



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tema:

**MANUFACTURA ESBELTA EN EL PROCESO DE EXTRUSIÓN DE
ALIMENTOS PARA MASCOTAS DE LA EMPRESA BIOALIMENTAR CÍA.
LTDA.**

Trabajo de Integración Curricular Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado
previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

ÁREA: Producción y operaciones

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, materiales y producción

AUTOR: Bryan Gonzalo Andaluz Cunalata

TUTOR: Ing. José Luis Gavidia García, Mg.

Ambato - Ecuador

marzo – 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del Trabajo de Integración Curricular con el tema: MANUFACTURA ESBELTA EN EL PROCESO DE EXTRUSIÓN DE ALIMENTOS PARA MASCOTAS DE LA EMPRESA BIOALIMENTAR CÍA. LTDA., desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Bryan Gonzalo Andaluz Cunalata, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 de la segundas reformas al Reglamento para la ejecución de la Unidad de Integración Curricular y la obtención del título de tercer nivel, de grado en la Universidad Técnica de Ambato y sus reformas y el numeral 7.4 del respectivo instructivo del reglamento.

Ambato, marzo 2023.

Ing. José Luis Gavidia García, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de Integración Curricular titulado: MANUFACTURA ESBELTA EN EL PROCESO DE EXTRUSIÓN DE ALIMENTOS PARA MASCOTAS DE LA EMPRESA BIOALIMENTAR CÍA. LTDA. es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, marzo 2023.



Bryan Gonzalo Andaluz Cunalata

C.C. 1850027168

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Integración Curricular como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Integración Curricular en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, marzo 2023.



Bryan Gonzalo Andaluz Cunalata

C.C. 1850027168

AUTOR

APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Integración Curricular presentado por el señor Bryan Gonzalo Andaluz Cunalata, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado MANUFACTURA ESBELTA EN EL PROCESO DE EXTRUSIÓN DE ALIMENTOS PARA MASCOTAS DE LA EMPRESA BIOALIMENTAR CÍA. LTDA., nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 de las segundas reformas al Reglamento para la ejecución de la Unidad de Integración Curricular y la obtención del título de tercer nivel, de grado en la Universidad Técnica de Ambato y sus reformas y al numeral 7.6 del respectivo instructivo del reglamento. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, marzo 2023.

Ing. Pilar Urrutia, Mg.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Franklin Tigre Ortega, Mg.

PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Israel Naranjo Chiriboga, Mg.

PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a todas las personas que han formado parte de mi vida estudiantil, tanto a mis amigos, profesores y especialmente a mis padres por darme el apoyo y aliento necesario para continuar luchando por mis sueños, brindándome fuerza en todo momento para no desistir jamás.

Bryan Gonzalo Andaluz Cunalata

AGRADECIMIENTO

A mis padres por darme el apoyo necesario en los momentos correctos, enseñarme que rendirse no es una opción y que todo esfuerzo trae consigo una gran recompensa.

A mis hermanos por estar siempre pendientes de mi proceso y acompañarme en todo momento en mi vida.

A mis familiares que siempre se han visto interesados en mi proceso estudiantil a lo largo de mi carrera.

A todos mis amigos, los del barrio, escuela, colegio y universidad que me han acompañado a lo largo de mi vida, y que siempre han mostrado ser incondicionales, con los que he podido compartir gratas experiencias que siempre llevaré en el corazón.

A todo el personal de Bioalimentar Cía. Ltda. por la apertura y gran acogida, especialmente al Ing. David Córdova por su gran ayuda y recomendaciones al momento de realizar la investigación.

A todos los ingenieros docentes de la facultad que ayudaron a mi formación y educación, y de manera especial a mi tutor Ing. José Gavidia y también a los Ing. Franklin Tigre e Ing. Israel Naranjo por formar parte del desarrollo de este proyecto.

Bryan Gonzalo Andaluz Cunalata

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
TABLA DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
RESUMEN EJECUTIVO	xviii
ABSTRACT.....	xix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO	3
1.1. Tema de investigación.....	3
1.1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Antecedentes investigativos	5
1.3. Fundamentación teórica.....	8
1.3.1 Manufactura esbelta	8
1.3.2 Estudio de tiempos y movimientos	9
1.3.3 Valoración del tiempo de trabajo	11
1.3.4 Capacidad de producción	14
1.3.5 Clasificación ABC	15
1.3.6 Diagramas y herramientas para el estudio de métodos	15
1.3.7 Casa de la manufactura esbelta	17
1.3.8 Herramientas de diagnóstico	18
1.3.9 Herramientas operativas.....	20
1.3.10 Herramientas de seguimiento.....	24

1.4. Objetivos.....	26
1.4.1. Objetivo general.....	26
1.4.2. Objetivos específicos	26
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA.	27
2.1. Materiales	27
2.2. Métodos	28
2.2.1. Modalidad de la investigación	28
2.2.2. Población y muestra.....	32
2.2.3. Recolección de información	33
2.2.4. Procesamiento y análisis de datos.....	34
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
3.1 Análisis y discusión de los resultados.	36
Historia de la empresa	36
Ubicación de la empresa.....	36
Organigrama estructural de la empresa	37
Productos que ofrece la empresa	39
Proceso productivo de BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.	41
Descripción de la maquinaria usada durante el proceso	50
Producto de más alta demanda en BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.....	52
Estudio de tiempos de la situación actual.....	56
Resumen del tiempo estándar actual.....	74
Capacidad de producción estándar (Cps).....	75
Cuello de botella	76
Manufactura esbelta dentro del proceso de extrusión	77
Mapeo de la cadena de valor (VSM)	77
Análisis del VSM actual	80
Identificación de desperdicios	80
Selección de herramientas de manufactura esbelta de acuerdo con el VSM actual.....	89
Método de factores ponderados	94
Metodologías aplicadas para la eliminación de demoras	97
Metodología SMED.....	97
Metodologías aplicadas para la eliminación de defectos	122
Metodología Jidoka.....	122
Metodología TPM.....	141

Metodologías aplicadas para la eliminación de procesamientos incorrectos	162
Metodología 5'S	162
VSM propuesto.....	192
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	195
4.1. Conclusiones.....	195
4.2. Recomendaciones	197
Referencias Bibliográficas.....	198
Anexos.....	202
ANEXO 1: Selección de documentación mediante metodología PRISMA	202
ANEXO 2: Selección de documentación mediante metodología PRISMA	206
ANEXO 3: Estudio de tiempos y movimiento	207
ANEXO 4: Distribución de planta de la línea de extrusión.....	219

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Simbología de cursograma.....	10
Tabla 2. Tabla de General Electric.....	11
Tabla 3. Escala de valoración del trabajo.....	12
Tabla 4. Suplementos de la OIT.....	13
Tabla 5. Símbolos de los diagramas de flujo	16
Tabla 6. Simbología de VSM.....	19
Tabla 7. Descripción del uso de ANDON.....	23
Tabla 8. Rangos calificativos de OEE.....	26
Tabla 9. Materiales utilizados en el desarrollo del proyecto.....	27
Tabla 10. Establecimiento de las preguntas sobre investigación	29
Tabla 11. Criterios de inclusión y exclusión	30
Tabla 12. Población de la empresa.....	32
Tabla 13. Productos ofrecidos por BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.....	39
Tabla 14. Actividades frecuentes por pisos.....	41
Tabla 15. Tabulaciones de diagrama ABC.....	53
Tabla 16. Productos determinados mediante ABC	53
Tabla 17. Productos de categoría A en línea de extrusión	55
Tabla 18. Actividades del área de dosificado.....	56
Tabla 19. Actividades del área de extrusión	57
Tabla 20. Uniformes de personal de planta.....	62
Tabla 21. Cursograma sinóptico para dosificado de Mambo Adulto 30kg.....	63
Tabla 22. Cursograma sinóptico de extrusión de Mambo Adulto 30kg	64
Tabla 23. Resumen de cursograma	67
Tabla 24. Número de observaciones de las operaciones.....	68
Tabla 25. Clasificación de actividades en área de dosificado	69
Tabla 26. Clasificación de actividades en área de extrusión.....	70
Tabla 27. Suplementos de dosificado.....	72
Tabla 28. Estudio de tiempos de dosificado.....	73
Tabla 29. Resumen del tiempo actual	74
Tabla 30. Capacidad de tiempo y producción de línea Mambo Adulto 30 kg.....	76
Tabla 31. Situación actual	78
Tabla 32. Identificación de desperdicios por operaciones	87

Tabla 33. Asignación de herramientas	91
Tabla 34. Matriz de enfrentamiento de los factores	95
Tabla 35. Matriz de factores ponderados para demoras.....	95
Tabla 36. Matriz de factores ponderados para defectos	96
Tabla 37. Matriz de factores ponderados para procesamientos incorrectos.....	97
Tabla 38. Identificación de actividades internas y externas.....	98
Tabla 39. Transformación de operaciones internas en externas.....	100
Tabla 40. Reducción de las operaciones internas en externas 1.....	105
Tabla 41. Reducción de las operaciones internas en externas 2.....	106
Tabla 42. Reducción de las operaciones internas en externas 3.....	106
Tabla 43. Reducción de las operaciones internas en externas 4.....	106
Tabla 44. Reducción de las operaciones internas en externas 5.....	107
Tabla 45. Reducción de las operaciones internas en externas 6.....	107
Tabla 46. Reducción de las operaciones internas en externas 7.....	107
Tabla 47. Reducción de las operaciones internas en externas 8.....	108
Tabla 48. Reducción de las operaciones internas en externas 9.....	108
Tabla 49. Reducción de las operaciones internas en externas 10.....	108
Tabla 50. Reducción de las operaciones internas en externas 11.....	109
Tabla 51. Reducción de las operaciones internas en externas 12.....	109
Tabla 52. Reducción de las operaciones internas en externas 13.....	109
Tabla 53. Reducción de las operaciones internas en externas 14.....	110
Tabla 54. Reducción de las operaciones internas en externas 15.....	110
Tabla 55. Reducción de las operaciones internas en externas 16.....	110
Tabla 56. Reducción de las operaciones internas en externas 17.....	111
Tabla 57. Reducción de las operaciones internas en externas 18.....	111
Tabla 58. Reducción de las operaciones internas en externas 19.....	111
Tabla 59. Reducción de las operaciones internas en externas 20.....	112
Tabla 60. Reducción de las operaciones internas en externas 21.....	112
Tabla 61. Diagramas de reducción de tiempos-dosificado	113
Tabla 62. Diagramas de reducción de tiempos-extrusión	113
Tabla 63. Diagramas de reducción de tiempos-secado	114
Tabla 64. Diagramas de reducción de tiempos-mezclado.....	114
Tabla 65. Diagramas de reducción de tiempos-clasificado.....	115

Tabla 66. Diagramas de reducción de tiempos-embolsado.....	115
Tabla 67. Propuesta SMED para reducción de tiempos de operación	116
Tabla 68. Indicadores para seguimiento de SMED.....	121
Tabla 69. Presupuesto de aplicación de SMED	122
Tabla 70. Posibles anomalías en BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.	123
Tabla 71. Anomalías en dosificado.....	124
Tabla 72. Anomalías en extrusión.....	124
Tabla 73. Anomalías en secado.....	125
Tabla 74. Anomalías en embolsado	125
Tabla 75. Registro de fallas-dosificado.....	126
Tabla 76. Registro de fallas-extrusión.....	126
Tabla 77. Registro de fallas-secado.....	127
Tabla 78. Registro de fallas-embolsado	127
Tabla 79. ABC de anomalías.....	128
Tabla 80. Resumen ABC de anomalías.....	128
Tabla 81. Análisis 5 ¿por qué? de falla de formulación.....	130
Tabla 82. Análisis 5 ¿por qué? de contaminación por suciedad	131
Tabla 83. Análisis 5 ¿por qué? de materias primas deficientes	133
Tabla 84. Análisis 5 ¿por qué? de mal llenado de bolsas.....	134
Tabla 85. Propuesta de alertas ANDON en máquinas	135
Tabla 86. Instalación de alarmas Andon	137
Tabla 87. Indicador FTT	138
Tabla 88. Registro de defectos	139
Tabla 89. Plan de acción para evitar fallas.....	140
Tabla 90. Presupuesto de aplicación de JIDOKA	141
Tabla 91. Paros menores en máquinas principales.....	142
Tabla 92. Defectos en máquinas principales	142
Tabla 93. Tiempos muertos en máquinas principales	143
Tabla 94. Fallos en máquinas principales	143
Tabla 95. Plan de mantenimiento para Mezcladora	148
Tabla 96. Plan de mantenimiento para Extrusora	150
Tabla 97. Plan de mantenimiento para Secadora	152
Tabla 98. Plan de mantenimiento para Embolsadora.....	154

Tabla 99. Plan de mantenimiento preventivo para mezcladora	156
Tabla 100. Plan de mantenimiento preventivo para extrusora	157
Tabla 101. Plan de mantenimiento preventivo para secadora	158
Tabla 102. Plan de mantenimiento preventivo para embolsadora	159
Tabla 103. Registro de mantenimiento de actividades.....	160
Tabla 104. Indicador para sostenibilidad TPM	161
Tabla 105. Cronograma de capacitaciones TPM	161
Tabla 106. Presupuesto de aplicación de TPM	162
Tabla 107. Auditoría de aplicación sobre las 5'S	163
Tabla 108. Resumen de auditoría 5'S	165
Tabla 109. Clasificación de materiales obsoletos en el proceso	169
Tabla 110. Modelo de registro de tarjetas rojas	172
Tabla 111. Criterios para la ubicación de material.....	173
Tabla 112. Propuesta 1 de Seiton	173
Tabla 113. Propuesta 2 de Seiton	174
Tabla 114. Propuesta 3 de Seiton	174
Tabla 115. Propuesta 4 de Seiton	175
Tabla 116. Propuesta 5 de Seiton	176
Tabla 117. Propuesta 6 de Seiton	176
Tabla 118. Propuesta 7 de Seiton	177
Tabla 119. Propuesta 8 de Seiton	178
Tabla 120. Residuos de extrusora	179
Tabla 121. Residuos de dosificado.....	180
Tabla 122. Residuos varios	180
Tabla 123. Tipos de residuos en la zona de extrusión.....	181
Tabla 124. Manual de limpieza para residuos de extrusora	182
Tabla 125. Manual de limpieza para residuos de dosificado	183
Tabla 126. Manual de limpieza para otros residuos.....	184
Tabla 127. Registro de limpieza.....	186
Tabla 128. Registro de cumplimiento de actividades	187
Tabla 129. Registro de cumplimiento de Seiri, Seiton y Seiso	189
Tabla 130. Registro de iseiri	190
Tabla 131. Registro de iseiton.....	190

Tabla 132. Registro de iseiso	191
Tabla 133. Presupuesto de aplicación de 5'S	191
Tabla 134. Propuesta de tiempos y capacidades	192
Tabla 135. Datos para construcción de VSM propuesto	193

