama de recorrido ya no existen traslados excesivos tanto de materia prima como de los operarios; además, ya no existen cruces como es el caso de la distribución actual. Toda esta propuesta permitirá la reducción de costos debido a la disminución de tiempo de producción ocasionado por el excesivo traslado.

La nueva distribución de planta tiene una disposición operacional en forma de U, lo cual facilita el traslado de materiales e insumos hasta la última etapa de la producción, así como también el traslado de los operarios; reduciendo, de ese modo, desplazamientos innecesarios y por lo tanto tiempo de producción, así como se muestra en la tabla 30.

Tabla 30: Nueva distribución de planta por superficie total en m²

Áreas	Elemento	Superficie m ²	Superficie Total m ²
Administración	Operarios	1,50	163,79
	Escritorios	17,89	
	Vestidores	63,13	
	Baños	2,35	
	Mesa comedor	78,92	
Producción	Operarios	5,50	516,09
	Mezcladora	7,28	
	Extrusora	400,03	
	Balanza	6,27	
By Pass			25,16
Almacén Materia Prima	Operarios	1,00	107,66
	Sacos de polipropileno	25,78	
	Sacos de aditivos	80,88	
Almacén Producto Terminado	Operarios	1,00	117,92
Bobinas		116,92	
Patio - Cochera			509,87
Superficie Total m2			1 440,49

Al definir las nuevas superficies de las áreas de trabajo, se obtiene la información reflejada en la tabla 31:

Tabla 31: Definición de superficie por área en m² en la empresa Polybags Perú S. R. L.

Áreas	Superficie (m²)
Administración	163,79
Producción	516,09
Almacén de Materia Prima	107,66
Almacén de Producto Terminado	117,92
Bypass	25,16
Patio - Cochera	509,87
ÁREA TOTAL	1 440,49

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

4.4.1.1.5. Nuevo diagrama de recorrido

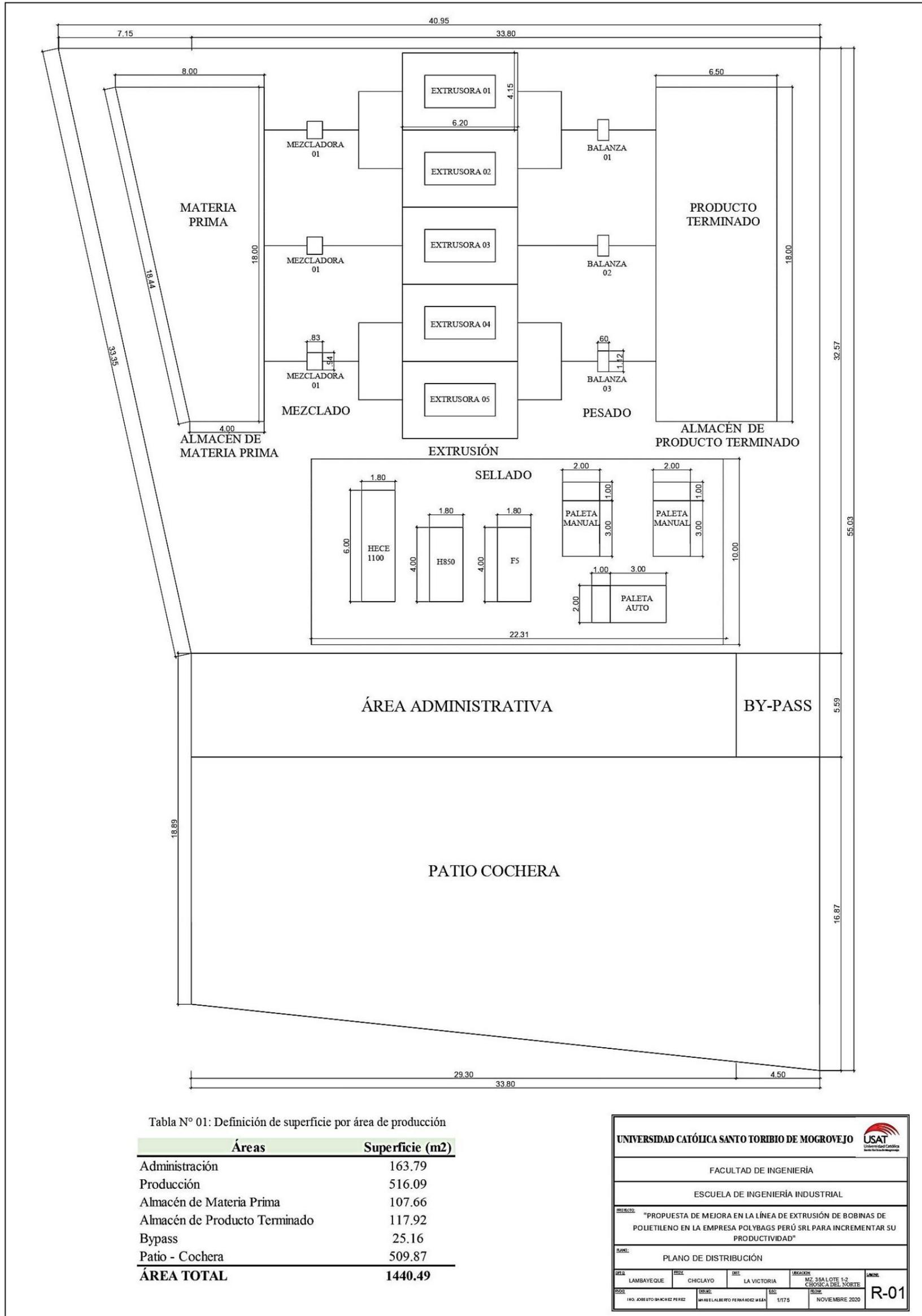


Figura 21: Nuevo Diagrama de Recorrido

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia

4.4.1.2. Propuesta de Mejora Causa 2: Estandarización de tiempos

4.4.1.2.1. Tiempos normales

La Tabla 32, refleja la modificación de los tiempos para el proceso de extrusión de bobinas, estandarizando tiempos del proceso y transportes de materias primas como productos terminados, pudiendo estos ocasionar aumento de ganancias de dinero para la empresa.

Tabla 32: Nuevo diagrama hombre – máquina

Operación: Extrusión **Fecha:** 15/07/2019
Tipo de máquina: Extrusora **Lote:** 169 - 2019
Operario de Extrusión: Paredes Grande, Roberson **Ciclo:** 12,61
 Pat

HOMBRE	TIEMPO	MÁQUINA	TIEMPO
Transporte al área de mezclado	0,71	Tiempo muerto	
Mezclado de materia prima	3,61	Mezcladora	3,61
Transporte al área de extrusión	0,96	Tiempo muerto	
Extrusión de bobina	4,73	Extrusora	4,73
Transporte al área de pesado	0,95	Tiempo muerto	
Pesado de bobinas	1,29	Balanza	1,29
Transporte al almacén de producto terminado	0,36	Tiempo muerto	
Totales	12,61		9,63

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia

En la Tabla 33, se determina el nuevo tiempo normal, el cual hace referencia al tiempo en el que un operario normal requerirá para realizar cada una de las operaciones. Se evalúan 4 factores de actuación del operario, los cuales son las condiciones, consistencia, destreza y esfuerzo. A este factor, se le suma 1 y el resultado obtenido se multiplica para determinar el factor de valoración.

Tabla 33: Nuevos Tiempos normales por etapa en h/min/s

Etapas		Tiempo promedio (min)	Condiciones	Consistencia	Destreza	Esfuerzo	Factor de valoración	Tiempo normal (min)
A	Transporte al área de mezclado	0,71	0,02	0,01	0	0,02	1,00	0,76
B	Mezclado de materia prima	3,61	0,02	0,01	0	0,02	1,00	3,66
C	Transporte al área de extrusión	0,96	0,02	0,01	0	0,02	1,00	1,01
E	Extrusión de bobinas	4,73	0,02	0,01	0	0,02	1,00	4,78
F	Transporte al área de pesado	0,95	0,02	0,01	0	0,02	1,00	1,00
G	Pesado de bobinas	1,29	0,02	0,01	0	0,02	1,00	1,34
H	Transporte al almacén de producto terminado	0,36	0,02	0,01	0	0,02	1,00	0,41
TOTAL		12,61						12,96

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

4.4.1.2.2. Tiempos estándar

Se determinó los tiempos estándar para cada operación, para ello se multiplica el tiempo normal por la sumatoria de los suplementos considerados. Los suplementos considerados se muestran en la Tabla 34 y los nuevos tiempos estándar en la Tabla 35.

Tabla 34: Suplementos para el tiempo estándar

Suplementos	%	Operación afectada
Suplemento por trabajos personales	5%	todas
Suplemento por trabajar de pie	2%	todas
Uso de la fuerza (10 Kg)	3%	todas
Ruido intermitente y fuerte	2%	todas
Total	12%	

Elaboración propia.