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Resumen de mediciones de tiempos	14
Figura 2. Estructura de la casa de la calidad Toyota.....	18
Figura 3. Representación de OEE	25
Figura 4. Diagrama de flujo de metodología PRISMA	31
Figura 5. Diagrama de flujo de metodología PRISMA	32
Figura 6. Vista satelital de Google Maps.....	36
Figura 7. Vista desde capas de Google Maps	37
Figura 8. Organigrama estructural	38
Figura 9. Distribución de planta productiva.....	42
Figura 10. Diagrama de flujo de dosificado.....	44
Figura 11. Esquema de dosificado de ingredientes.....	45
Figura 12. Diagrama de flujo de extrusión	47
Figura 13. Esquema de extrusión de alimento para mascota	48
Figura 14. Diagrama ABC de Alimentos para mascotas	55
Figura 15. Dosificado: Actividades y subactividades.....	58
Figura 16. Extrusión: Actividades y subactividades.....	59
Figura 17. Gráfica comparativa de tiempos de actividades	69
Figura 18. Gráfica resumen del tiempo estándar actual.....	74
Figura 19. Tiempos de ciclo y tiempos muertos en operaciones	76
Figura 20. VSM actual de Mambo Adulto 30 kg.....	79
Figura 21. Tiempo de ciclo vs Takt time	80
Figura 22. Máquina extrusora sin funcionar	82
Figura 23. Falta de limpieza en zonas de producción.....	82
Figura 24. Ishikawa sobre Demoras.....	83
Figura 25. Desperdicios de máquina extrusora.....	84
Figura 26. Elementos mal posicionados	85
Figura 27. Ishikawa de procesos incorrectos	85
Figura 28. Sacos con desperdicios	86
Figura 29. Ishikawa de defectos de producción.....	87
Figura 30. Gráfico de impacto de mudas	88
Figura 31. Relación entre problemas	89
Figura 32. Relación desperdicios y herramientas de manufactura esbelta	90

Figura 33. VSM aplicando herramientas de Manufactura Esbelta	93
Figura 34. Comparación entre operaciones internas y externas con método actual y propuesto.....	105
Figura 35. Tiempo actual vs tiempo propuesto.....	119
Figura 36. Tiempo actual vs tiempo propuesto.....	120
Figura 37. Diagrama ABC de fallas en planta	129
Figura 38. Ishikawa de falla de formulación.....	130
Figura 39. Ishikawa de contaminación por suciedad	132
Figura 40. Ishikawa de materias primas deficientes	133
Figura 41. Ishikawa de mal llenado de bolsas	134
Figura 42. Parámetros de funcionamiento de Andon.....	137
Figura 43. Ciclo PHVA sobre implementación TPM.....	146
Figura 44. Máquina mezcladora.....	147
Figura 45. Máquina extrusora	149
Figura 46. Máquina secadora.....	151
Figura 47. Máquina embolsadora.....	153
Figura 48. Ciclo de las 5'S	163
Figura 49. Gráfica radar de la aplicación de las 5'S.....	166
Figura 50. Propuesta de tarjeta roja de clasificación 5'S.....	170
Figura 51. Ejemplo de tarjeta roja de clasificación 5'S.....	171
Figura 52. Propuesta de aplicación de tarjeta roja 5'S.....	171
Figura 53. Organigrama de comité de 5'S.....	186
Figura 54. Factores para mantener la disciplina	188
Figura 55. Takt Time vs Tiempo propuesto.....	193
Figura 56. VSM propuesto.....	194

RESUMEN EJECUTIVO

La manufactura esbelta permite a las empresas a mantener la calidad de sus productos en una mejora constante gracias a la aplicación de diferentes herramientas que permiten el aumento de la productividad y eficacia tanto de procesos como también de los productos que ofrece, siendo muy importante la aplicación dentro de empresas manufactureras, es así como BIOALIMENTAR CÍA. LTDA. ha considerado la aplicación de propuestas de mejora continua basados en herramientas de manufactura esbelta para reducir tiempos de procesamiento y fallas de producción. Para la presentación de las propuestas de mejora, se realizó el reconocimiento de la situación actual de la empresa mediante un ABC (Diagrama de Pareto) de los productos más vendidos, siendo la marca Mambo Adulto de 30 kg el producto que tiene mayor representación dentro de la línea de extrusión. Se realizó un estudio de tiempos en base a este producto con el fin de determinar los métodos de trabajo para realizar este producto, donde se obtuvo un resultado de 324,44 minutos para elaborar un lote de bolsas de producto mencionado, donde también fue necesario la identificación clara de todos los desperdicios encontrados en el proceso que ayudaron a la construcción del VSM actual. Gracias a esta herramienta, se realizó la propuesta para la eliminación de desperdicios, siendo el uso de SMED para corregir las esperas, Jidoka y TPM para la eliminación de defectos de producción y las 5'S para controlar los procesamientos incorrectos. Finalmente se construyó un VSM mediante las propuestas y aplicaciones teóricas de las herramientas, donde se obtuvo una reducción del tiempo de fabricación de 249,42 minutos, mejorando en un 23,11% y evitando desperdicios que se produzcan. La propuesta permitirá asegurar la reducción de los tiempos que tarde en procesar el producto, asegurar la administración eficaz de recursos y mejorar la calidad de los productos, donde los clientes se encontrarían más satisfechos, consolidando a la empresa como una de las pioneras en el procesamiento de alimento para animales con mayor fiabilidad y eficiencia en el país.

Palabras clave: Manufactura esbelta, mascotas, VSM, SMED, Jidoka, TPM, 5'S.

ABSTRACT

The lean manufacturing allows companies to maintain the quality of their products in a constant improvement, thanks to different tools applied that permit the increase of productivity and efficiency of both, processes and products offered. So, as it is a very important application within manufacturing companies, BIOALIMENTAR CÍA. LTDA. has considered the application of continuous improvement proposals based on lean manufacturing tools to reduce processing times and production failures. For the presentation of the improvement proposals, the current situation of the company was necessary to recognize through an ABC of the most sold products, the brand Mambo Adult of 30 kg was the product that has the highest representation within the extrusion line. A time study was carried out based on this product to determine the work methods to make this product, where a result of 324,44 minutes was obtained to produce a batch of bags of the mentioned product, it was also necessary to identify all the wastes found in the process that helped to build the present VSM. Once this tool was applied, proposals for the elimination of waste were made. Thus, the use of SMED to correct waits, Jidoka and TPM for the elimination of production defects, and the 5'S to control incorrect processing. Finally, a VSM was built based on the proposals and theoretical applications of the tools, where a reduction of 249,42 minutes in manufacturing time was obtained, improving by 23,11 % and avoiding waste. The proposal will ensure the reduction of the time it takes to process the product, furthermore the efficient management of resources and improve the quality of the products, where customers would be more satisfied, consolidating the company as one of the pioneers in the processing of animal feed with greater reliability and efficiency in the country.

Keywords: Lean Manufacturing, VSM, SMED, Jidoka, TPM, 5'S

INTRODUCCIÓN

La búsqueda de mejorar los procesos productivos en las industrias ha crecido a lo largo de los últimos años, con el fin de encontrar la fórmula correcta para eliminar la mayor cantidad de desperdicios. Gracias a varias filosofías de expertos, se ha construido una metodología sobre la mejora continua llamada Manufactura Esbelta, capaz de optimizar procesos y recursos mediante pequeñas diferencias que generan grandes cambios.

Hoy en día las empresas más importantes se han caracterizado por la utilización de esta metodología, adaptando los procesos a la mejora continua y estableciendo medidas drásticas con el fin de eliminar cualquier tipo de desperdicio. Esta técnica es muy importante para aumentar la competitividad de las empresas, incrementando la calidad de los productos e interviene dentro del desarrollo industrial en la zona que se desempeña. Puede llegar a ser un largo proceso de adaptación donde toda la industria necesite un direccionamiento ideal que permita seguir un camino correcto en la implementación de la Manufactura Esbelta, pero que a lo largo del tiempo en que se implemente, los cambios harán la diferencia.

De los principales problemas que se presentan cuando se aplica la metodología es en la identificación de las fuentes de desperdicios en los procesos, que cambian la forma en la que se estaban realizando los procesos, afectando directamente a los trabajadores y al sistema de manufactura que estaban acostumbrados a hacerlo de la forma tradicional. Puede llegar a ser bastante caótico dentro del proceso de adaptación, ya que no solo se trata de cambiar la forma en que se realizaban los procesos, sino también centrar la forma de pensar de los trabajadores para que se adecúen a la nueva metodología de forma rápida.

Existen dentro de esta técnica, herramientas como el VSM (Value Stream Mapping) que ayuda a la identificación rápida de los problemas que se están presentando mediante la elaboración de un mapa de seguimiento del producto a través de toda la empresa, con el fin de conocer dónde se puede llegar a demorar el proceso, o tenga movimientos innecesarios. También contribuye a la implementación de metodologías que ayudan a eliminar los desperdicios como 5'S, Kanban, SMED (Cambio Rápido

del Sistema de Manufactura), TPM (Mantenimiento Productivo Total), entre otras, enfocadas a solucionar los 9 tipos diferentes desperdicios que se pueden encontrar en una empresa (Transporte, Inventario, Movimiento, Esperas, Sobre-Proceso, Sobreproducción, Defectos, Mal uso de competencias, Operadores).

La implementación de la metodología de Manufactura Esbelta conlleva de la evaluación de la situación actual de la empresa mediante la utilización de un diagrama VSM, que se adapta al objetivo de la presente investigación, con el fin de identificar los desperdicios mencionados dentro del proceso de extrusión de alimento para mascotas de la empresa BIOALIMENTAR CÍA. LTDA., que ayuden con la mejora continua del proceso, donde se tenga un constante cambio que proponga una mejora de los procesos, y además siendo mucho más efectivo con el paso de los años.

El presente proyecto de investigación, se desarrolla en cuatro capítulos, el primero, describe la contextualización del problema, la situación inicial de la empresa y conceptos fundamentales que abordan el tema; el segundo, detalla la metodología empleada en el proyecto, la misma que expone los materiales y métodos correspondientes, seguido del tercer capítulo, en el cual se establecen los resultados obtenidos de acuerdo a los objetivos planteados junto con su respectivo análisis y discusión, por último, se presenta en el capítulo cuatro, las conclusiones y recomendaciones propuestas en referencia a la Manufactura Esbelta, producción y mejora de procesos productivos.

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1. Tema de investigación

“MANUFACTURA ESBELTA EN EL PROCESO DE EXTRUSIÓN DE ALIMENTOS PARA MASCOTAS DE LA EMPRESA BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.”

1.1.1. Planteamiento del problema

A nivel mundial las industrias han buscado la forma de estandarizar sus procesos para el mejoramiento continuo y lograr una ventaja competitiva en su mercado, a pesar de ello, confrontan problemas internos y externos que afectan directamente a la producción, generando dificultades a la hora de cumplir con despachos solicitados por clientes. Estas complicaciones suelen generarse debido a una mala gestión por parte de trabajadores, maquinaria, manejo de tiempos, entre otros, que deben ser identificados de forma correcta para así corregirlos [1].

Hoy en día, las empresas han optado por la utilización de herramientas de Manufactura Esbelta como el VSM (Value Stream Mapping) para identificar problemas de desperdicios y posibles soluciones para evitarlos. A pesar de tener este tipo de herramientas, un estudio como estos conlleva de tiempo y dinero para su implementación, pero que son necesarios para mantener la competitividad, aumentar la calidad y continuar mejorando con los procesos. Mediante este tipo de herramientas se puede evitar fallas dentro de producción y así evadir el mal uso de los recursos que hay a disposición [2].

La industria de alimento para mascotas ha mostrado una fuerte competitividad, donde se proyecta una tasa de crecimiento anual compuesto (CAGR) del 4.6% para el periodo de 2022-2027, gracias a que en los últimos años se han generado campañas de adopción de perros y gatos. A pesar de la importancia económica que implica el desarrollo de este mercado, se agradece mucho a las campañas de toma de conciencia sobre el correcto cuidado de los animales, con lo cual ha sido posible lograr que las personas se sientan más involucradas con cuidar a las mascotas que ahora forman parte como un miembro más de las familias, y se ha promovido que tengan una vida más

larga y más saludable que no solo los favorece a ellos, sino a las empresas que se dedican a la producción en masa de alimentos para animales [3].

A nivel de Latinoamérica, el crecimiento de la industria ha sido muy positiva, llegando a superar a Asia y Europa en cuanto al crecimiento, donde se calcula un aumento en el crecimiento entre el 6 y el 8%, y se evidenció que en países como Brasil, México, Chile y Colombia el crecimiento es de 13%. El éxito de la industria de alimentos para mascotas no ha venido solo, ha estado acompañado de la concientización del cuidado de los animales y de las estrategias ideadas por los equipos de mercadotecnia y publicidad de las marcas. Con lo cual se puede recalcar que el crecimiento de esta industria no ha sido tan solo a nivel de mundial, sino que en países latinoamericanos como los ya mencionados también se ha percibido este incremento en ventas [4].

En Ecuador, la industria de alimentos para mascotas ha percibido un aumento de 6%. Debido a la alta demanda de estos productos, las empresas llegan a tener problemas con la estandarización de sus procesos, donde su producción al ser en serie representa una mayor complejidad en cuanto a desperdicios de la materia prima, como también al correcto manejo de los tiempos. Las organizaciones deben buscar la manera de optimizar todos los recursos que sean posibles, pero manteniendo sus estándares de calidad, llegando a representar una tarea compleja de cumplir, pero gracias a la buena planificación, gestión y herramientas, puede lograr para cumplir con la demanda y mantener su competitividad [5].

La investigación se realizará en BIOALIMENTAR CÍA. LTDA. que es una empresa que se encarga del procesamiento y fabricación de alimento para mascotas, ganado y acuicultura, siendo una de las más importantes dentro del sector debido a la calidad de sus productos. Hace pocos años cambió su tipo de sistema productivo, en donde aplicaron la normativa de BPM (Buenas Prácticas de Manufactura) que ayudaron a los sistemas productivos, pero a pesar de ello, se han encontrado problemas con la buena gestión de los recursos, en los que se evidencian desperdicios de materia prima y tiempos que han aumentado por la alta demanda del mercado [5].

La empresa se encuentra en un desarrollo constante pero debido al aumento de la demanda en el sector, ha evidenciado que existen muchos desperdicios sobre la materia prima y tiempos, demorando mucho en el cambio de matriz de manufactura, que

conlleva a que existan tiempos muertos muy extensos provocando que los recursos humanos, materiales y energéticos no sean utilizados de forma correcta, que resulta también en pérdida de dinero. Este tipo de problemas generan producciones excesivas que buscan cumplir con el objetivo de ventas, pero al no lograrlo, sus clientes tienden por ir a otras empresas que puedan cumplir con su demanda, llegando a perder clientes por una falta de control de los procesos.

1.2. Antecedentes investigativos

Es muy importante conocer sobre la capacidad que puede tener la selección de ciertas herramientas para minimizar los costos de producción que pueden existir en un proceso, y cuando se trata de la industria de alimento para mascotas en Ecuador, es de suma necesidad la implementación de técnicas que permitan una mejora constante y continua de los procesos [6] [7].

En la actualidad, las empresas han estado en una lucha constante de adoptar medidas que permitan la reducción de costos mediante técnicas en los procesos para ser más rentable en el mercado, en especial cuando el contexto de la organización se desarrolla en medio de una crisis por la pandemia mundial y recesiones económicas que limitan mucho la inversión en este tipo de herramientas [8] [9].

Los desperdicios pueden representar muchos recursos para una empresa, y pueden estar presentes dentro de procesos en donde se pueda creer que la modificación de estos sea imposible para eliminar desperdicios. Se define a los desperdicios como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios, su objetivo final es el de generar una nueva cultura de la mejora basada en la comunicación y en el trabajo en equipo; para ello es indispensable adaptar el método a cada caso concreto. Con lo que se puede mencionar que la Manufactura Esbelta es una forma en la cual este tipo de desperdicios se pueden identificar, tratar, y eliminar de los procesos de los procesos productivo de las empresas [10] [11] [12].

La manufactura esbelta es una de las metodologías más importantes que se pueden aplicar en una empresa para llegar al mejoramiento continuo de los procesos. La manufactura esbelta es una manera simple de mejorar las operaciones o actividades de cualquier sistema de producción. Esta metodología trata de hacer más con menos y con menos esfuerzo, (menos esfuerzo humano, menos equipamiento, menos tiempo y

menos espacio), es un sistema integrado de principios y métodos, una filosofía de gestión de la empresa que lleva a la perfección de todo el sistema. Por lo tanto, se centra en la forma de eliminar desperdicios, que son actividades que pueden consumir recursos y que no agregan valor al producto final que se le entrega al cliente, es por ello por lo que se considera importante que las empresas se centren en este factor, puesto que ayuda a mejorar la calidad de los productos, pero también a ahorrar recursos [13] [14] [15].

Ahora, es importante conocer las herramientas que posee la Manufactura Esbelta para realizar el reconocimiento de los desperdicios para aplicar metodologías de mejora continua. Una de estas herramientas es llamada VSM (Value Stream Mapping), que sirve para el diagnóstico de los desperdicios ya mencionados, pero también de la identificación de oportunidades de mejora. El VSM consiste en la elaboración de un diagrama con las actividades que aportan a la obtención del producto final que recibe el cliente; esto se realiza desde el enfoque de transformación de materiales y desde el flujo de información. Por lo tanto, este mapa se realiza para identificar cuáles son los elementos que ingresan a la cadena de valor del producto final, en donde puede identificar diferentes desperdicios que no aportan a agregar valor, y que genera pérdidas de tiempo y también económicas [16] [17].

La utilización de una herramienta de diagnóstico muy importante como el VSM ha ayudado a la determinación de los diferentes procesos dentro de una cadena productiva donde pueden ocurrir problemas. Se trata de una rápida identificación de los errores que puede estar cometiendo la empresa, además de la generación de desperdicios. Se destaca la importancia de esta herramienta especialmente en procesos continuos como el de la industria alimenticia, en donde se han demostrado que el seguimiento de herramientas de control y de identificación ayudan a largo plazo para corregir errores, conocer cuellos de botella y estabilizar la capacidad. Existe un caso donde se ha demostrado que dentro de la industria de lácteos ha mejorado gracias a una buena aplicación de la herramienta, aportando con una vista de mejorar procesos y ahorrar recursos [18] [19].

Se han realizado investigaciones aplicando herramientas de manufactura esbelta, produciendo resultados favorecedores. Con tan solo herramientas básicas y de fácil implementación, se han generado grandes cambios. La herramienta de las 5'S se aplicó

dentro de unas empresas de la industria alimenticia durante la pandemia de COVID-19, y se generaron grandes resultados, que más allá de mejorar la productividad, mejoraban la higiene sanitaria del lugar en donde se implementaba, ayudando a que los procesos sean más fáciles de llevar. Lo más importante de este estudio fue la ayuda que se dio durante este periodo de baja productividad para evitar desperdicios dentro de los procesos, y tener un mejor porcentaje de productividad con respecto a la materia prima utilizada para los procesos [20] [21].

Se han dado grandes resultados no tan solo dentro de empresas en específico, sino también en proyectos donde a un conjunto empresarial se ha propuesto trabajar mediante esta metodología, ayudando a dar un aporte para evitar desperdicios y aumentar la productividad de la empresa, dando un enfoque social a que las empresas generen más fuentes de empleo. La aplicación de esta filosofía ha mantenido vigente a empresas a lo largo de los años, y por ello ya no es tan solo una herramienta más, sino una forma de pensar para ayudar no tan solo en lo económico, sino brindar valores a sus empleados sobre responsabilidad, eficacia y eficiencia [22] [23].

Las cadenas de suministros se ven en gran parte favorecidas por la implementación del VSM, y se han encontrado empresas que han logrado mitigar el riesgo operacional durante toda la cadena de suministro. Existe una empresa dedicada al cultivo de aguacate Hass, que debido a su producto y lo rápido que puede llegar a caducar, ven necesaria la aplicación de herramientas de manufactura esbelta para satisfacer la calidad de su producto desde su cultivo hasta la llegada a los clientes. Mediante esta ejemplificación se puede entender de forma rápida que la implementación de las herramientas y sobre todo la filosofía de la Manufactura Esbelta es de gran importancia para tener un cambio inicial para grandes beneficios a posterior [24] [25].

Este tipo de herramientas pueden ser utilizadas dentro de BIOALIMENTAR, pues las empresas ya mencionadas trabajan en un procesamiento alto, con estándares de calidad elevados y también produciendo grandes cantidades del producto que ellos elabora. Dentro del procesamiento de alimentos es necesario reducir el tiempo lo mayor posible, viéndose reflejado en la gran cantidad de productos que se producen. Es por ello por lo que la utilización de técnicas de Manufactura Esbelta será de gran utilidad para diagnosticar los posibles fallos que sucedan en el proceso, como también ayudar a dar soluciones factibles y reducir tiempos como recursos.

1.3. Fundamentación teórica

1.3.1 Manufactura esbelta

El término "manufactura esbelta" se ha utilizado en la industria manufacturera durante más de 30 años. Es un sistema que está diseñado para reducir el desperdicio y mejorar la eficiencia. En el pasado, muchas empresas han utilizado este sistema para ayudarse a ser más eficientes. Sin embargo, más recientemente son más las empresas que se están viendo obligadas a utilizar este sistema debido a la alta competencia que hay en el mercado. Es importante que las empresas utilicen la fabricación ajustada, ya que puede ayudarlas a mejorar sus niveles de servicio al cliente y aumentar sus ganancias [26].

La manufactura esbelta es un enfoque sistemático para el diseño de procesos y productos que tiene como objetivo eliminar todos los desperdicios. El término "esbelto" se deriva de la palabra japonesa para "eficiente". La filosofía "lean" se ha aplicado en varios contextos de fabricación, pero sus orígenes están en la industria automotriz. Las dos primeras décadas del siglo XX fueron una época de grandes cambios tecnológicos, con los automóviles reemplazando a los carruajes tirados por caballos y la producción en masa reemplazando a la artesanía. Este período vio un aumento en la demanda de automóviles, pero también un aumento en los precios debido a la saturación del mercado y los altos costos generales. En respuesta, Henry Ford introdujo la técnica de producción en línea de montaje que redujo drásticamente los costos al producir más automóviles por hora y usar menos mano de obra. [26].

La manufactura esbelta también trata de evitar los desperdicios que se produzca por operaciones y dentro de toda su cadena logística, con lo que es importante el seguimiento de la materia prima, hasta el consumo del cliente cuando llegue el producto a sus manos. Es por ello por lo que también una de las filosofías que más se impone dentro de la manufactura esbelta es obtener cero defectos, para evitar reprocesos, devoluciones o desechar lotes de productos por una mala práctica que se realizó en las operaciones de la empresa [27].







1.3.2 Estudio de tiempos y movimientos

Este tipo de análisis de tiempos y movimientos es una técnica de recolección y levantamiento de información sobre las actividades que se realizan en los procesos industriales, además que sirve de gran aporte cuando se necesita aplicar metodología de Manufactura Esbelta en una empresa. Esto implica un costo fundamental para lograr un trabajo de forma eficiente y eficaz al momento de realizar la toma del tiempo de actividades y recorrido del producto en la empresa. El análisis de tiempo y desplazamiento se enfoca directamente al diagnóstico para la optimización de la productividad y fue usada a partir del siglo XIX. Esta herramienta ayuda a reconocer en qué parte del proceso productivo llega a tardar más, pudiendo ayudar con una mejora sustancial al momento de dar una solución a este tipo de demoras muy prolongadas [28].

Para el procesamiento de tiempos y movimientos se utilizan matrices conocidos como cursogramas, que ayudan a recolectar información sobre los tiempos, metros de desplazamiento, tipo de actividad, y algunas observaciones extra que deben ser tomadas en cuenta por quien realizará el análisis. Los cursogramas ayudan a la identificación de las actividades en cada parte del proceso, para tomar el tiempo que tarda realizar cada uno de estos, como también el desplazamiento de operarios, además que este tipo de actividades las clasifica en cinco tipos diferentes de denominaciones como operación, inspección, transporte, espera y almacenamiento, donde solo la operación puede ser considerada como las actividades que aumentan valor al producto final, y las demás serían actividades complementarias para finalizar con el producto [28].

En la siguiente tabla 1, se presentan los símbolos ya mencionados como una descripción de cuándo se podría utilizar:

Tabla 1. Simbología de cursograma [28]

Símbolo	Nombre	Descripción
	Operación	Indica las principales fases del proceso. Agrega, modifica, montaje, etc.
	Inspección	Verifica la calidad y/o cantidad. En general no agrega valor
	Transporte	Indica el movimiento de materiales. Traslado de un lugar a otro.
	Espera	Indica demora entre dos operaciones o abandono momentáneo
	Almacenamiento	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén
	Combinada	Indica varias actividades simultaneas

Para el estudio de tiempo existen diferentes métodos para el cronometraje de los tiempos de las actividades. El más recomendable para este tipo de estudios es el conocido como cronometraje vuelto a cero, que permite la toma del tiempo de las operaciones cuando empiezan hasta que cada una de estas haya terminado, permitiendo conocer cuál es el tiempo exacto que se ha medido en cada actividad, y sin mezclar para no tener datos erróneos. Si bien es cierto este método puede resultar algo tardío, se puede solucionar haciendo mediciones constantes y mediante un muestreo que ayude a facilitar la toma de tiempos [29].

Es necesario conocer la cantidad de veces que será necesario aplicar la toma de tiempos, por lo que será preciso de la utilización de la tabla de estimación del número de observaciones generado por la empresa General Electric, siendo la que se muestra en la tabla 2:

Tabla 2. Tabla de General Electric [30]

Tiempo de Ciclo (minutos)	Número de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
Más de 40.00	3

Con la misma, será posible determinar mediante el tiempo de ciclo, el número de muestras para el proceso a medir.

1.3.3 Valoración del tiempo de trabajo

Valoración del ritmo de trabajo

El ritmo de trabajo utiliza se utiliza con el fin de percibir el flujo normal de un trabajo o de un operador. Se basa en el ritmo observado en el que un operador trabaja normalmente en su puesto de operaciones, y lleva una escala de 0 a 150 [31].

Esta escala debe ser asignada mediante un observador o investigador, considerando este factor mediante la observación de las acciones y actividades que realice, midiendo la capacidad, rapidez y forma en la que realiza sus actividades. La tabla 3 explica la valoración británica de lo ya mencionado.

Tabla 3. Escala de valoración del trabajo [31]

Escala británica de la valoración del trabajo		
Escala 0-100%	Descripción	Velocidad (km/hora)
0	Actividad nula	0
50	Muy lento; realiza movimientos inseguros y torpes que pueden provocar accidentes, con operario poco interesado	3,2
75	Constante y sin prisa, que sabe las actividades que debe realizar, pero sin interés.	4,8
100 (ritmo tipo)	Activo y capaz de realizar sus actividades en los tiempos establecidos, realizándolos con tranquilidad debido a que está calificado	6,4
125	Muy rápido, un operario seguro y con una alta destreza en las actividades designadas, donde se mueve por encima del obrero promedio	8,0
150	Demasiado rápido pero eficaz, donde pone mucho esfuerzo y concentración, pero debido a lo mismo puede que no sea constante y tenga que descansar largos periodos	9,6

Cálculo de tiempo normal

El tiempo normal o tiempo básico es el que se mide de la resultante entre el producto del tiempo promedio observado y el valor obtenido de la valoración del desempeño del operario ya observado en la tabla 3, obteniendo la siguiente fórmula [32]:

$$TN = TP * Vd(\%) \quad (1)$$

Donde:

TN=Tiempo Normal o Básico

TP=Tiempo Promedio Observado

Vd=Valoración del desempeño (tabla de valoración británica)

Cálculo de holguras o suplementos

Las holguras se miden debido a que los trabajadores no pueden tener una operación constante, necesitan de un descanso entre las actividades que realizan para ejecutar sus

actividades durante toda la jornada de trabajo. Siendo 8 horas el promedio de la jornada de trabajo, es difícil que una persona pueda trabajar de forma constante en un puesto de trabajo durante 8 horas seguidas, por lo que se toman en cuenta las holguras o suplementos, que es una valoración que se realiza para dar a una persona [33].

En la tabla 4 se explican las holguras o suplementos y las consideraciones para medirlo.