Tabla 35: Nuevos Tiempos estándar en h/min/s

Etapas	Tiempo normal (min)	Suplementos %	Tiempo estándar (min)
A Transporte al área de mezclado	0,71	12%	0,80
B Mezclado de materia prima	3,61	12%	4,04
C Transporte al área de extrusión	0,96	12%	1,08
E Extrusión de bobinas	4,73	12%	5,30
F Transporte al área de pesado	0,95	12%	1,06
G Pesado de bobinas	1,29	12%	1,44
H Transporte al almacén de producto terminado	0,36	12%	0,40
TOTAL	12,61		14,12

Elaboración propia.

4.4.1.2.3. Carga de trabajo:

Esto con la finalidad de determinar que ningún operario se sobrecargue de trabajo y que los de menor carga de trabajo puedan apoyar realizando diversas actividades, de esta manera, asegurando el flujo continuo de la producción.

$$carga\ de\ trabajo = \frac{tiempo\ ciclo\ operario\ x\ 100}{tiempo\ ciclo\ total}$$

Se determinó la carga de trabajo, la cual se muestra en la Tabla 36, mediante lo siguiente:

Tabla 36: Carga de trabajo por operario

Operario	Tiempo ciclo operario (hora/operario)	Carga de trabajo (%)
Operario 1	1,61	16%
Operario 2	1,61	16%
Operario 3	1,32	13%
Operario 4	1,32	13%
Operario 5	1,32	13%
Operario 6	1,32	13%
Operario 7	1,57	16%
Total	10,07	100%

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

4.4.1.2.4. Balance de las estaciones de trabajo

4.4.1.2.4.1. Takt time:

El Takt time es calculado debido al tiempo disponible de 480 hora/mes sobre las 1 894 bobinas demandadas y la producción en los 20 días del mes de Julio 2019.

$$takt\ time = \frac{480 \frac{horas}{mes}}{\frac{1\ 894 \frac{bobinas}{mes}}{20 \frac{días}{mes}}}$$

$$takt\ time = 5,06\ minutos/bobina$$

El ritmo de producción deberá ser de 5,06 min/bobina.

4.4.1.2.4.2. Número de puestos de trabajo:

Para determinar los puestos de trabajo se considera el tiempo de ciclo 13,52 min/bobina sobre el Takt time que es 5,06 min/bobina.

$$puestos\ de\ trabajo = \frac{13,52\ min/bobina}{5,06\ min/bobina}$$

$$puestos\ de\ trabajo = 2,67$$

$$puestos\ de\ trabajo = 3$$

Se equilibra las estaciones de trabajo de acuerdo con los números obtenidos anteriormente.

En la Tabla 36, se muestra los tiempos de trabajo balanceados por cada puesto a desempeñar.

Tabla 37: Tiempos por puesto de trabajo balanceados

Puestos de trabajo	Operario	Tiempo (min)	Carga (%)
1	Operario 2	3,68	9%
	Operario 3	3,68	9%
	Operario 4	3,68	9%
	Operario 5	3,68	9%
2	Operario 7	3,895	10%
	Operario 8	3,895	10%
	Operario 9	3,895	10%
	Operario 10	3,895	10%
3	Operario 6	3,31	8%
	Operario 1	3,31	8%
	Operario 11	3,31	8%
Totales		40,23	100%

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

La designación de cada uno de los puestos se puede visualizar de mejor forma en la Figura 21. Se logró reducir la carga de trabajo para cada uno de los operarios.

Así mismo, se muestra en la Tabla 37, los tiempos de ciclo de trabajos balanceados.

Transp. al área de mezclado	Mezclado			Transp. al área de extrusión	Extrusión		Transp. al área de pesado	Pesado	Transp. al Almacén de producto terminado
	Carga	Mezclado	Descarga Mezclado		Carga	Extrusión		Pesado	
				1,10					
			0,31		1,29				
0,80	0,18					20,00			0,40
									
		8,16						4,71	
0,80							1,14		0,40
	0,18					20			
			0,31		1,29				
				1,10					
0,80	0,18	8,16	0,31	1,10	1,29	20	1,14	4,71	0,40
				1,10					
			0,31		1,29				
0,80	0,18					20			0,40
									
		8,16						4,71	
0,80							1,14		0,40
	0,18					20			
			0,31		1,29				
				1,10					
0,16	0,04	2,72	0,06	0,22	0,26	4,00	0,23	1,57	0,08

Figura 22: Estaciones de trabajo equilibradas

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

Tabla 38: Tiempos de ciclo del trabajo balanceados

Actividad	Tiempo ciclo (min)
Transp. al área de mezclado	0,16
Mezclado	2,82
Transp. al área de extrusión	0,22
Extrusión	4,26
Transp. al área de pesado	0,23
Pesado	1,57
Transp. al Almacén de producto terminado	0,08
Total	9,33

Elaboración propia.

4.4.1.2.5. Nuevo tiempo promedio

Para realizar el cálculo del nuevo tiempo promedio del sistema productivo, se realizó una toma de tiempos de 14 muestras en el proceso. Este número de muestras se obtuvo de la tabla Westinghouse.

En la Tabla 39 se presentan las muestras tomadas en el lote 169 – 2019.

Tabla 39: Nuevo tiempo promedio de las actividades por etapa

Ítem	Transp. al área de mezclado	Mezclado materia prima	Transp. al área de extrusión	Extrusión de bobinas	Transp. al área de pesado	Pesado de bobinas	Transp. al almacén terminado
1	0,06	2,73	0,05	4,08	0,06	1,63	0,05
2	0,07	2,88	0,06	4,08	0,06	1,63	0,05
3	0,06	2,74	0,05	4,22	0,06	1,46	0,05
4	0,05	2,53	0,05	4,40	0,06	1,63	0,05
5	0,04	3,52	0,06	4,45	0,06	1,48	0,05
6	0,06	3,04	0,05	4,27	0,07	1,63	0,04
7	0,07	3,00	0,06	4,32	0,06	1,64	0,06
8	0,06	2,57	0,07	4,29	0,05	1,35	0,06
9	0,05	2,88	0,06	4,32	0,04	1,49	0,06
10	0,06	2,66	0,05	4,06	0,06	1,52	0,06
11	0,05	2,86	0,06	4,26	0,05	1,63	0,06
12	0,04	2,85	0,06	4,23	0,05	1,64	0,07
13	0,06	2,88	0,06	4,22	0,05	1,62	0,06
14	0,07	2,67	0,06	4,39	0,05	1,61	0,05
Prom	0,06	2,82	0,06	4,26	0,06	1,57	0,05

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

4.4.1.2.6. Nuevo cuello de botella

Para el cálculo del nuevo cuello de botella, se está considerando los nuevos tiempos promedios del proceso productivo obtenidos, según se muestra en la Tabla 40.

Tabla 40: Tiempos nuevos de las actividades por etapa

Etapas	Actividades	Tiempo promedio
Mezclado	Transp. al área de mezclado	0,06
	Mezclado materia prima	2,82
Extrusión	Transp. al área de extrusión	0,06
	Extrusión de bobinas	4,26
Pesado	Transp. al área de pesado	0,06
	Pesado de bobinas	1,57
	Transp. al almacén producto terminado	0,05
Totales		8,88

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

La Tabla 40, muestra que el nuevo cuello de botella aún se encuentra en la etapa de Extrusión, específicamente en la actividad de extrusión de la bobina con un tiempo de 4,26 horas; sin embargo, existe una notoria disminución de este.

4.4.1.2.7. Nuevo diagrama de operaciones del proceso productivo

El diagrama de operaciones del proceso productivo está basado en el proceso de bobinas de polietileno de Alta Densidad, basado en una bobina de 500,00 kg aproximadamente. Tal como se muestra en la Figura 22.