Tabla 4. Suplementos de la OIT [33]

Suplementos constantes	H	M	Suplementos variables	H	M
A. Por necesidades personales	5	7	D. Mala iluminación		
B. Por fatiga	4	4	Ligeramente por debajo	0	0
Suplementos variables			Bastante por debajo	2	2
A. Por trabajar de pie	2	4	Absolutamente insuficiente	5	5
B. Por postura normal			F. Concentración intensa		
• Ligeramente incómodo	0	1	Trabajo de cierta presión	0	0
• Inclinado	2	3	Trabajo fatigoso	2	2
• Echado estirado	7	7	G. Ruidos		
C. Uso de energía o fuerza muscular kg			Continuo	0	0
2,50	0	1	Intermitente y fuerte	2	2
5,00	1	2	Intermitente y muy fuerte	5	5
7,50	2	3	Estridente y fuerte	7	7
10,00	3	5	H. Tensión mental		
12,50	4	5	Proceso bastante complejo	1	1
15,00	5	8	Proceso complejo	4	4
17,00	7	10	Muy complejo	8	8
20,00	9	13	I. Monotonía		
22,50	11	16	Algo monótono	0	0
25,00	13	20	Bastante monótono	1	1
30,00	17		Muy monótono	4	4
35,50	22		J. Tedio		
E. Condiciones Atmosféricas			Algo aburrido	0	0
16,00	0	0	Aburrido	2	1
14,00	0	0	Muy aburrido	4	2
12,00	0	0			
10,00	0,3	0,3			
8,00	1	1			
6,00	2,1	2,1			
5,00	3,1	3,1			
4,00	4,5	4,5			
3,00	6,4	6,4			
2,00	10	10			

Tiempo tipo o estándar

Es un tiempo que se define como el que requiere un operado calificado, adiestrado y constante trabajando a un ritmo constante para que lleve a cabo una tarea. La descripción se simplifica en la siguiente fórmula y en la figura 1 [32]:

$$Ts = TN * (1 + s) \quad (2)$$

Donde:

Ts=Tiempo Estándar

TN=Tiempo Normal

s=Suplementos

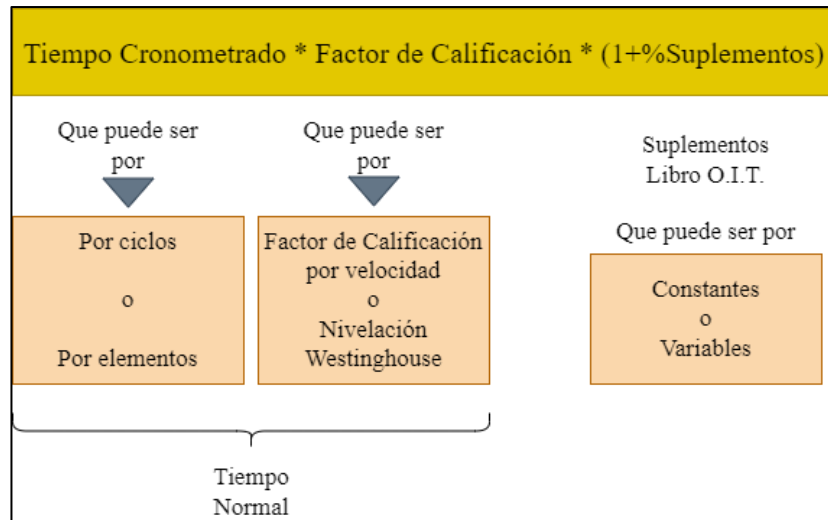


Figura 1. Resumen de mediciones de tiempos

1.3.4 Capacidad de producción

Esta representa a un volumen de producción o una cantidad de productos específica que puede producir, procesar o almacenar ciertas máquinas o instalaciones. La capacidad dentro del diseño es muy importante para determinar el tipo de maquinaria y las instalaciones que se implementarán, además de que este factor es de suma importancia para establecer la demanda que se podrá cumplir a lo largo de los periodos de trabajo. Si la capacidad puede cumplir la demanda entonces se puede afirmar que la capacidad de la empresa es ideal, y que debe ser balanceada para no tener

restricciones o tiempos muertos por procesos lentos o acumulación de materia en un solo sector productivo de la empresa [34].

1.3.5 Clasificación ABC

La clasificación ABC es un método gráfico que permite determinar de forma sencilla los artículos o productos de venta de una empresa que más se venden.

Tiene un criterio de evaluación donde dependerá del volumen de producción o representación en el mercado de cada uno de los productos para conocer si está formando parte importante de la empresa. Por lo general esta clasificación se hace de forma anual o semestral, donde se puede percibir el total de ventas de los productos que se han vendido [35].

Cuando ya se conozca el porcentaje de participación, se realiza una gráfica de barras representando las ventas totales de cada producto en unidades, toneladas, kilogramos, etc., y por otro lado se representará el porcentaje acumulado de ventas de los productos. Esta gráfica se divide en tres categorías:

- Categoría A: Son los artículos de mayor venta y que representan no más del 20% del total de productos, pero que en ventas son los responsables del 70 u 80% de participación.
- Categoría B: Aquí se encuentran artículos que representan alrededor del 30 al 40% de total de productos de una empresa, y que en total no sobrepasan el 25% de las ventas de la empresa, siendo productos importantes pero que pueden llegar a consumir mucho almacén.
- Categoría C: Artículos de poco valor y que representa un gran porcentaje de almacenamiento en bodega, por lo general no se venden con mucha frecuencia y representan al menos 85% del total de los productos de la empresa [35].

1.3.6 Diagramas y herramientas para el estudio de métodos

- **Diagrama de Flujo**


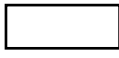
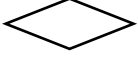

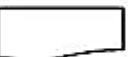


Es un esquema para representar gráficamente un algoritmo de producción y entender de forma secuencial los pasos que se deben realizar para obtener un producto final. Se

establecen en la implementación de varios símbolos para representar operaciones concretas, con indicación expresa el orden lógico en que tienen que desarrollarse. Se les llama diagramas de flujo ya que los símbolos usados se enlazan mediante flechas para indicar la sucesión de operación, en forma de un flujo de información.

Para que estos sean comprensibles se ha normado la utilización de símbolos concretos para diferentes tipos de actividades y estos ya han sido normalizados a nivel internacional [36].

En la tabla 5 se presentan los símbolos que corresponden a los Diagramas de flujo de material:

Tabla 5. Símbolos de los diagramas de flujo [36]

Símbolo	Descripción
	Indica el Inicio o Fin de un proceso
	Indica cada actividad que necesita ser ejecutada
	Indica un punto de toma de decisión
	Indica la dirección de flujo
	Indica los documentos utilizados en el proceso
	Indica una espera
	Indica que el flujograma continuo a partir de ese punto en otro círculo, con la misma letra o número, que aparece en su interior

- **Diagrama de recorrido**

Es también conocido como diagrama de circuito de material, es en donde se representa de forma gráfica una vista superior del entorno donde se desarrollan las operaciones, con el fin de dar seguimiento de forma ordenada y secuencial el proceso completo del producto a lo largo de cada una de las máquinas de la industria. Primero es necesario conocer el entorno de desarrollo y también conocer las actividades que se realizan,

para representar el movimiento y desplazamientos necesarios para la realización del producto.

Este paso es muy importante ya que dentro de la toma de tiempos se necesitará también el recorrido que se debe realizar, con el fin de conocer si este factor es determinante al momento de identificar demoras y si es necesario una adecuación del entorno de trabajo [36].

- **Diagrama de operaciones de proceso (cursograma sinóptico)**

Es un tipo de diagrama que ayuda a la identificación de errores y de posibles soluciones, donde se representa el proceso a realizar dentro de la empresa, y que mantiene un orden de forma secuencial capaz de mostrar de forma correcta el proceso. Aquí también se utilizan símbolos para la representación de las diferentes actividades. Estos símbolos también son los utilizados dentro del cursograma de procesos identificados dentro de la tabla 5 [36].

1.3.7 Casa de la manufactura esbelta

La metodología de la Manufactura Esbelta abarca varios conceptos sobre el cambio de la mentalidad y forma de pensar de las personas, por lo cual se ha relacionado todos los conceptos como si de una casa se tratase, donde la aplicación de todas las herramientas y pensamientos, forman una mentalidad de Manufactura Esbelta.

El siguiente gráfico indica que las bases para llegar al objetivo, es necesario el uso de herramientas, que una vez aplicadas, su seguimiento es importante gracias al personal de la empresa y al tipo de procesos que se apliquen para la producción. A partir de este punto, se necesita conocer el flujo y las posibles soluciones para evitar desperdicios, en donde ya una vez aplicados, se podrá llegar a la excelencia en operaciones, consiguiendo así que una empresa pueda ser considerada como la aplicación de la Manufactura Esbelta. En la figura 2 se puede aclarar de mejor forma el concepto de la casa de la calidad Toyota [37].

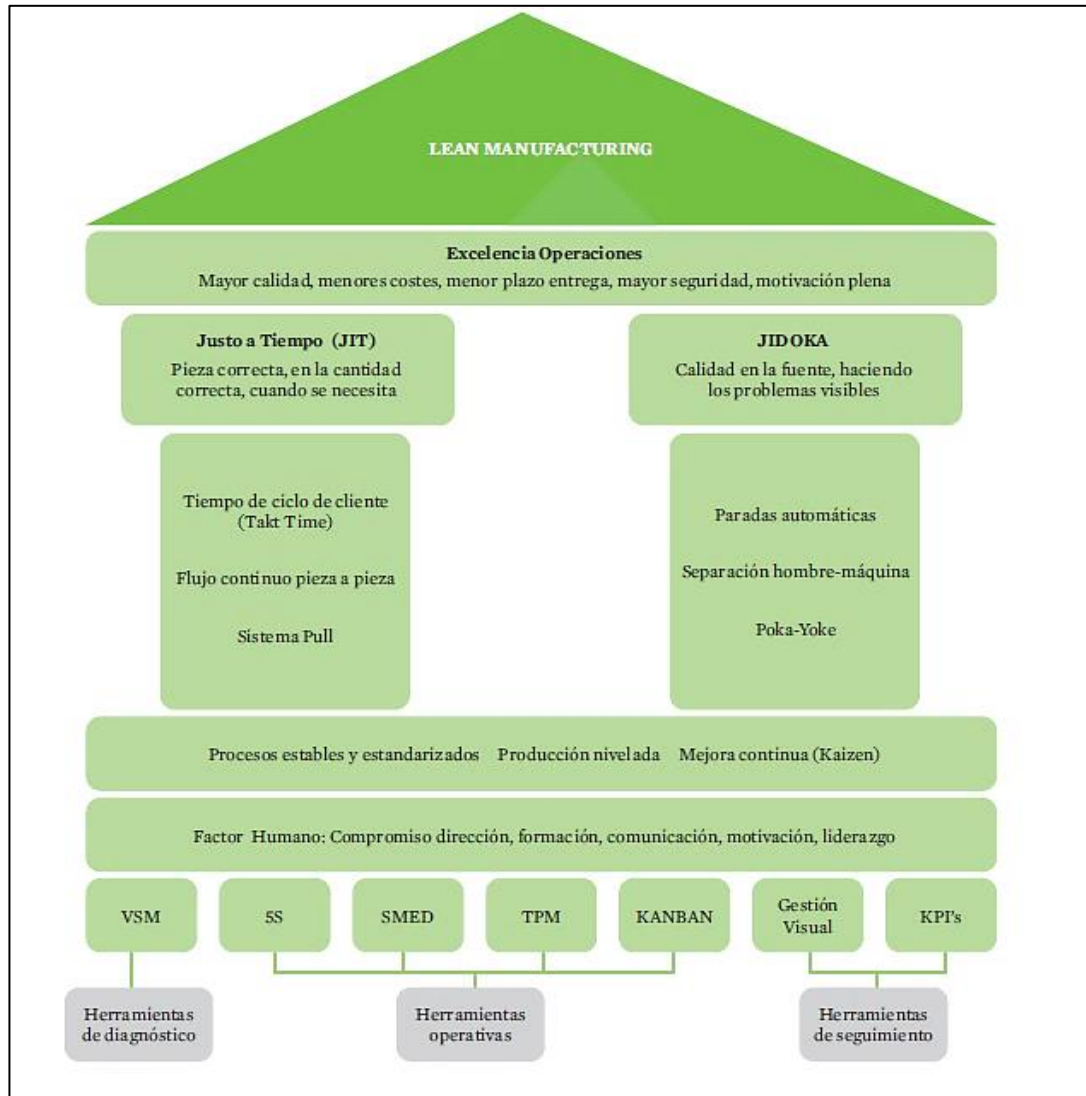


Figura 2. Estructura de la casa de la calidad Toyota [37]

1.3.8 Herramientas de diagnóstico

- **VSM**

Es una herramienta que sirve para la identificación de desperdicios que se encuentra en la cadena de valor. El VSM es una herramienta que sirve para ver y entender un proceso e identificar sus desperdicios, permitiendo detectar fuentes de ventaja competitiva, ayuda a establecer un lenguaje común entre todos los usuarios de este y comunica ideas de mejora enfocando al uso de un plan priorizando los esfuerzos de mejoramiento. Un flujo de valor muestra la secuencia y el movimiento de lo que el cliente valora. Incluye los materiales, información y procesos que contribuyen a obtener lo que al cliente le interesa y compra. Es la técnica de dibujar un "mapa" o

diagrama de flujo, mostrando como los materiales e información fluyen "puerta a puerta desde el proveedor hasta el cliente y busca reducir y eliminar desperdicios, pudiendo ser útil para la planeación estratégica y la gestión del cambio [38].

Utiliza diferentes ilustraciones para presentar la información en la tabla 6:

Tabla 6. Simbología de VSM

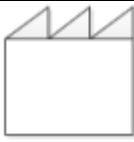




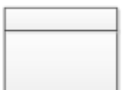









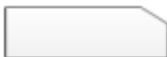



Simbología de VSM (Value Stream Mapping)	
Símbolo	Descripción
	Fuentes externas: Este símbolo sirve para la representación de los clientes y los proveedores.
	Flecha de traslado: Este símbolo representa el movimiento de las materias primas como también del producto terminado. De proveedor a planta o de planta a cliente.
	Transporte que se lo realiza con un camión de carga.
	Transporte que se lo realiza mediante tren.
	Transporte que se lo realiza mediante avión.
	Operación que se encuentra en proceso.
	Información sobre los pronósticos, planes de producción o programación.
	Casillero que se usan con el fin de colocar información sobre los indicadores del proceso.
	Flecha de empuje para ligar el flujo de materiales entre operaciones cuándo este se realiza mediante un sistema push.
	Flecha de arrastre para ligar el flujo de materiales entre operaciones cuándo este se realiza mediante un sistema pull.
	Flecha para conectar el flujo de materiales entre operaciones cuándo este se lleva a cabo mediante una secuencia: "primeras entradas, primeras salidas".
	Inventario: De materia prima, producto en proceso, producto terminado.
	Información transmitida de forma manual.
	Información transmitida de forma electrónica.

Tabla 6. Simbología de VSM (continuación)

Simbología de VSM (Value Stream Mapping)	
Símbolo	Descripción
	Relámpago Kaizen: Este símbolo es la representación de los lugares en los que se pueden aplicar las herramientas de Lean Manufacturing.
	Kanban de producción.
	Kanban de transporte.
	Nivelación de la carga: Herramienta utilizadas para la localización de los lotes de Kanbans e igualar el volumen de producción.
	Línea de tiempo: Muestra los tiempos de ciclo de las actividades que agregan valor, y los tiempos de las actividades que no agregan valor.

1.3.9 Herramientas operativas

- **5'S**

Es un sistema para mantener la organización y limpieza en el lugar de trabajo. Los 5'S son cinco pasos de forma cíclica que se pueden seguir para mantener el orden, la limpieza y la disciplina en el lugar de trabajo. Estos serían: Seiri (selección), Seiton (orden), Seiso (limpieza), Seiketsu (estandarización) y Shitsuke (seguimiento). Los pasos involucrados son: Selección, Orden, Limpieza, Estandarización y Seguimiento [39].

Es un sistema de organización que se originó en Japón y fue aplicado por Toyota Motor Corporation para aumentar la eficiencia y la productividad.

Es una parte importante de la manufactura esbelta, cuyo objetivo es reducir el desperdicio. Los cinco pasos son:

- Selección: Identificar lo necesario dentro del espacio de trabajo, ubicar los desperdicios que se puedan generar.
- Ordenar: Ser organizado y colocar en el lugar correcto.

- Limpieza: Ubicar las cosas donde pertenecen para que sean fáciles de encontrar y usar.
- Estandarización: Asegúrese de que todo esté limpio y funcionando correctamente, incluidas las herramientas, el equipo, las superficies de trabajo, los pisos, las paredes y los techos.
- Seguimiento: Establece reglas sobre cómo se deben hacer las cosas para que puedas repetir tus éxitos de un día para otro.

Para mantener un correcto seguimiento del proceso de las tres primeras S, se proponen diferentes índices para el control y conocer el proceso de mejora que se pueda establecer en el proceso de implementación de las 5'S.

$$iSeiri = \frac{\text{Elementos excedentes}}{\text{Elementos máximos}} * 100 \quad (3)$$

$$iSeiton = \frac{\text{Elementos fuera de lugar} + \text{Elementos faltantes}}{\text{Elementos máximos}} * 100 \quad (4)$$

$$iSeiso = \frac{\text{Elementos sucios}}{\text{Elementos máximos}} * 100 \quad (5)$$

- **SMED**

Una de las técnicas más famosas en la reducción de los tiempos perdidos por preparación es la metodología SMED (Single Minute Exchange Die – Cambio de matriz en un solo dígito de minuto). Esta metodología realizada por Shigeo Shingo es de procedencia japonesa, y ha sido implementada por primera ocasión para Toyota en la década de los setenta. Se basa en una reducción de los tiempos de preparación que posibilita laborar con lotes más reducidos, o sea, tiempos de construcción más cortos, lo que ayuda en una optimización importante de tiempos de entrega y de niveles de producto en tránsito [39].

Algunas de sus principales conceptos para ser aplicada son:

- Dividir las operaciones internas de las externas: Esta primera etapa involucra diferenciar entre la preparación con la máquina parada (preparación interna) y la preparación con la máquina funcionando (preparación externa). En el primer caso se refiere a esas operaciones que requieren inevitablemente que la

máquina se encuentre parada. En el segundo caso se refiere a las operaciones que tienen la posibilidad de hacer con la máquina en marcha.

- Cambiar operaciones internas en externas: Es entendible que esta actividad debería efectuarse continuamente y una vez que sea viable. No obstante, la conversión de tareas internas en externas no se trata de hacer tareas de preparación sobre la máquina una vez que esta está operando, pues hay un sinnúmero de operaciones que conforman una conversión de tareas internas en externas sin compromisos de estabilidad, tales como, realizar un calentamiento anterior de los moldes de inyección, anterior a montarse en la máquina.
- Acomodar las operaciones externas: Esta etapa se fundamenta en la disposición de cada una de los instrumentos y materiales (matrices, recursos de fijación, etcétera.) que ayudan a complementar las operaciones externas.
- Minimizar el tiempo de las operaciones internas: Esta etapa radica prácticamente en minimizar todo lo posible los procesos de ajuste. Se estima que esta clase de procesos constituye entre el 50% y el 70% de las operaciones de preparación interna [39].

- **TPM**

Es conocido como Mantenimiento Productivo Total donde trata de dar una mejor rentabilidad a las máquinas de operaciones al realizar un plan adecuado de mantenimiento. El objetivo de esta técnica es reducir la cantidad de tiempo que tarda el equipo en averiarse o presentar un fallo [39].

La idea principal detrás de TPM es garantizar que el equipo permanezca en buenas condiciones minimizando el tiempo de inactividad entre operaciones y manteniendo altos niveles de eficiencia. Esto se puede lograr siguiendo cinco pasos clave:

- Mantener adecuadamente toda la maquinaria y equipo,
- Realizar un mantenimiento regular,
- Llevar a cabo el mantenimiento preventivo,
- Programar inspecciones de rutina, y
- Realizar un seguimiento del tiempo de inactividad.

- **JIDOKA**

Jidoka es una metodología aplicada a evitar defectos, donde se concentra en encontrar la causa raíz de las fallas de calidad que se presentan en el producto final. Dentro de todo el proceso necesita que se realicen controles para evitar fallos a tiempo, con el fin de evitar productos con baja calidad y ayudar a la empresa y al cliente. También busca realizar este tipo de operaciones, mantenimiento su takt time.


Para llegar al objetivo de cero defectos, se utilizan otro tipo de herramientas visuales como ANDON para alertar de productos de mala calidad que se encuentren en cualquier parte del proceso y buscar la causa principal.

El proceso ideal para la búsqueda de la causa raíz es:

- Descubrir una anormalidad.
- Detener el proceso.
- Solucionar el problema de forma inmediata.
- Investigar la causa raíz del problema y enmendarlo.

A continuación, se describe el uso del semáforo ANDON para las máquinas del proceso en la tabla 7.

Tabla 7. Descripción del uso de ANDON [40]

Herramienta	Descripción	Acción para tomar
	Rojo (Detención de la línea productiva)	Necesidad de investigación profunda para conocer la causa del problema
	Amarillo (Aparición de problema)	Presentación de un problema que debe ser atendido, tomando las acciones correctas para ser atendido
	Verde (Producción normal)	Producción que se puede dar mediante una producción normal y pasar a la siguiente actividad con normalidad

1.3.10 Herramientas de seguimiento

- **Gestión visual**

La gestión visual es un proceso de uso de señales visuales para comunicar información sobre el estado del trabajo en curso y el trabajo completado.

La gestión visual es un proceso de uso de señales visuales para comunicar información sobre el estado del trabajo en curso y el trabajo completado. Este método se puede utilizar en muchas industrias, como la fabricación, la construcción, los almacenes y la venta al por menor.

En la Manufactura Esbelta, el proceso de gestión visual se utiliza para crear un lugar de trabajo visual que tiene como objetivo mejorar la productividad al reducir el desperdicio y la repetición del trabajo. También permite a los gerentes ver lo que sucede en todo momento para que puedan tomar mejores decisiones [39].

- **KPIs**

Los KPI son las métricas más importantes que muestran cómo le está yendo a una empresa. Se utilizan para realizar un seguimiento y medir el rendimiento, identificar oportunidades y tomar decisiones.

Un KPI es una métrica que se utiliza para medir el éxito de una organización o negocio. También se llama Indicador clave de rendimiento porque le ayuda a identificar qué necesita mejorar y qué va bien [39].

Este índice o métrica se encarga de mostrar la efectividad de todo el equipamiento como maquinaria, producción y calidad que existe en la empresa, ya que necesita de la disponibilidad de la empresa, el rendimiento de maquinaria y la calidad obtenida en materia de productos con estándares altos de calidad, y se puede entender de mejor forma mediante la figura 3:

PLANIFICACIÓN	Tiempo de Producción Calificado	
DISPONIBILIDAD (B/A)	A	Tiempo Disponible
RENDIMIENTO (D/C)	B	Tiempo Productivo
	C	Capacidad Productiva
CALIDAD (F/E)	D	Producción Real
	E	Producción Real
OEE	F	Piezas Buenas
		Defectuosos, retrabajos

Figura 3. Representación de OEE

Por lo que se especifican las siguientes fórmulas:

- Disponibilidad

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo\ operacional}{Tiempo\ disponible} * 100 \quad (6)$$

- Rendimiento

$$Rendimiento = \frac{Toneladas\ producidas}{Toneladas\ planificadas} * 100 \quad (7)$$

- Calidad

$$Calidad = \frac{Sacos\ producidos\ buenas}{Sacos\ totales\ producidos} * 100 \quad (8)$$

- OEE

$$OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad \quad (9)$$

De acuerdo con los resultados, se deben establecer de la siguiente manera los criterios de evaluación de la tabla 8.

Tabla 8. Rangos calificativos de OEE [41]

OEE	Calificativo	Consecuencias
OEE < 65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad
65% < OEE < 75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora continua
75% < OEE < 85%	Aceptable	Lijeras pérdidas económicas con una competitividad poco baja
85% < OEE < 95%	Buena	Buena competitividad en el mercado, entrando en valores de Clase Mundial
OEE > 95%	Excelente	Competitividad Excelente

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Proponer herramientas de Manufactura Esbelta en el proceso de extrusión de alimentos para mascotas de la empresa BIOALIMENTAR Cía. Ltda.

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar un estudio para identificación de la situación actual del área de extrusión de alimento para mascotas.
- Identificar los desperdicios en el proceso de extrusión para la generación de acciones de mejora a través de la herramienta VSM.
- Plantear una propuesta de aplicación de las herramientas de Manufactura Esbelta para la mejora del proceso de extrusión de alimentos de mascotas.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA.



2.1. Materiales

Para el desarrollo del Proyecto de Investigación será necesario el uso de los materiales descritos en la tabla 9:

Tabla 9. Materiales utilizados en el desarrollo del proyecto

Nombre	Descripción	Ilustración
Microsoft Word	Software del grupo Microsoft utilizado para la edición de documentos utilizado para realizar el informe final	
Microsoft Excel	Software del grupo Microsoft que se utilizado para realizar tabulaciones y hojas de cálculos	
Draw.io	Programa de diseño de diagramas de flujo, cursogramas e ilustraciones	
AutoCAD	Programa utilizado para realizar la disposición de la empresa y generar diagramas de recorrido	
Computadora Portátil	Equipo electrónico donde se realizó la propuesta y el informe final	
Libreta de apuntes	Utilizada para la recolección de información, anotaciones y observaciones pertinentes del proceso	
Internet	Base de datos mundial que se utilizó para buscar fuentes de información, empleada para reforzar el conocimiento del investigador	

Tabla 9. Materiales utilizados en el desarrollo del proyecto (continuación)

Nombre	Descripción	Ilustración
Calculadora	Dispositivo portátil que ayuda a realizar diversos tipos de cálculos y operaciones	
Cronómetro	Empleado para toma de tiempos en la planta de procesamiento	

2.2. Métodos

2.2.1. Modalidad de la investigación

Enfoque

El trabajo de investigación presentó un enfoque cualitativo y cuantitativo. Se utilizó un enfoque cualitativo debido a que se necesitó información sobre el estado de la empresa, para realizar una valoración subjetiva del estado inicial en el que el proceso se encuentre y así iniciar la investigación. Por otro lado, el enfoque cuantitativo se aplicó para realizar las valoraciones de los históricos, además de establecer un estudio de tiempos y conocer cuál es la situación real en la que se encuentra la empresa.

Investigación de campo

Este tipo de investigación se aplicó debido a que se mantuvo un contacto directo con el entorno donde se desarrollan los procesos de extrusión de comida para mascotas, para obtener datos sobre la situación inicial, como los procesos que se desarrollan, la toma de tiempos en cada actividad y los responsables de las actividades, para dar seguimiento y establecer de forma correcta la propuesta de mejora que se desea alcanzar con los objetivos que se han planteado.

Investigación bibliográfica documental

Se incluyó una investigación documental y bibliográfica puesto a que fue necesario establecer los conceptos que trata la manufactura esbelta, el VSM y las mejoras que se podrían establecer en los procesos de acuerdo con la metodología de manufactura esbelta. También se necesitará para obtener diferentes puntos de vista sobre la problemática y establecer una compilación de ideas para manejar de mejor forma las posibles soluciones, que se podrán alcanzar mediante una revisión bibliográfica que trabajos ya realizados en los últimos años.

Para la búsqueda bibliográfica de los artículos y documentaciones importantes para el desarrollo del proyecto, se necesitó de la utilización de la metodología PRISMA. Esta metodología se basa en el establecimiento de criterios de evaluación para una búsqueda más efectiva y de acuerdo con las necesidades. Como primer paso, se debe establecer preguntas sobre el tema principal de trabajo, en donde se debe especificar un objetivo que tendrá el planteamiento de cada pregunta, con lo cual se describe la siguiente tabla 10 donde se especifican estos aspectos.

Preguntas de búsqueda

Tabla 10. Establecimiento de las preguntas sobre investigación

Número	Pregunta	Objetivo
PI1	¿Qué casos de éxito se conocen que hayan trabajado bajo la metodología de Manufactura Esbelta?	Identificar el nivel de competitividad en el mercado de industrias que hayan implementado la metodología de Manufactura Esbelta.
PI2	¿Cuánto ha crecido en los últimos años la industria de alimentos para mascotas?	Identificar el crecimiento de la industria para alimentos de mascotas y los beneficios para la sociedad como generación de empleo y mejora de estilo de vida para los animales.
PI3	¿Cuáles son los beneficios al utilizar las diferentes herramientas de Manufactura Esbelta?	Identificar independientemente las herramientas de manufactura esbelta como solución de problemas relacionados con desperdicios.

Búsqueda de documentos

Como segundo paso se estableció criterios de búsqueda mediante formulaciones de frases para que el buscador sea más efectivo y excluya aquellos que no son de interés. En total se establecieron tres criterios claves de evaluación.

- Para VP1 ((“mascotas” OR “animales” OR “alimentos para animales”) AND (“Manufactura Esbelta”))
- Para VP2 ((“industrial” OR “técnicas” OR “manufacturing” OR “industry” OR “production”) AND (“Mascotas” OR “Alimentos”))
- Para VP3, ((“Manufactura Esbelta” OR “Lean Manufacturing”) AND (“herramientas” OR “técnicas”))

Selección de documentos

Después de descritos, hay que tomar también en cuenta los criterios de inclusión y exclusión de los artículos, por lo que se tiene la tabla 11.

Tabla 11. Criterios de inclusión y exclusión

Número	Inclusión	Exclusión
C1	Artículos publicados entre el 2018 al 2022	Libros
C2	Artículos que hablan sobre las herramientas de Manufactura Esbelta	Artículos que apliquen otra metodología
C3	Artículos en inglés y español	Artículos en portugués, francés, italiano, etc.
C4	Artículos relacionados a Manufactura Esbelta en la industria alimenticia	Estudios aplicados en otras áreas que no tienen que ver en la industria alimenticia

Cuando ya se han seguido los pasos correspondientes, se elabora un diagrama de flujo donde se aplicaron los criterios de identificación para los archivos que serán utilizados en el documento, tanto artículos como sitios de información relevante. Se compuso la figura 4 con respecto a la metodología PRISMA.