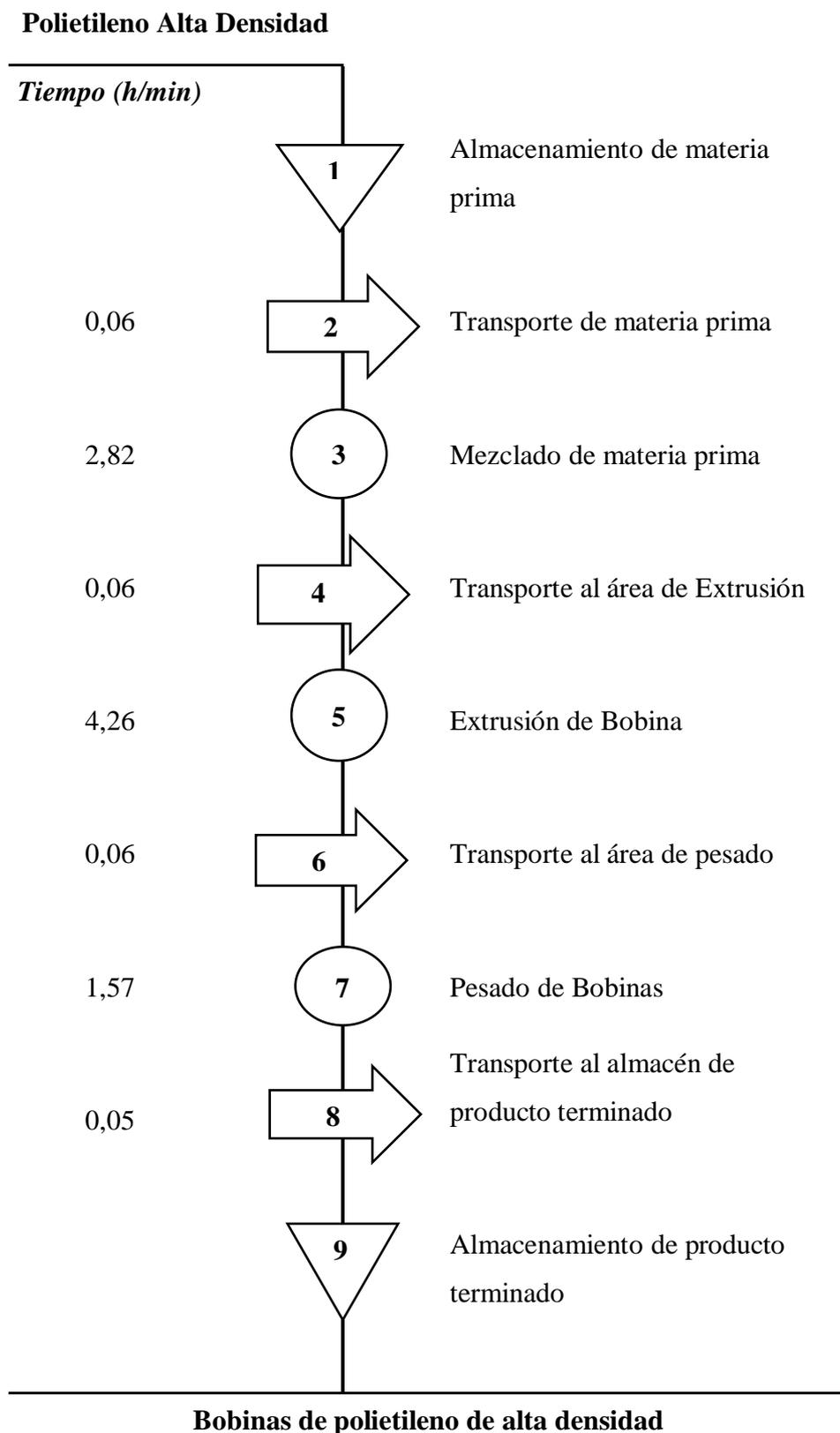


Figura 23: Nuevo Diagrama de Operaciones

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración Propia

4.4.1.2.8. Nuevo cursograma propuesto

La Figura 24 muestra el cursograma analítico propuesto para la empresa, es notorio que hubo una disminución del tiempo en cada una de las actividades del proceso productivo; por ende, la disminución del tiempo de producción llegando 8,88 min por bobina. Además, se aprecia la disminución del tiempo de las actividades que no añaden valor al producto de 3,44 min a 0,23 minutos por bobina.

Producto:	Elaboración de bobinas de polietileno de 500 kg		Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo		
						(h / min)		
			Operación		3	8,65		
			Inspección		0	0		
Cursograma del proceso productivo de la distribución actual			Transporte		4	0,23		
			Espera		0	0		
Elaborado por:	Manuel Alberto Fernández Mejía	Fecha:	Almacén		2	0		
Aprobado por:	Manuel Alberto Fernández Mejía	15/07/2019	Total			9	8,88	
Lote:	169-2019							
Descripción de la actividad	Agrega valor	No valor agregado				Actividad VA	Actividad NVA	
						Tiempo (h / min)	Tiempo (h / min)	
Almacén de materia prima						-	-	
Transporte al área de mezclado						-	0,06	
Mezclado de materia prima						2,82	-	
Transporte al área de extrusión						-	0,06	
Extrusión de bobina						4,26	-	
Transporte al área de pesado						-	0,06	
Pesado de bobinas						1,57	-	
Transporte al almacén de producto terminado						-	0,05	
Almacén de producto terminado						-	-	
Totales	3	0	4	0	2	8,65	0,23	

Figura 24: Cursograma analítico de la nueva distribución

Elaboración propia.

Para determinar estos porcentajes, se realizaron los siguientes cálculos:

Nuevo tiempo de valor agregado (TVA)

$$\% \text{Tiempo Valor Agregado} = \frac{8,65}{8,88} \times 100$$

$$\% \text{Tiempo Valor Agregado} = 97\%$$

Nuevo tiempo de no valor agregado (TNVA)

$$\% \text{Tiempo No Valor Agregado} = \frac{0,23}{8,88} \times 100$$

$$\% \text{Tiempo No Valor Agregado} = 3\%$$

En la Figura 23, se muestran que existen aún la misma cantidad de operaciones y necesarias para el proceso productivo, siendo un total de 9 actividades, conformadas por 3 operaciones, 3 transportes y 2 almacenajes. Se tiene un tiempo de operación de 8,65 minutos, un tiempo de transporte de 0,23 minutos, teniendo un tiempo total de producción aproximado de 8,88 minutos, que se muestra en la Tabla 41.

Tabla 41: Nuevo Resumen de Actividades del proceso

Símbolo	Actividad	Cantidad	Tiempo	Representa
	Operación	3	8,65	97%
	Transporte	4	0,23	3%
	Almacén	2	0	0%
Totales		9	8,88	100%

Elaboración propia

4.4.1.2.9. Nuevos indicadores de producción y productividad

4.4.1.2.9.1. Nueva eficiencia física

La Nueva eficiencia física se calcula a base del producto terminado sobre la cantidad total de materia prima utilizada para elaborar bobinas de polietileno de 500,00 kg, como se muestra en la Tabla 42.

Tabla 42: Producción de bobinas de 500,00 kg, elaborada del lote 169-2019

Fecha	Descripción	Materia Prima	Producto Terminado
	Pebd-II Braskem	33 718,45	
15-jul-19	Masterbatch efpe	6 168,01	35 125,05
	Aditivos uv	411,21	
Totales		40 297,67	35 125,05

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Como se observa en la Tabla 41, para obtener 35 125,05 kg de producto terminado en bobinas de polietileno de 500 kg cada una, se necesita un total de 40 297,67 kg de materia prima.

$$\text{Eficiencia Física (Ef)} = \frac{\text{Producto terminado}}{\text{Materia prima}}$$

$$\text{Eficiencia Física (Ef)} = \frac{35\ 125,05\ \text{kg}}{40\ 297,67\ \text{kg}}$$

$$\text{Eficiencia Física (Ef)} = 87,00\%$$

Este resultado quiere decir que, la eficiencia física de la empresa está en un 87%, esto indica que por cada 1kg de materia prima utilizada, su aprovechamiento total es de 0,870 kg, dejando de utilizar 0,130 gr.

4.4.1.2.9.2. Nuevo tiempo base

Tomando en consideración una jornada laboral de 12 horas diarias, el tiempo base se puede decir que es el siguiente:

$$\text{Tiempo base (Tb)} = \text{Horas trabajadas por día}$$

$$\text{Tiempo base (Tb)} = 12 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times 60 \frac{\text{minutos}}{\text{hora}}$$

$$\text{Tiempo base (Tb)} = 720 \frac{\text{minutos}}{\text{día}}$$

El nuevo tiempo base establecida para la producción de bobinas de polietileno de 500 kg, es de 720 minutos por día.

4.4.1.2.9.3. Nuevo tiempo de ciclo

El tiempo estimado promedio para la producción de una bobina de 500,00 kg es de 720 minutos.

$$\textit{Tiempo de Ciclo (Tc)} = \textit{Tiempo total de producción}$$

$$\textit{Tiempo de Ciclo (Tc)} = \frac{(18 \text{ hora} \times 60 \text{ minutos}) + 45 \text{ minutos}}{\textit{bobina}}$$

$$\textit{Tiempo de Ciclo (Tc)} = 832 \frac{\textit{minutos}}{\textit{bobina}}$$

El nuevo tiempo ciclo calculado es de 832 minutos por bobina de 500,00 kg.

4.4.1.2.9.4. Nueva producción

Primero se calcula la producción por máquina para obtener la producción total por mes.

$$\textit{Producción por máquina} = \frac{\textit{Tiempo base}}{\textit{Ciclo}}$$

$$\textit{Producción por máquina} = \frac{720 \frac{\textit{minutos}}{\textit{día}}}{832 \frac{\textit{minutos}}{\textit{bobina}}}$$

$$\textit{Producción por máquina} = 0,86 \frac{\textit{bobina}}{\textit{máquina}}$$

Se realizó el cálculo de la producción por máquina en referencia al tiempo base sobre el ciclo de producción, obteniendo un total de 0,86 bobina por máquina.