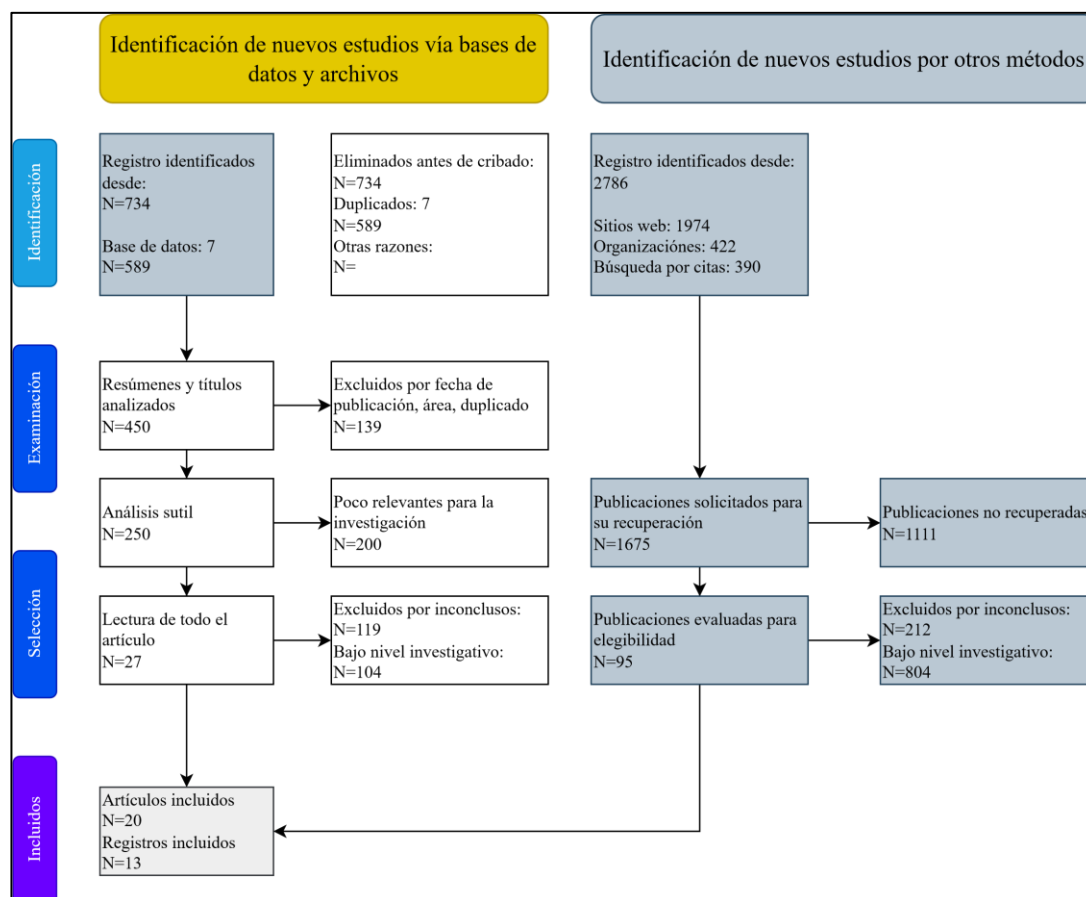


Figura 4. Diagrama de flujo de metodología PRISMA

Investigación descriptiva

Por último, también se aplicó una investigación de tipo descriptiva ya que se necesita establecer de forma puntual y concisa determinar el modelo actual en el que se desarrolla la empresa BIOALIMENTAR CÍA. LTDA. para determinar de forma rápida las posibles mejoras de acuerdo con el modelo de manufactura esbelta, gracias al desarrollo del diagrama VSM para el proceso de extrusión de comida para mascotas.

El proceso sobre la realización del trabajo de investigación consistió en una serie de pasos para cumplir con los objetivos propuestos y evidenciar un estudio adecuado que se explica en el siguiente diagrama de la figura 5.

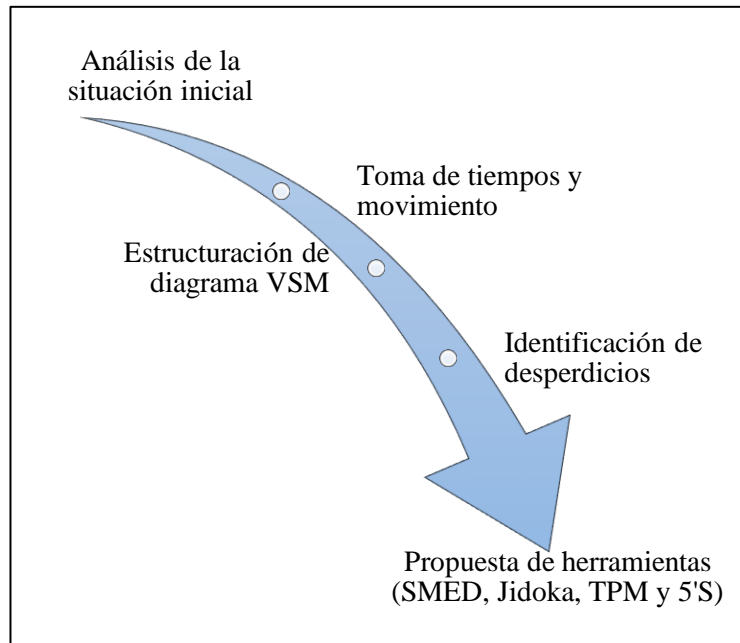


Figura 5. Diagrama de flujo de metodología PRISMA

2.2.2. Población y muestra

Población

La población considerada para el presente estudio son todos los trabajadores del área de extrusión de comida para mascotas de la empresa BIOALIMENTAR Cía. Ltda. que se dedica al área de producción, como se evidencia en la tabla 12:

Tabla 12. Población de la empresa

Área	Número
Extrusión	27
Total	27

Muestra

El total de personas que se encuentran en las áreas involucradas con el proyecto de investigación, el resultado fue menor a cien personas. Por lo tanto, todo el personal del área de extrusión de comida para mascotas de la empresa BIOALIMENTAR Cía. Ltda. van a formar parte del estudio, por lo tanto, no será necesario realizar la técnica de muestreo sobre esta población [42].

2.2.3. Recolección de información

La recolección de información para el trabajo se utilizaron las siguientes técnicas y herramientas:

Para el primer objetivo sobre realizar un estudio para la identificación de la situación actual del área de extrusión de alimento para mascotas, se realizaron las siguientes actividades:

- Reconocer los procesos de extrusión de comida para perro.
 - **Técnica:** Observación directa del proceso.
 - **Herramienta:** Ficha de registro de actividades.
- Tomar tiempos en cada uno de los procesos.
 - **Técnica:** Observación directa del proceso.
 - **Herramienta:** Ficha de registro de actividades y tiempos.
- Realizar un flujograma y un cursograma de los procesos.
 - **Técnica:** Método descriptivo de análisis de datos.
 - **Herramienta:** Software Excel, AutoCAD.

Para el segundo objetivo sobre utilizar la herramienta VSM (Mapa de Flujo de Valor) para el reconocimiento de los desperdicios, se ejecutaron las siguientes actividades:

- Relacionar los tiempos que se tarda en realizar cada actividad dentro del mapa VSM.
 - **Técnica:** Método descriptivo de análisis de datos.
 - **Herramienta:** Software Excel, AutoCAD.
- Elaborar el mapa VSM mediante un software de diseño.
 - **Técnica:** Método descriptivo de análisis de datos.
 - **Herramienta:** Software AutoCAD.
- Analizar el mapa VSM sobre los desperdicios que se encuentren en el proceso.
 - **Técnica:** Método descriptivo.
 - **Herramienta:** Matriz de análisis del estado del VSM actual.

Para el último objetivo sobre proponer el mejoramiento de los procesos productivos mediante la utilización de la metodología de Manufactura Esbelta, se procedió con las siguientes actividades:

- Identificar las herramientas de manufactura esbelta que se podrían aplicar a cada desperdicio.
 - **Técnica:** Método de investigación bibliográfica, Método descriptivo.
 - **Herramienta:** Ficha de las herramientas aplicadas en los desperdicios.
- Aplicar de forma teórica las herramientas de manufactura esbelta.
 - **Técnica:** Método de investigación bibliográfica, Método descriptivo.
 - **Herramienta:** Matriz de análisis de las herramientas.
- Establecer un VSM propuesto con las mejoras que se pueden implementar en el proceso.
 - **Técnica:** Método de investigación bibliográfica, Método descriptivo.
 - **Herramienta:** Software AutoCAD.

2.2.4. Procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento eficaz de la información, se han establecido los siguientes pasos:

- Obtención de información cualitativa y cuantitativa del proceso de extrusión de comida para mascotas, en especial con datos de las actividades y el tiempo que tardan en realizar cada una de las mismas, esto se podrá lograr mediante observación.
- Determinación del flujograma del proceso de extrusión de comida para mascotas que se produzca, para lo cual se necesitará la toma del proceso desde la llegada de la materia prima hasta la finalización de los lotes de producción.
- Tabulación de los datos obtenidos de acuerdo con el tiempo en que se tarda en finalizar cada actividad, con lo que se podrá realizar un cursograma donde se evidencien las actividades, el tiempo, el símbolo de la actividad y las observaciones de estas, todo mediante el software Excel.
- Recopilación de información de fuentes confiables sobre trabajos de investigación actuales en los que se haya realizado el mapa VSM y el uso de herramientas de manufactura esbelta.
- Elaboración del mapa VSM acorde a los datos que se han obtenido mediante la observación, cursogramas y flujogramas del proceso, siendo necesarios para establecer los tiempos en los que se demora cada actividad dentro de la empresa.
- Análisis de los datos que se obtengan a través del mapa VSM como los

tiempos, los procesos que se realicen y toda la trazabilidad interna que tenga el producto para establecer propuestas para la aplicación de herramientas de manufactura esbelta en donde se haya encontrado problemas.

- Demostración de la propuesta elaborada con la empresa BIOALIMENTAR Cía. Ltda. para que conozcan los resultados inmediatos del estudio ya realizado.

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados.

Historia de la empresa

BIOALIMENTAR CÍA. LTDA. es una empresa vigente desde ya hace 50 años, fundados en los 60's por el Sr. Hitler Garzón y la Sra. Teresa Garzón dentro de una granja comercial, donde se dedicaban a producción de balanceado de aves. Actualmente se dedican a la producción de alimentos para diversos tipos de animales, y enfocados en la salud y nutrición animal, agrícola y humana, siendo generadora de fuentes de empleo y reflejando un ejemplo de cambio del sistema de gestión empresarial en base a la aplicación de grandes valores que están inmersos en todo su personal. Principalmente sus productos se caracterizan por su alta calidad dentro del mercado y considerada de las más importantes dentro del mismo.

La empresa se dedica también a la compra y venta de insumos y maquinarias de producción agrícola y pecuaria.

Ubicación de la empresa

BIOALIMENTAR CÍA. LTDA. está ubicada en el Km 11 Ambato-Pelileo, entrada a Benítez, sector de Pachanlica. En la figura 6 se muestra la vista satelital del lugar y en la figura 7 la vista en capas tomadas desde Google Maps:



Figura 6. Vista satelital de Google Maps [43]



Figura 7. Vista desde capas de Google Maps [43]

Visión

En el año 2020, quienes conformamos BIOALIMENTAR CÍA. LTDA. seremos la empresa agroalimentaria más eficiente y rentable del Ecuador, con presencia en el mercado internacional. Por nuestra calidad, cultura organizacional, innovación, seguridad alimentaria y responsabilidad social generaremos siempre más valor para nuestros clientes. Y por el alto desarrollo de nuestro capital humano nos convertiremos en el mejor lugar para trabajar.

Misión

Transformar con pasión nuestro trabajo en alimentos que brinden salud y bienestar para nuestros clientes y colaboradores.

Organigrama estructural de la empresa

El organigrama estructural de BIOALIMENTAR CÍA. LTDA. se basa en la estructura mostrada dentro de la figura 8:

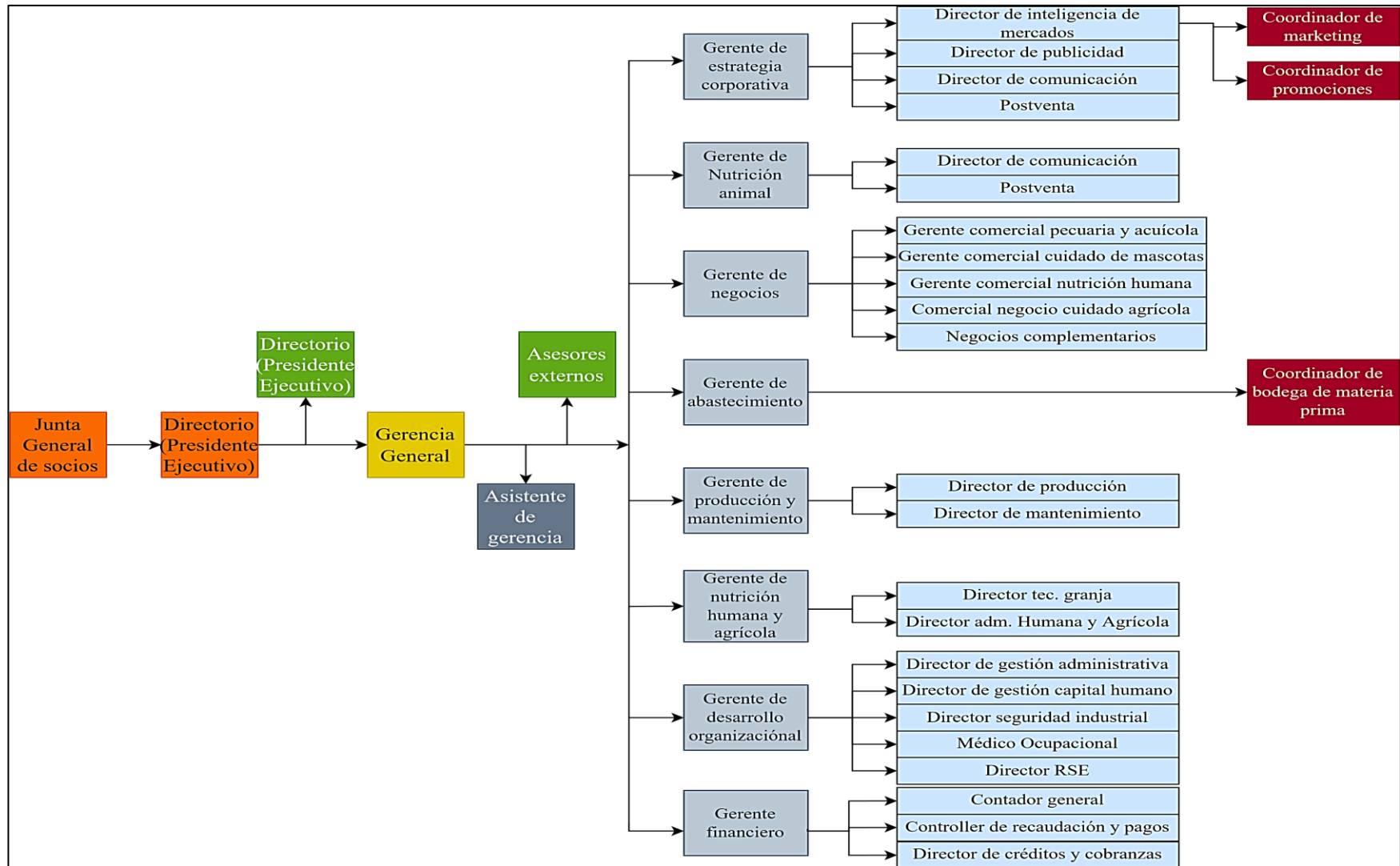


Figura 8. Organigrama estructural

Productos que ofrece la empresa

BIOALIMENTAR CÍA. LTDA. se dedica a la producción de alimentos para animales, pero también está enfocada hacia un nuevo mercado sobre la alimentación humana. Sus productos son elaborados con la más alta calidad gracias a maquinaria especializada de alta confiabilidad.