Para realizar el cálculo de la producción total de bobinas por mes, se considera la producción por máquina, por las horas trabajadas, por la cantidad de máquinas y los días trabajados, como se detalla a continuación:

Producción = producción por máquina x horas trabajadas x máquinas x días trabajados

$$\text{Producción} = 0,86 \frac{\text{bobina}}{\text{máquina}} \times 8 \text{ horas} \times 7 \text{ máquinas} \times 30 \frac{\text{días}}{\text{mes}}$$

$$\text{Producción} = 1\,405 \frac{\text{bobinas}}{\text{mes}}$$

La nueva producción de la empresa es de 1 405 bobinas/mes, 46 bobinas/día aproximadamente, obtenidas del registro de producción lote 136-2019 de la empresa. El día consta de una jornada laboral compuesta de 8 horas, como se evidencia en la Tabla 43.

Tabla 43: Nueva producción para los años 2 020, 2 021 y 2 022

Mes	2 020	2 021	2 022
Enero	1 405	1 405	1 405
Febrero	1 405	1 405	1 405
Marzo	1 405	1 405	1 405
Abril	1 405	1 405	1 405
Mayo	1 405	1 405	1 405
Junio	1 405	1 405	1 405
Julio	1 405	1 405	1 405
Agosto	1 405	1 405	1 405
Setiembre	1 405	1 405	1 405
Octubre	1 405	1 405	1 405
Noviembre	1 405	1 405	1 405
Diciembre	1 405	1 405	1 405
TOTAL	16 860	16 860	16 860

Promedio Total

Elaboración propia.

4.4.1.2.9.5. Nueva eficiencia económica

Para calcular la eficiencia económica de la empresa, se ha procedido a dividir los ingresos entre los costos de producción.

El operario de extrusión recibe un importe de S/. 930,00 mensual, siendo su costo diario de S/. 31,00, por lo que la empresa asume la producción de 2 571,00 kg de bobina por operario por el importe de S/. 217,00 Soles, según detalle del Cuadro 21.

Cuadro 21: Costos de Operario en Soles (S/.) por día

Cargo	Mensual	Por Día	Por Hora	Cantidad Operarios	Total
Operario de Extrusión	930,00	31,00	3,88	11	341,00

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

El nuevo costo variable de producción se determina a través de los productos utilizados en la producción de 38 bobinas de polietileno, equivalentes a un total de 23 000,00 kg al día; calculados a su valor monetario, teniendo como importe total S/. 112 893,20 Soles, como se muestra en la Tabla 44.

Tabla 44: Nuevo Costo Variable de producción en Soles (S/.) por día

Producto	Peso (kg)	Cantidad (Uni)	Valor (S/.)	Total (S/.)
PEBD / PEAD	10 810,00	38	4,12	44 537,20
Antiblock	8 050,00		2,89	23 264,50
Protector UV	230,00		2,76	634,80
Masterbach	3 910,00		11,37	44 456,70
Totales	23 000,00			112 893,20

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

Para la producción de 46 bobinas de 500,00 kg por día, se requiere de un costo total de S/. 113 234,20 soles, que corresponde a costo variable de producción y el costo pago de un total de 11 operarios involucrados en el proceso de extrusión, que equivalen a 341,00, tal como se muestra en la Tabla 45.

Tabla 45: Costos por Operario de extrusión y materiales por día

Detalle de Costo	Cantidad (Un)	Peso (kg)	Total (S/.)
Costo variable de producción	38	23 000,00	S/. 112 893,20
Costo pago de operarios	11		341,00
Total			S/. 113 234,20

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

$$\text{Eficiencia Económica (Ee)} = \frac{\text{Dinero invertido} + (\text{producción} \times \text{precio})}{\text{Dinero invertido}}$$

$$\text{Eficiencia Económica (Ee)} = \frac{\text{S/. 113 234,20} + (23\ 000,00 \times \text{S/. 5,15})}{\text{S/. 113 234,20}}$$

$$\text{Eficiencia Económica (Ee)} = \text{S/. 2,04}$$

El resultado es de S/. 2,04, esto quiere decir que, por cada sol invertido para la producción de bobinas de polietileno, la empresa está ganando 1,04 soles por kg vendido.

4.4.1.2.10. Nueva productividad

Para el cálculo de este nuevo indicador, se está considerando la siguiente relación:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producto elaborado}}{\text{Materiales utilizados}}$$

4.4.1.2.10.1. Nueva productividad en maquinaria

Para el cálculo de la nueva productividad en maquinaria se considera la cantidad de producto obtenido sobre la cantidad de máquinas involucradas en el proceso.

$$Productividad (maquinaria) = \frac{38 \text{ bobinas}}{5 \text{ extrusoras}}$$

$$Productividad (maquinaria) = 8 \frac{\text{bobinas}}{\text{extrusora}}$$

La nueva productividad propuesta sería de 8 bobinas de producto terminado por cada extrusora instalada en la empresa, considerando que se cuenta con 5 extrusoras.

4.4.1.2.10.2. Nueva productividad en materia prima

La nueva productividad en mano de obra es a base de la cantidad de producto terminado sobre la materia prima utilizada para el proceso.

$$Productividad (M. P.) = \frac{38 \text{ bobinas} \times 500 \text{ kg}}{23\ 000,00 \text{ kg}}$$

$$Productividad (M. P.) = \frac{19\ 000,00 \text{ kg}}{23\ 000,00 \text{ kg}}$$

$$Productividad (M. P.) = 82,00\%$$

4.4.1.2.10.3. Nueva Demanda

La producción de la empresa incrementó a 46 bobinas/día, y 1 405 bobinas/mes. Resultado obtenido de la propuesta de mejora. Para realizar la proyección de la demanda estimada a los años 2 020, 2 021, 2 022, se estimó el promedio de la demanda de los últimos 3 años, como se muestra en la Tabla 15.

$$\text{Demanda Proyectada} = \frac{\text{demanda 2017} + \text{demanda 2018} + \text{demanda 2019}}{\text{total demandas}}$$

$$\text{Demanda Proyectada} = \frac{1\,541 \text{ bobinas} + 1\,688 \text{ bobinas} + 1\,792 \text{ bobinas}}{3 \text{ años}}$$

$$\text{Demanda Proyectada} = 1\,674 \frac{\text{bobinas}}{\text{año}}$$

Este resultado se estimó para la proyección de la demanda para los años 2020, 2021 y 2022, teniendo como resultados 22 764 de bobinas a producir en los años en mención. Lo que se muestra en la Tabla 46.

Tabla 46: Proyección de la demanda

Mes	2020	2021	2022
Enero	1 897	1 897	1 897
Febrero	1 897	1 897	1 897
Marzo	1 897	1 897	1 897
Abril	1 897	1 897	1 897
Mayo	1 897	1 897	1 897
Junio	1 897	1 897	1 897
Julio	1 897	1 897	1 897
Agosto	1 897	1 897	1 897
Setiembre	1 897	1 897	1 897
Octubre	1 897	1 897	1 897
Noviembre	1 897	1 897	1 897
Diciembre	1 897	1 897	1 897
TOTAL	22 764	22 764	22 764

Elaboración propia.

4.4.1.2.11. Nueva capacidad de planta

4.4.1.2.11.1. Nueva capacidad diseñada de planta

La nueva capacidad diseñada de planta sigue siendo de 2 100 bobinas por mes, por considerarse la misma cantidad de maquinarias, como se muestra en la Tabla 47.

$$\text{Capacidad Diseñada} = 10 \frac{\text{bobinas } 500,00\text{kg}}{\text{máquina}} \times 6 \frac{\text{máquinas}}{\text{día}} \times 30 \frac{\text{días}}{\text{mes}}$$

$$\text{Capacidad Diseñada} = 1\,800 \frac{\text{bobinas}}{\text{mes}}$$

Tabla 47: Registro de producción de bobinas año 2 017, 2 018 y 2 019

Mes	2 020	2 021	2 022
Enero	1 674	1 674	1 674
Febrero	1 674	1 674	1 674
Marzo	1 674	1 674	1 674
Abril	1 674	1 674	1 674
Mayo	1 674	1 674	1 674
Junio	1 674	1 674	1 674
Julio	1 674	1 674	1 674
Agosto	1 674	1 674	1 674
Setiembre	1 674	1 674	1 674
Octubre	1 674	1 674	1 674
Noviembre	1 674	1 674	1 674
Diciembre	1 674	1 674	1 674
TOTAL	20 088	20 088	20 088

Elaboración propia.