Sus materias primas son obtenidas y recolectadas de productores locales que ayudan al apoyo del comercio local, además que se enfocan en la conservación del producto para que llegue al proceso lo más fresco y naturalmente posible.

Sobre los productos que ofrece se describen en la tabla 13 los que son más representativos:

Tabla 13. Productos ofrecidos por BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.

Especie	Línea	Marca
Perros	Cani snacks	
Perros	Belleza y Educación	
Peces, hamsters, conejos	Mini Pets	
Perros	Cani	
Gatos	Nitritec Cat	
Perros	Cani Prime	
Perros	Mambo	
Gatos	Gatuco	

Tabla 13. Productos ofrecidos por BIOALIMENTAR CÍA. LTDA. (continuación)

Perro y Gatos	Pal Mascota	
Gallinas	Biomentos Pollo de engorde	
Gallinas	Biomentos Ponedoras	
Codornices	Biomentos Codornices	
Gallos	Biomentos Gallos	
Cerdos	Biomentos Cerdos	
Vacas	Biomentos Lechería	
Caballos, burros, mulas	Biomentos Equinos	
Cuyes	Biomentos Cuyes	
Conejos	Biomentos Conejos	
Gallinas	Pal pollo	
Cerdos	Pal chancho	
Pollos y cerdos	Concentrados proteicos	
Humanos	Huevos Bio	

Proceso productivo de BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.

El proceso que maneja la fábrica se basa en tres métodos de producción, en donde cada uno realiza diferentes tipos de productos como:

- Harinas: Dosificado de ingredientes.
- Pellet: Uso de peletizadoras.
- Mascotas: Uso de extruder.

La empresa se encuentra con una distribución mediante pisos de producción dentro de una torre, en donde cada piso realiza diferentes procesos para los 3 métodos de producción y se especifican en la tabla 14 y en la figura 9.

Tabla 14. Actividades frecuentes por pisos

Pisos	Actividades frecuentes
Piso 7	<ul style="list-style-type: none">- Premezcladoras- Verificación de desfuegos de finos zarandas
Piso 6	<ul style="list-style-type: none">- Zarandeo- Verificación de polvos finos y materias primas
Piso 5	<ul style="list-style-type: none">- Verificación de granulometría- Tolvas de saborizantes e inyección de aceites
Piso 4	<ul style="list-style-type: none">- Molinos de polvos finos
Piso 3	<ul style="list-style-type: none">- Verificación de desfogue de polvos finos- Ingreso de materia prima y producto terminado de maquinas
Piso 2	<ul style="list-style-type: none">- Extrusión y paletizado- Verificación de materia prima
Piso 1	<ul style="list-style-type: none">- Embolsado del producto en proceso- Revisión de lote y pesos
Piso G	<ul style="list-style-type: none">- Descargue de producto terminado- Verificación de parámetros de etiquetado

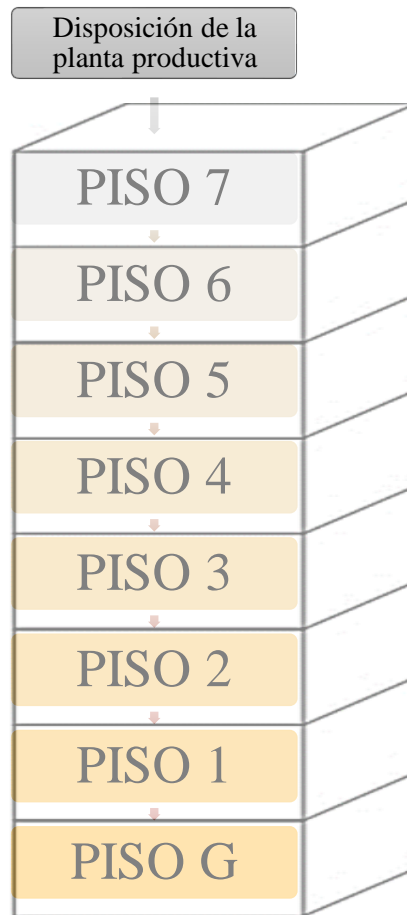


Figura 9. Distribución de planta productiva

Todos los productos pasan antes por una línea de dosificado de ingredientes dependiendo de la receta. El proceso de dosificado siempre interviene antes de las operaciones, ya que es de donde parten los ingredientes de acuerdo con la fórmula para ser procesados mediante la peletizadora, el extruder o si va directo al empaquetado.

Dosificado

El proceso de dosificado se encarga de preparar la formulación del producto que se va a realizar, siendo una parte muy importante del proceso y calidad del producto final. La parte de dosificado utiliza 1 lote como medida de peso para sus procesos, equivaliendo a 4600 kg cada lote. Esta parte consta de diferentes partes en donde se encarga del procesamiento, molienda, mezclado y dosificado de macro y microingredientes.

Los **macroingredientes** son la materia prima más importante que se encuentra en la mayoría de los productos ya que representa gran parte de los nutrientes esenciales que debe tener la mayoría de alimento para los animales a los que se enfoca la empresa, siendo principalmente:

- Maíz
- Trigo
- Soya

Los **microingredientes** por otro lado son los productos que brindan características esenciales a los alimentos dependiendo del tipo de animal al que se enfoca el producto, puesto que no todos necesitan los mismos nutrientes. Por ello, los microingredientes representan parte importante de la particularidad del alimento y es lo que lo caracteriza del resto, aportando también con diferentes nutrientes a la croqueta, en este caso siendo:

También existen los aceites y grasas esenciales que ayudan a dar sabor y color a las croquetas, siendo también el atractivo principal para dar aroma al alimento y así los animales puedan consumirlo normalmente. Estos son:

- Aceites de pollo.
- Grasa de cerdo.
- Saborizantes de carne, pollo, cerdo.

También se agregan ingredientes químicos que aportan conservantes y algunos suplementos extra a los alimentos, siendo de esta forma para que el producto pueda durar más y se conserven los sabores y propiedades adecuadas del alimento.

En la figura 10 se describe el diagrama que sigue el proceso de dosificado del producto.

En la figura 11 se representa mediante un esquema el proceso de dosificado.

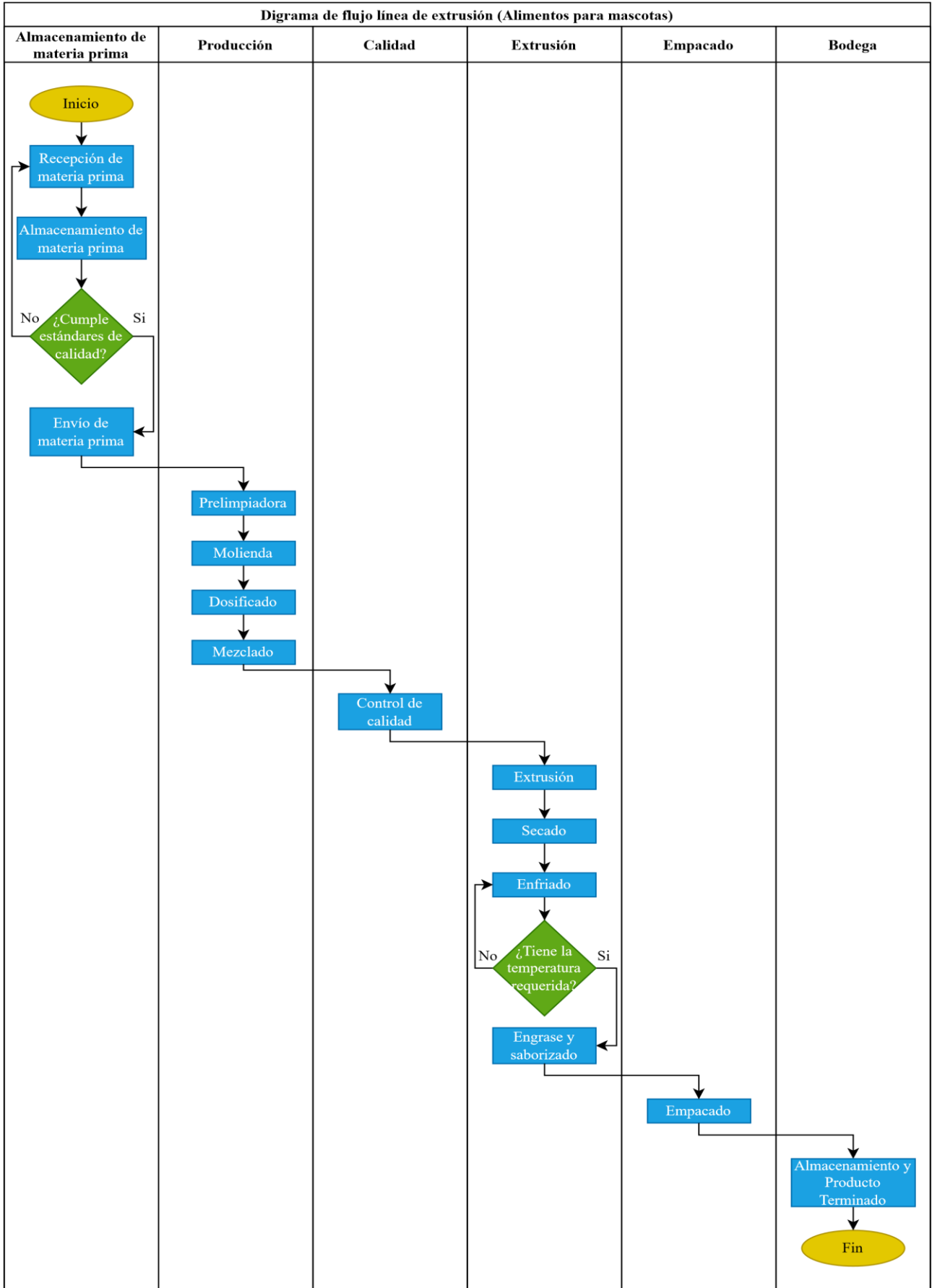


Figura 10. Diagrama de flujo de dosificado

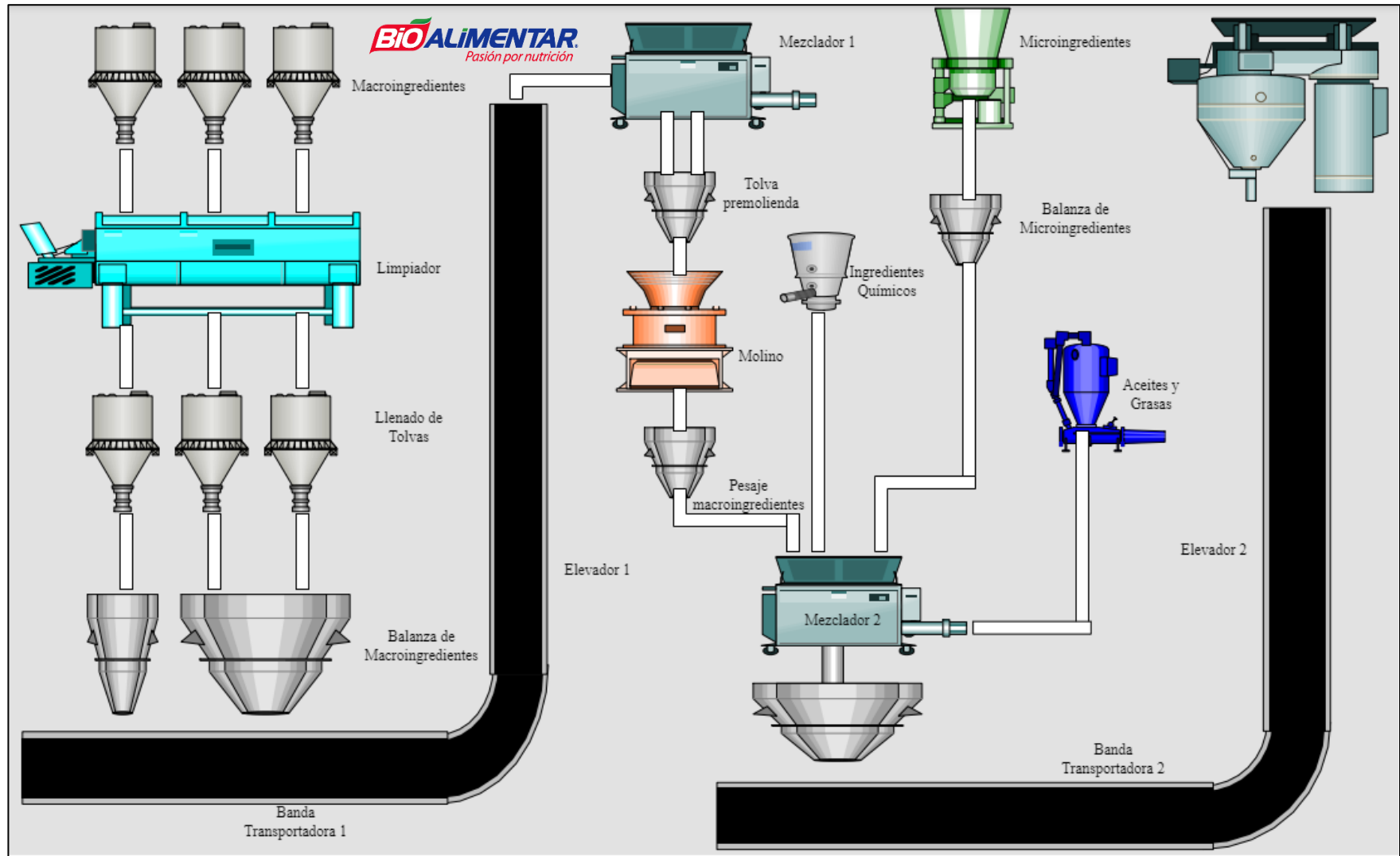


Figura 11. Esquema de dosificado de ingredientes

A continuación, se describirán los procesos en la zona de dosificado.