4.4.1.2.11.2. Nueva capacidad utilizada de planta

La utilización se volvió a medir con nuevos indicadores de producción y capacidad diseñada.

$$Utilización = \frac{1\,674 \frac{\text{bobinas}}{\text{mes}}}{1\,800 \frac{\text{bobinas}}{\text{mes}}} \times 100$$

$$Utilización = 93,00 \%$$

Este porcentaje ha incrementado en 39,60 %, esto indica que si hubo una mejora en el proceso productivo. Ahora se está utilizando el 93,00 % de la capacidad máxima de planta.

4.4.1.2.11.3. Nueva capacidad ociosa

La capacidad no aprovechada por la empresa sería de:

$$Bobinas \text{ no atendidas} = 1\,800 \text{ bobinas diseñadas} - 1\,674 \text{ bobinas producidas}$$

$$Bobinas \text{ no atendidas} = 126 \text{ bobinas sin producir}$$

La nueva capacidad no aprovechada por la empresa sería de:

$$Capacidad \text{ ociosa} = \frac{126 \frac{\text{bobinas}}{\text{mes}}}{1\,800 \frac{\text{bobinas}}{\text{mes}}} \times 100$$

$$Capacidad \text{ ociosa} = 7,00 \%$$

Seguido a esto, se volvió a calcular el nivel de servicio de la empresa con la demanda estimada y la nueva producción. Como se puede observar, existe un aumento del 25,45% con respecto al porcentaje, evidenciando así una mejora en la producción como en la respuesta a la demanda por parte de la empresa.

4.4.1.2.12. Nuevo nivel de servicio

El nuevo nivel de servicio se está calculando por la cantidad de nueva demanda atendida por la nueva demanda total en los años 2 020, 2 021 y 2 022.

$$NS = \frac{1\ 674}{1\ 800}$$

$$NS = 93,00 \%$$

4.4.1.2.13. Nuevas actividades que agregan y no agregan valor

En las nuevas actividades calculadas y mostradas en el Cuadro 22, a la fecha se utiliza un total de 8,65 min para actividades que agregan valor al proceso productivo, frente a 0,23 min de actividades que no agregan valor, siendo este un 22,09 % de tiempo que no agrega valor al proceso productivo.

Cuadro 22: Nuevas actividades que agregan valor en horas

Actividades	Etapas	Tiempo Total
Agregan Valor	Operaciones	8,65
No Agregan Valor	Transportes	0,23

Elaboración propia.

$$\text{Actividades que no agregan valor} = \frac{0,23}{8,65} \times 100$$

$$\text{Actividades que no agregan valor} = 2,65 \%$$

4.4.1.2.14. Nueva demanda insatisfecha

Según lo mostrado en la tabla 46, el número de demanda actual es de 1 674 bobinas, de la cual solo se ha podido atender todas las bobinas demandas, que equivale a un 125,44 % de la demanda atendida, indicador que refleja los años 2 020, 2 021 y 2 022.

Cuadro 23: Nueva Demanda insatisfecha en unidades (uni)

Año	Producción	Demanda	Demanda No Atendida
2019	1 800	1 674	0

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Elaboración propia.

Según lo mostrado en el Cuadro 23, a la fecha es un total de 1674 bobinas de polietileno de demanda no atendida lo cual equivale a 0 % de Demanda insatisfecha.

4.4.1.3. Impacto económico

La nueva producción elaborada para los próximos 3 años 2 020, 2 021 y 2 022, teniendo en consideración el tiempo estándar del proceso de extrusión de 1,19 min por kilogramo de bobina, el pago realizado a los operarios por 1 turno de 12 horas es de S/. 3,88 por hora.

Hallando el ingreso no percibido por la empresa, es S/. 0, según se muestra en Tabla 48.

Tabla 48: Demanda de bobinas no atendidas en Julio 2019

Detalle	Cantidad (Un)	Valor Venta (S/.)	Total Ingresos (S/.)
Demanda Total	1 674	S/. 2 575,00	S/. 4 310 729,32
Producción Real	1 674	S/. 2 575,00	S/. 4 310 729,32
Demanda No Atendida	0	S/. 2,575.00	S/. -

Elaboración propia.

$$Productividad\ no\ percibida = \frac{Demanda\ no\ atendida}{Demanda\ total} \times 100$$

$$Productividad\ no\ percibida = \frac{4\ 310\ 729,32}{4\ 310\ 729,32} \times 100$$

$$Productividad\ no\ percibida = 0,00\%$$

4.4.2. Comparación de indicadores:

Se realizó la comparación de los indicadores de producción actual con la propuesta de mejora, los cuales se muestran en el Cuadro 24.

Cuadro 24: Comparación de indicadores actuales y propuesta

Indicadores		Valor Actual	Valor Propuesto	Mejora	Unidad de Medida
Eficiencia	Física	84,00	87,00	3,00	%
	Económica	1,40	2,04	0,64	(S/. / kg. vendido)
Cuello botella (Extrusión)		5,29	4,26	-1,03	Horas
Producción		32	38	6	Bobinas por día
Productividad	Maquinaria	6	8	2	Bobinas por día
	Materia prima	56,00	82,00	26,00	%
Capacidad	Real	1 800	1 800	0	Bobinas por mes
	Utilizada	46,30	79,00	32,70	%
	Ociosa	54,19	21,00	-33,19	%
Nivel de servicio		49,43	93,00	43,57	%

Fuente: Polybags Perú S. R. L.

Al haber realizado los cálculos e identificado las mejoras de los indicadores propuestos, se puede calcular el incremento de la efectividad económica, como se muestra a continuación:

$$\text{Incremento productividad maquinaria} = \frac{8 - 6}{6} \times 100 = 33,00\%$$

$$\text{Incremento productividad materia prima} = \frac{82,00 - 56,00}{56,00} \times 100 = 46,00\%$$

$$\text{Incremento en eficiencia económica} = \frac{\frac{S/. 2,04}{kg} - \frac{S/. 1,40}{kg}}{\frac{S/. 1,40}{kg}} \times 100 = 45,00\%$$

Al realizar los cálculos respectivos, se obtiene un incremento de 45,00 %, obtenidos de la eficiencia actual que es S/ 1,40 /kg y la eficiencia propuesta que es S/ 2,04 /kg, como se observa en el Cuadro 24. Esta productividad refleja el incremento de S/ 0,33/kg vendido.

Con respecto a la productividad de maquinaria, solo se está utilizando un 46,30 % del total de la capacidad, cifra que se encuentra por debajo del 50,00% de la capacidad de maquinaria.

Al aplicar la mejora propuesta, la capacidad utilizada incrementará en un 33,00%, llegando a un total de capacidad utilizada de 79,30%.

4.5. Análisis económico financiero

4.5.1. Costos por materia prima

Se consideró el incremento de materia prima en relación con la diferencia entre la nueva producción y la producción actual anual.

Tabla 49: Costo de materia prima adicional anual en soles

Ítem	Cantidad (kg)	Costo (soles/kg)	Costo total mensual (soles)	Costo total anual (soles)
Polietileno	421 750,00	S/ 6,80	S/ 2 867 900,00	S/ 34 414 800,00
Aditivos	301 250,00	S/ 5,10	S/ 1 536 375,00	S/ 18 436 500,00
Totales	723 000,00		S/ 4 404 275,00	S/ 52 851 300,00

Elaboración propia.

Según la Tabla 49, para el presente proyecto se va a requerir una inversión de S/. 52 851 300,00 soles, correspondientes a materia prima e insumos al año.

4.5.2. Costos por infraestructura

Se tomó en cuenta el costo del traslado de máquinas para la realización de la nueva distribución de planta. Como se observa en el Cuadro 25, solo se realizará un traslado, por lo tanto, el precio es único.

Cuadro 25: Costo del traslado de máquinas en soles anual

Ítem	Cantidad	Precio	Total
Traslado máquinas	1	S/. 50 000,00	S/. 50 000,00

Elaboración propia.

Por lo tanto, de realizarse por ejecutada las mejoras de la línea de extrusión de bobinas de polietileno en la empresa Polybags Perú S. R. L., se deberá de realizar una inversión de S/ 50 000,00.

Importe que será recuperado por la empresa en el año 3 de la inversión realizada, conforme muestra el análisis económico financiero.

4.5.3. Costos por mano de obra

Se consideró, en base a la formación de estaciones de trabajo y a la nueva distribución de 4 operarios adicionales. El incremento del sueldo se muestra en la tabla 50.

Tabla 50: Incremento del sueldo en mano de obra en soles anual

Ítem	Área	Cantidad	Sueldo (soles)	Total mensual (soles)	Total anual (soles)
1	Operarios	1	S/ 930,00	S/ 930,00	S/ 11 160,00
2	Operario de almacén	2	S/ 1 250,00	S/ 2 500,00	S/ 30 000,00
3	Operario de mezclado	3	S/ 1 250,00	S/ 3 750,00	S/ 45 000,00
4	Operarios de extrusión	7	S/ 1 250,00	S/ 8 750,00	S/ 105 000,00
5	Operarios de paleteo	4	S/ 1 250,00	S/ 5 000,00	S/ 60 000,00
6	Operarios de sellado	4	S/ 1 250,00	S/ 5 000,00	S/ 60 000,00
7	Operario de pesado	1	S/ 1 250,00	S/ 1 250,00	S/ 15 000,00
8	Mantenimiento	2	S/ 1 500,00	S/ 3 000,00	S/ 36 000,00
9	Seguridad	2	S/ 1 500,00	S/ 3 000,00	S/ 36 000,00
10	Sup. Producción	2	S/ 1 700,00	S/ 3 400,00	S/ 40 800,00
11	Insp. De calidad	3	S/ 1 700,00	S/ 5 100,00	S/ 61 200,00
12	Comercial	4	S/ 1 700,00	S/ 6 800,00	S/ 81 600,00
13	Contabilidad	6	S/ 1 700,00	S/ 10 200,00	S/ 122 400,00
14	Supervisor general	1	S/ 3 500,00	S/ 3 500,00	S/ 42 000,00
15	Administrador	1	S/ 4 500,00	S/ 4 500,00	S/ 54 000,00
16	Gerente general	1	S/ 7 500,00	S/ 7 500,00	S/ 90 000,00
Total		44		S/ 74 180,00	S/ 890 160,00

Elaboración propia.

En la Tabla 49, se refleja el aumento de sueldo a los operarios por horas extras realizadas después de sus 8 horas de trabajo laboradas según Decreto Legislativo N° 854, ley de jornada de trabajo, horario y trabajo de sobretiempo del Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo.

4.5.4. Flujo de caja costo - beneficio

Se determinó el flujo de caja para los próximos cuatro años. Se consideró una inversión inicial de S/ 50 000,00, la cual se estima que será recuperada en el año 03, debido a que el flujo acumulado es S/. 1 397 920,00. A ser un flujo positivo, representa que la empresa empezará a generar ingresos, tal como se muestra en la Tabla 51.

Tabla 51: Flujo de caja

Detalle	Año 0	Año 01	Año 02	Año 03	Año 04
Incremento producción (unid)		13680	13680	13680	13680
Ingresos (S/.)		S/ 103 420 800,00	S/ 110 961 900,00	S/ 110 961 900,00	S/ 110 961 900,00
Inversión total	S/ 50 000,00				
Materia prima		S/ 52 851 300,00	S/ 52 851 300,00	S/ 52 851 300,00	S/ 52 851 300,00
Otros gastos		S/ 51 710 400,00	S/ 55 480 950,00	S/ 55 480 950,00	S/ 55 480 950,00
Mano de Obra		S/ 890 160,00	S/ 890 160,00	S/ 890 160,00	S/ 890 160,00
Flujo de caja	-S/ 50 000,00	-S/ 2 031 060,00	S/ 1 739 490,00	S/ 1 739 490,00	S/ 1 739 490,00
Flujo acumulado	-S/ 50 000,00	-S/ 2 081 060,00	-S/ 341 570,00	S/ 1 397 920,00	S/ 3 137 410,00

Elaboración propia.

Se considera una inversión total de S/. 50 000,00 para la nueva distribución de planta, para ello, se debe de calcular también los costos y gastos involucrados. Los ingresos, se calculan considerando las unidades producidas por el peso de 500,00 kg de cada bobina, por el precio en U\$\$ 5,15 dólares y el precio S/. 3,15 soles, y como materia prima es considerada el polietileno y sus aditivos por un total de doce meses, la mano de obra se considera el sueldo mensual por doce meses.

4.5.5. Tasa mínima aceptable de rendimiento

Éste indicador demuestra la cantidad mínima de riesgo que afronta la empresa al ejecutar el presente proyecto, con una inversión de S/. 50 000,00, financiado 50,00% por la empresa y 50,00% por una entidad bancaria. La tasa estimada es del 2,19%, tasa de inflación con la que cerró Perú el año 2018, reportado por el BCRP.

A continuación se realizan los cálculos para hallar la TMAR y % de aporte:

$$TMAR \text{ inversión propia} = i + f + if$$

$$TMAR \text{ inversión propia} = 2,19\% + 15,00\% + (2,19\% * 15,00\%)$$

$$TMAR \text{ inversión propia} = 17,52\%$$

Donde la TMAR inversión propia es de 17,52%.

$$TMAR \text{ inversión financiada} = 20,00\%$$

Donde la TMAR inversión financiada es de 20,00%.

$$\% \text{ de aporte inversión propia} = \frac{\text{inversión propia}}{\text{inversión total}} \times 100$$

$$\% \text{ de aporte inversión propia} = \frac{S/. 25 000,00}{S/. 50 000,00} \times 100$$

$$\% \text{ de aporte inversión propia} = 50,00\%$$

Donde el % de aporte de inversión propia es 50,00%.

$$\% \text{ de aporte inversión financiada} = \frac{\text{inversión propia}}{\text{inversión total}} \times 100$$

$$\% \text{ de aporte inversión financiada} = \frac{S/. 25 000,00}{S/. 50 000,00} \times 100$$

$$\% \text{ de aporte inversión financiada} = 50,00\%$$

Donde el % de aporte de inversión financiada es 50,00%.

Obteniendo la TMAR inversión propia, la TMAR financiada y el % de aporte, se puede calcular el ponderado por tipo de inversión, como se muestra a continuación:

$$\text{Ponderado inv. propia} = \text{TMAR inv. propia} \times \% \text{ de aporte inv. propia}$$

$$\text{Ponderado inv. propia} = 17,52\% \times 50,00\%$$

$$\text{Ponderado inv. propia} = \mathbf{8,76\%}$$

Dónde el ponderado de inversión propia es de 8,76%.

$$\text{Ponderado inv. financiada} = \text{TMAR inv. financiada} \times \% \text{ de aporte inv. financiada}$$

$$\text{Ponderado inv. financiada} = 20,00\% \times 50,00\%$$

$$\text{Ponderado inv. financiada} = \mathbf{10,00\%}$$

Dónde el ponderado de inversión financiada es de 10,00%.

Realizados los cálculos de las TMAR y ponderados propios y financiados respectivamente, se calcula el TMAR global.

$$\text{TMAR global} = i \text{ propia} + i \text{ financiada}$$

$$\text{TMAR Global} = 8,76\% + 10,00\%$$

$$\text{TMAR Global} = \mathbf{18,76\%}$$

Los cálculos realizados se muestran en la tabla 52.

Tabla 52: Análisis de la tasa mínima aceptada de rendimiento

	Tasa de inflación	Ganancia	TMAR
Inversión propia	2,19%	15,00%	17,52%
Inversión financiada		20,00%	20,00%
	TMAR	% de aporte	Ponderado
Inversión propia	17,52%	50,00%	8,76%
Inversión financiada	20,00%	50,00%	10,00%
TMAR GLOBAL			18,76%

Realizados todos los cálculos mostrados en la tabla 51, se observa la TMAR inversión propia con un total de 17,52% y la TMAR global de 18,76%; este resultado refleja que la TMAR global es superior a la TMAR de la inversión propia asumida por la empresa. Lo cual indica lo mínimo que se puede llegar a adquirir en la ejecución del proyecto.

El criterio para aceptar o rechazar el proyecto se basa en la comparación de los resultados obtenidos del TIR, TMAR, VAN y C/B, los cuales se muestran en el cuadro 26:

Cuadro 26: Indicadores de rentabilidad

TIR	63,49%
TMAR	18,76%
VAN	S/ 3 137 410,00
B/C	S/ 1,01

Elaboración propia.

Realizados los cálculos se obtiene un TIR de 63,49% es mayor al TMAR de 18,76%, lo cual indica que los fondos obtenidos son mayores al importe invertido para el proyecto, entonces está claro que la inversión es rentable en un 4,95 %.

Por otro lado el VAN resulta en S/. 3 137 410,00 y el beneficio costo en S/. 1,01, esto quiere decir que el proyecto es rentable al resultar un valor positivo, dado que por cada 1 kg producido invertida, tendrá una ganancia de 0,01, en consecuencia este proyecto resulta atractivo.

V. **Discusión**

El objetivo que buscamos en la aplicación de estos métodos de investigación, es ayudar en la eficiencia, eficacia y efectividad del proceso productivo de bobinas de polietileno, con la finalidad de incrementar la productividad.

El centro de discusión vamos a considerarlo en base a los aspectos más relevantes extraídos de los resultados favorables que se obtuvieron al momento de aplicar estas metodologías en algunas empresas como las citadas a continuación:

Considerando los resultados expuestos por Paz [3], en su informe de investigación denominado **“Propuesta de mejora del proceso productivo de la panadería el progreso E.I.R.L. para el incremento de la producción”**, propone la aplicación de la metodología SLP reflejando como resultados el aumento de la capacidad utilizada en 83,78%, la reducción de la capacidad ociosa en 78,00%, un VAN de S/. 60 202,47 y una TIR de 52,20%.

De igual manera Diaz [4], en su informe denominado **“Propuesta de mejora en la etapa de congelación de la Empresa de Hielo Limarice S.A. para reducir pérdidas Económicas”**, propone utilizar la metodología Westinghouse, para estandarizar tiempos productivos, obteniendo como ganancias de S/. 367 724,00 mensuales, un VAN de S/. 6 823 919,09 y TIR de 81,00%.

Por consiguiente Eneque [5], en su investigación denominada **“Rediseño de una planta industrial para cubrir la demanda de contenedores flexibles”**, propuso la aplicación de la metodología SLP, para realizar un nuevo rediseño de capacidad de planta, obteniendo como resultado, un aumento en la capacidad de planta de 3 220 a 12 000 unidades, llegando a un 50% como soporte de productividad, un VAN de S/ 35 350,00, un TIR de 30% y un C/B de 1,81.

Tomando en consideración que Carpio – Tirado [6], en su proyecto de investigación que se titula: **“Propuesta de redistribución de planta para una empresa de Confección Textil”**, considera aplicar la metodología SLP, donde determinó la distribución más adecuada

logrando elevar la capacidad de planta en 73,40% y 94,10% para las áreas de confección familias A y E. así mismo, se determinó un VAN de S/. 365 761,30, y un TIR de 204,65%.

Hay que tener en cuenta que Sánchez [7], en su investigación titulada **“Rediseño de Distribución en Planta para reducir el costo de movimiento de materiales en la empresa de calzado “Paola Della Flores”**”, se basaron en la aplicación del Método Güerchet, así como también la metodología SLP, reduciendo distancias en los procesos productivos, aumentando la utilización de su planta a 71%.

Contando con que Rivera [8], en su investigación denominada **“Propuesta de diseño de planta de la empresa Dulcemanía Gourmet para aumentar la capacidad instalada”**, aplicó un estudio de tiempos con la finalidad de realizar una nueva distribución de planta, aumentando su utilización de planta en un 300 %, llegando producir de 200 a 800 alfajores diarios. Obteniendo una ganancia de S/. 14,821.33 soles.

Considerando que Martínez [9], en su informe de investigación titulado: **“Aplicación de simulación y SLP en la empresa “La vieja Molienda de Santa Maty”**”, tiene como objetivo aplicar la metodología Systematic Layout Planning (SLP), logrando incrementar la producción diaria en un 57%. Obteniendo como resultados un VAN de S/. 11 529 872,40 y un TIR de 601%.

Alpala, et al [11], en su investigación **“Methodology for the design and simulation of industrial facilities and production systems based on a modular approach in an "industry 4.0" context”**, propone la aplicación de la metodología SLP y la estandarización de tiempos se logra incrementar la producción en un 33%, pasando de producir 32 a 38 bobinas por día, de esta manera, su nivel de servicio incrementa a 79,71%.

Tomando en consideración los resultados obtenidos en las diferentes empresas en estudio, llegamos a determinar que mediante la aplicación de las metodologías de ingeniería como son la aplicación de la metodología systematic Layout planning (SLP) y la estandarización de tiempos, se llega a mejorar los indicadores de productividad, reflejada en un TIR del 63,49%, un TMAR de 18,76%, un VAN de S/. 3 137 410,00 y un costo beneficio de S/. 1,01 soles.

VI. Conclusiones

- ✓ La empresa Polybags Perú S. R. L. es una empresa peruana especializada en la elaboración de bobinas de polietileno de alta y baja densidad. Tiene un nivel de servicio del 49% debido a que no cumple con toda la demanda requerida y generó un total de ingresos no percibidos de S/. 21 511 550 en lo que va del año 2019. La utilización en función a su capacidad diseñada es de 40,80 % y las actividades que no general valor son del 25%.
- ✓ Se determinó que la mejor herramienta a aplicar para la elaboración de la propuesta de mejora es la metodología SLP y el trabajo estandarizado. Para ello, se realizó la nueva distribución de planta, se estandarizó los tiempos de cada operación y se realizó un balance de los puestos de trabajo considerando la carga de trabajo de cada operario.
- ✓ Mediante la aplicación de la metodología SLP y la estandarización de tiempos se logra incrementar la producción en un 33%, pasando de producir 32 a 38 bobinas por día, de esta manera, su nivel de servicio incrementa a 79,71%.
- ✓ La información propuesta es viable y solo estaría en manos de los representantes la aceptación para su ejecución inmediata.
- ✓ En la evaluación del análisis costo beneficio se determinó que la propuesta es factible, teniendo una TIR del 63,49%, un TMAR de 18,76%, un VAN de S/. 3 137 410,00 y un costo beneficio de S/. 1,01 soles.

VII. Recomendaciones

- ✓ Se recomienda para futuras investigaciones evaluar la pre factibilidad del desarrollo de una línea eco amigable debido a la tendencia actual y los nuevos hábitos del consumidor.
- ✓ Se recomienda realizar planes de capacitación y especialización a los operarios de extrusión sobre máquinas extrusoras y materiales que intervienen en el proceso productivo.
- ✓ Se recomienda realizar incentivos laborales económicos como bonificaciones por productividad, seguros médicos, etc.
- ✓ Se recomienda realizar incentivos laborales no económicos como son el reconocimiento de logros, otorgar facilidades en la toma de vacaciones, promover ascensos, etc.
- ✓ Se recomienda implementar sistemas de seguridad tanto mecánicos como ergonómicos como son temperatura, luz, ruido y posturas con el fin de evitar la fatiga operativa.

VIII. Referencias

- [1] I. R. Collantes Díaz, M. P. Leyva Sánchez, J. P. Mejía Salvatierra y D. R. Ruíz Muro, «Planeamiento estratégico de la industria peruana del plástico,» PUCP, 17 07 2017. [En línea]. Available: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/9037>.
- [2] D. D. Barboza Elera y D. Rimapa Llanos, «Proyecto de Pre-Factibilidad de instalación de una Planta de Producción Polietileno a Partir de Etileno,» Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, 03/01/2018.
- [3] K. d. M. Paz Huamán, «Propuesta de mejora del proceso productivo de la panadería el progreso E.I.R.L. para el incremento de la producción,» Chiclayo, 2016.
- [4] A. A. DÍAZ OÑA, «PROPUESTA DE MEJORA EN LA ETAPA DE CONGELACIÓN DE LA EMPRESA DE HIELO LIMARICE S.A. PARA REDUCIR PÉRDIDAS ECONÓMICAS,» Chiclayo, 2018.
- [5] J. J. J. Eneque Morales, «REDISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA CUBRIR LA DEMANDA DE CONTENEDORES FLEXIBLES,» Chiclayo, 2019.
- [6] L. A. Carpio - Tirado Lazo, «Propuesta de redistribución de planta para una empresa de confección textil,» Arequipa, 2016.
- [7] M. R. Sánchez Abanto y M. F. Soberón Rivera, «Rediseño de distribución de planta para reducir el costo de movimiento de materiales en la empresa de calzado "Paola Della Flores",» Trujillo, 2017.
- [8] J. P. Rivera, «Propuesta de diseño de planta de la empresa Dulcemanía Gourmet para aumentar la capacidad instalada,» Cali - Colombia, 2017.
- [9] A. Martínez Martínez, T. Lozada Trujillo, L. C. Flores Ávila y C. G. Moras Sánchez, «APLICACIÓN DE SIMULACIÓN Y SLP EN LA EMPRESA "LA VIEJA MOLIENDA DE SANTA MATY" PARA MEJORAR LA DISTRIBUCIÓN DE SUS COMPONENTES Y EL USO DE LOS ESPACIOS,» *Revista de la Ingeniería Industrial*, p. 50, 2012.
- [10] P. Martínez Sánchez, N. Rodríguez Gordillo y N. Chaves Gómez, «Propuesta para la reducción de los tiempos improductivos en Dugotex S.A.,» *Revista Lasallista*, 2014.
- [11] L. O. Alpala, M. d. M. Eva Alemany, D. H. Peluddo Ordoñez, F. Boloños, A. M. Rosero y J. C. Torres, «Methodology for the design and simulation of industrial facilities and production systems based on a modular approach in an "industry 4.0" context,» *Industria*

4.0, vol. 85, nº 207, 2018.

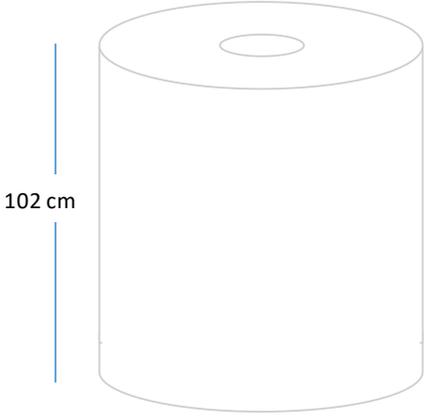
- [12] G. M. Corradine Mora, «Fomento a la actividad productiva artesanal del departamento de Cundinamarca,» Colombia, 2014.
- [13] J. Cervera, La Transición a las nuevas ISO 9000:2000 y su implantación, Madrid, 2001.
- [14] A. A. García, Conceptos de Organización Industrial, Barcelona, 1998.
- [15] L. Cuatrecasas, Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible, Barcelona, 2009.
- [16] J. Heizer y B. Render, Dirección de la producción y operaciones: Decisiones estratégicas, Barcelona: UOC, 2015.
- [17] G. Baca U, M. Cruz V, I. M. A. Cristóbal V, G. Baca C, J. C. Gutiérrez M, A. A. Pacheco E, Á. E. Rivera G, I. A. Rivera G y M. G. Obregón S, Introducción a la Ingeniería Industrial, Colonia San Juan Tlihuaca, 2014.
- [18] G. Hernández Mangonez, Diccionario de Economía, Medellín, 2006.
- [19] T. Ohno, El Sistema de Producción Toyota: Más allá de la producción en gran escala, Barcelona, 2000.
- [20] L. F. Ramos del Valle, Extrusión de plásticos: Principios Básicos, México, 2012.
- [21] A. d. R. Heredia Espinoza, «Reducción de mermas en la producción de sacos de polipropileno para la mejora de la productividad en la empresa El Águila S. R. L.,» 2016.
- [22] R. García Criollo, «Estudio del Trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo».
- [23] G. Baca U, M. Cruz V, I. M. A. Cristóbal V, G. Baca C., J. C. Gutiérrez M, A. A. Pacheco E, Á. E. Rivera G, I. A. Rivera G y M. G. Obregón S, Introducción a la Ingeniería Industrial - Segunda Edición, México, 2014.
- [24] D. De la Fuente García y I. Fernández Quesada, Distribución en Planta.
- [25] R. C. VAUGHN, Introducción a la Ingeniería Industrial - Segunda edición, México.
- [26] R. Muther, Distribución en Planta.
- [27] M. Casals, N. Forcada y X. Roca, Diseño de Complejos Industriales. Fundamentos, Barcelona, 2012.
- [28] E. A. Fuentes y A. F. Rojas, «Estandarización de Operaciones en el Servicio Postventa de una Empresa Automotriz para la Marca Principal,» *Información Tecnológica*, pp. Vol. 29(4), 189-196 (2018), 2018.
- [29] F. Guzmán Castro, El Estudio Económico Financiero y la Evaluación en Proyecto de la

Industria Química, Colombia.

- [30] C. León, *Evaluación de Inversiones: Un Enfoque privado y social*.
- [31] F. La Rosa, *herramientas de análisis Uveg*.
- [32] L. Cuatrecasas, *Ingeniería de Procesos y de Planta: Ingeniería Lean*, Barcelona, 2017.
- [33] O. S. Pariona, «Distribución de Instalaciones - Cálculos de superficie de distribución (Método de Guerchet),» 2015.
- [34] J. F. Vilar Barrio, F. Gómez Fraile y M. Tejero Monzón, *Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad*, Madrid: Fundación Confemetal, 1997.
- [35] L. O. Alpala, M. d. M. E. Alemany, D. H. Peluffo Ordoñez, F. Bolaños, A. M. Rosero y J. C. Torres, «Methodology for the design and simulation of industrial facilities and production systems based on a modular approach in an "industry 4.0" context,» *Dyna rev.fac.nac.minas*, vol. 85, 2018.
- [36] D. C. D. PAZ, «CONCEPTOS Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN LA INVESTIGACIÓN».

IX. Anexos

Anexo 1: Ficha Técnica de Bobina de Pead 102,00 cm x 127,00 cm x 0,50 mil/pulg

	FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO		Código:	SGC-FT-1635	
			Versión:	0.1	
			Fecha:	10/02/2019	
			Pág.	1 de 1	
CLIENTE	VILLAFRUTA S.A.C.				
PRODUCTO	Bobina Pead 102 cm x 127 cm - Cristal				
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS					
Características	Unidad	Método	Especificaciones		
			Valor Estándar	Tolerancias	
				Mín	Máx.
Gramaje	gr/m2	SGC-P-39	12	11.40	12.60
Ancho	cm	SGC-P-39	102	101.40	102.60
Largo	cm	SGC-P-39	127	126.40	127.60
Espesor	mil/pulga	SGC-P-39	0.5	0.44	0.56
CARACTERÍSTICAS ADICIONALES					
PRESENTACIÓN GRÁFICA			IMPRESIÓN		
			*** NO APLICA ***		
CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS					
Características		Método	Resultado		
Apariencia de la Película		SGS-P-39	Según estándar del producto		
Estándar de Color		SGS-P-39	*** NO APLICA ***		
Diseños y Textos correctos		SGS-P-39	*** NO APLICA ***		
Sentido de Embobinado		SGS-P-39	*** NO APLICA ***		

Anexo 2: Reporte de Extrusión de Bobina Pead 102,00 cm x 127,00 cm



ORDEN DE PRODUCCIÓN
 N° 000124 - 2019
EXTRUSIÓN
 15 de Julio del 2019

TIPO DE ORDEN: INTERNA



02545751

Código:	SGC-FT-1665
Versión:	0.1
Fecha:	10/02/2019
Pág.	1 de 1

Orden de despacho: 00045263

ESTACIÓN: EXTRUSORA 8

CLIENTE:

DATOS GENERALES DEL PRODUCTO TERMINADO	ESPECIFICACIONES DE EXTRUSIÓN
<p>Código: F.A.0.01.1138 Producto: BOBINA PEAD 102 cm X 127 cm</p> <p>Línea: FUNDA Tipo: PEAD Color: CRISTAL</p>	<p>ELABORAR: BOBINA PEAD 102 cm X 127 cm - CRISTAL</p> <p>Ancho burbuja (mm):</p>

Ruta de Proceso: Extrusión

SCRAP PROYECTADO: 833,73 Kg.

TOTAL MATERIA PRIMA: 16 033,00 Kg.

Corte: Fuelle: Tratado:

Observaciones:

MEDIDAS (cm)	Ancho	Largo	Espesor
Probada (Extrusión)	102,00	127,00	0,50

PRESENTACIÓN GRÁFICA			IMPRESIÓN											
FECHA	TURNO	HORA	OPERADOR	NRO. BOBINA	PESO BOBINA (Kg)			SCR	CONTROL DE EXTRUSIÓN					
					BRUTO	TUCO	NETO		MEDIDA	GRAMAJE	ESPESOR	TRATADO		

APROBADO POR

PESO TOTAL BRUTO:

PESO TOTAL NETO:

Fecha de Impresión:

RESPONSABLE DE PLANTA

Anexo 3: Embalaje de Bobinas de Pead 102,00 cm x 127,00 cm x 0,50 mil/pulg**Anexo 4: Tablero de control de temperaturas de máquina extrusora**

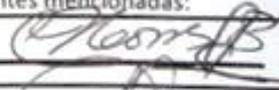
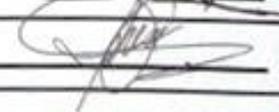
Anexo 5: Tolva de materiales expuesto a interperie



Anexo 6: Filtros de compresión de aire de máquina extrusora



Anexo 7: Recomendaciones de la sustentación del día 10 de diciembre del 2019

 ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL RECOMENDACIONES DEL TRIBUNAL REALIZADAS EN LA SUSTENTACIÓN DE LA ASIGNATURA DE SEMINARIO DE TESIS II	
Fecha:	10-DICIEMBRE-19
Estudiante	Fernández Mejía Manuel Florentino
Título de Tesis: Considerar antecedentes de Investigación más ligados a productividad por CAPACIDAD. Incluir como caso la nueva distribución de planta.	
El informe de tesis fue aprobado, sin embargo los miembros de jurado firman y escriben de puño y letra sus nombres y apellidos en conformidad con las recomendaciones antes mencionadas:	
Presidente:	Juan Torres Bonavides 
Secretario:	Monella Vidarte Laja 
Asesor:	
INDICACIONES: * La Coordinación de Tesis, a través de los estudiantes, entregará este formato a los miembros del jurado el día de la sustentación del informe de tesis en la asignatura de Seminario de tesis II * El estudiante debe guardar una copia de este documento hasta el término de la investigación que cierra con la titulación * El Coordinador de Tesis debe archivar una copia de este documento hasta el término de la investigación que cierra con la Titulación. * Se implementará a partir de la fecha con todos los trabajo de tesis en actual Revisión	