- En el proceso de dosificado llegan todos los ingredientes macro y micro desde las piscinas, bodega y los silos que es donde se almacenan las materias primas.
- Estos materiales pasan mediante una formulación a unas balanzas automáticas que, dependiendo de la receta, ingresan acorde a la cantidad de productos que se van a realizar.
- Son tres balanzas automáticas las que se encargan de pesar los macroingredientes, estas ingresan a una mezcladora de granos para después pulverizarse y mezclarse en un molino.
- Todos estos ingredientes entran a una tolva pulmón donde se mezclan con microingredientes.
- En otra línea se hace el pesaje de líquidos como aceites y grasas provenientes de animales, como también aceites de palma y soya.
- En este punto se mezclan tanto micros, macros y líquidos dependiendo a la formulación, finalmente se unen con los ingredientes químicos indispensables para la conservación del producto y son ingresados al primer proceso de la extrusión.

Una vez completado el proceso de dosificado, el siguiente paso es el de extrusión.

Extrusión

En la figura 12 se describen de mejor forma el proceso de extrusión.

En la figura 13 se representa mediante un esquema el proceso de extrusión.

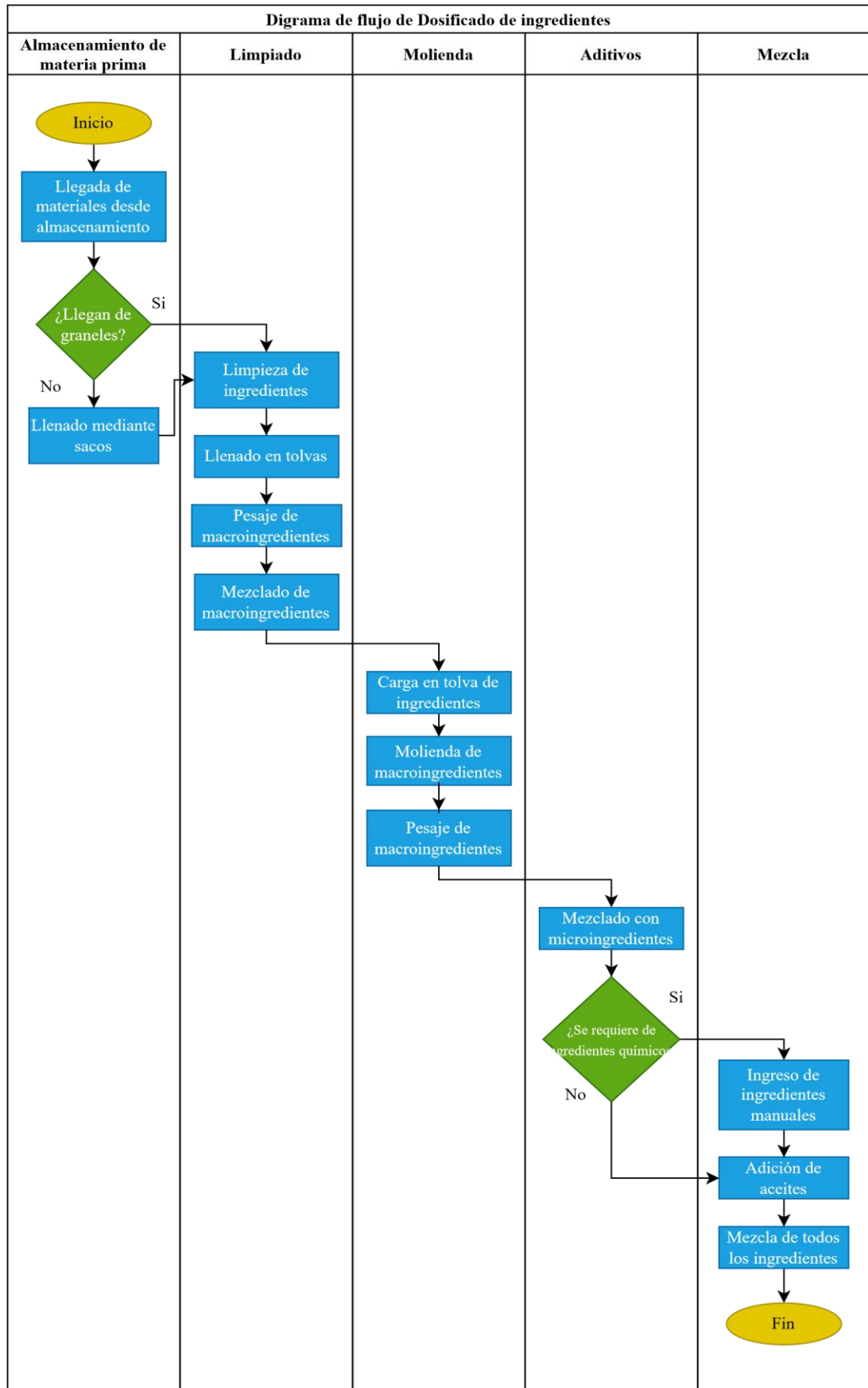


Figura 12. Diagrama de flujo de extrusión

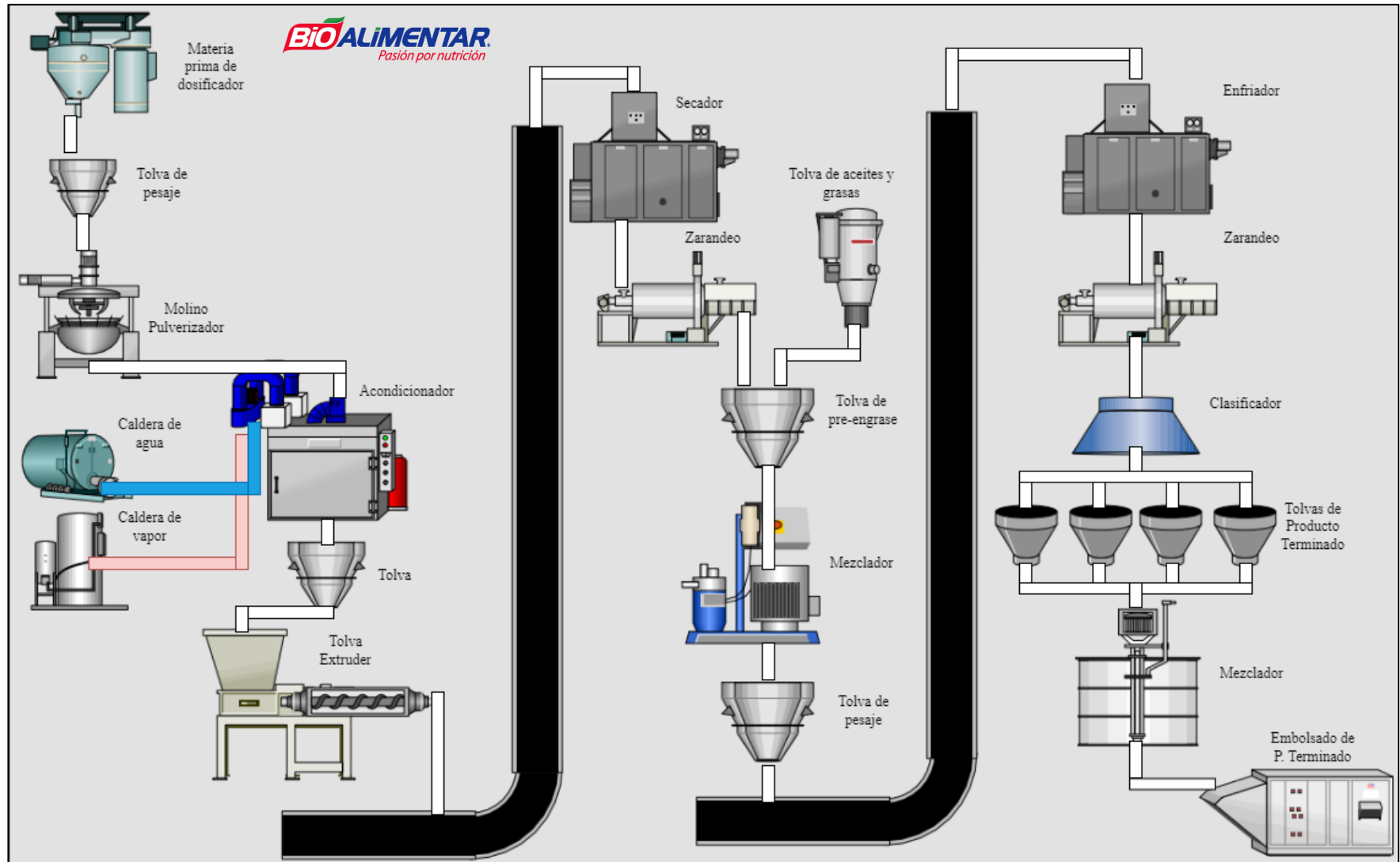


Figura 13. Esquema de extrusión de alimento para mascota

A continuación, se describirán todos los procesos de la línea de extrusión.

- En la línea extrusora se realiza alimento para mascotas, en donde toda la materia prima llega del dosificado e ingresa a un molino pulverizador de todos los ingredientes.
- Posteriormente pasa al acondicionador, que es un horno donde se utiliza vapor de agua y agua caliente y es para cocinar la mezcla a 80-85°C en 45 segundos.
- Después entran a tolvas de extruder donde se eligen los colores, sabores y figuras que se van a producir. En este paso se deben preparar cuchillas y matrices para que el extrusor produzca croquetas de acuerdo con la forma y el tamaño adecuado.
- Las croquetas salen de cocción con altas cantidades de humedad (17%) y temperatura que los puede hacer sensibles a rupturas y aplastamiento, es por ello por lo que atraviesa por un secador donde se disminuye su porcentaje de humedad alrededor del 9% en caso de alimento para perros y 5% de humedad cuando se trata de alimento para gatos.
- Siendo así, ingresa a la primera zona de zarandeo que ayuda a que las croquetas dañadas sean separadas.
- Las croquetas que hayan pasado por inspección de calidad, ingresan a la zona de engrase para saborizar.
- Las grasas ingresan mediante fórmula dependiendo del tipo de producto que haya sido extruido para dar el sabor, color y forma.
- Se realiza la mezcla de las croquetas y el aceite mientras estos se encuentran calientes para que haya una mejor adherencia al producto.
- Pasa a un segundo enfriador y a una segunda zaranda.
- Una vez realizado este proceso se clasifica automáticamente dependiendo del sabor, color y figura que se le haya dado, ya que cada producto viene con un porcentaje específico de croquetas que debe tener cada bolsa de producto.
- Pasa a un tercer mezclador y llega el producto a las tolvas de producto terminado para ser posteriormente embolsado.

Una vez comprendido el proceso de extrusión que se va a analizar, es necesario considerar cuál es el producto más importante que se obtiene mediante este tipo de proceso.

Descripción de la maquinaria usada durante el proceso

Proceso de dosificado:

- *Balanzas:* Utilizada en primera instancia para el pesaje de los ingredientes macro, donde mediante formulación automáticamente mide la cantidad solicitada. Esta máquina funciona mediante un sistema automatizado.
- *Mezcladora:* Es una máquina utilizada para la mezcla de todos los ingredientes mediante un sistema mecánico de revoluciones que usa paletas para el movimiento de los granos. Ayuda a mezclar todos los macroingredientes.
- *Molino:* Se encarga de la pulverización de los ingredientes para convertirlos en harina, de esta forma ser procesados de forma más fácil. Usa cuchillas y altas revoluciones para llegar a su objetivo.
- *Tolva Pulmón:* Es usada para la recolección de todos los ingredientes macro. Tiene una rampa que ayuda a que los elementos que llegan desde el molino puedan caer por gravedad hacia el centro de la tolva.
- *Balanza de líquidos:* Se utiliza para pesar los líquidos utilizados en el proceso como aceites, grasas y saborizantes. Utiliza un sistema automatizado de igual forma, que permite también la programación y recolección de datos de las cantidades que ingresan y salen de la balanza, para de esta forma distribuir hacia los macroingredientes.
- *Mezcladora 2:* Esta mezcladora se utiliza al final de este proceso para mezclar los macroingredientes, microingredientes, aceites e ingredientes químicos. Es una mezcladora que usa paletas para la distribución uniforme de todos los elementos, y también ayuda a la mezcla por revoluciones de estas paletas.

Proceso de extrusión:

- *Molino pulverizador:* Este molino se encarga de recolectar lo que viene de la parte de dosificado para lo procesar y moler, de esta forma queda con una

textura más fina parecido a una pasta. Las cuchillas de este molino están especializadas para dejar una textura mucho más fina y fácil de entrar hacia el acondicionador.

- *Acondicionador*: Esta máquina se encarga de la cocción de la pasta anterior, que va de 80-85°C durante 45 segundos. Es capaz de cocinarlas mediante un sistema de calderas de agua caliente y vapor de agua. Esta parte del proceso debe ser controlada de forma muy eficaz, ya que de aquí se obtienen grandes cantidades de humedad.
- *Tolva de extruder*: Esta tolva recolecta lo que llega del proceso anterior y es la parte principal del proceso porque ayuda a dar forma y tamaño a la pasta que viene desde el Acondicionador. Esto se logra gracias a que usa moldes para dar forma a las croquetas, también cuchillas para cortar de forma eficaz al producto. Es parte de un sistema continuo y de alta precisión para evitar desperdicios.
- *Secador 1*: Ayuda a que el producto llegue a niveles óptimos de humedad en las croquetas. Es una máquina que contiene tres divisiones encargadas de distribuir el producto uniformemente para ser secada en todas direcciones.
- *Zaranda 1*: Esta primera zaranda es encargada de liberar un poco de humedad al producto mediante un movimiento vibratorio. Se coloca una malla dependiendo del tamaño de la croqueta para que, mediante el movimiento, se clasifiquen los elementos con errores como rupturas o polvos.
- *Tolva de pre-engrase*: Se encarga de bañar a las croquetas de grasas, saborizantes y aceites que aportan con nutrientes. Aquí se mezclan la mayoría de los ingredientes.
- *Balanza líquidos 1*: Es donde se pesan los líquidos mediante programación y de acuerdo con una fórmula, para que de esta forma se mezclen en la tolva de pre-engrase.
- *Mezcladora 1*: Mezcla las croquetas con los aceites para que se distribuya de forma uniforme. Lo realiza mediante un movimiento rotacional que permite el direccionamiento total de lo que se encuentre dentro de la máquina.

- *Enfriador 1*: Aquí la máquina trata de bajar los niveles de temperatura de los elementos para que lleguen a la parte final, además de bajar un poco más los niveles de humedad de las croquetas.
- *Zaranda 2*: Esta segunda zaranda se utiliza para el producto terminado para separar las croquetas que tienen los estándares de calidad con croquetas que presenten rupturas, aplastamientos o polvos que no formen parte del producto final.
- *Clasificador*: Clasifica las croquetas mediante color, sabor y forma. Los productos finales embolsados vienen con porcentajes diferentes de croquetas dependiendo de las características anteriores.
- *Balanza*: Pesa las croquetas ya clasificadas para evitar desperdicios.
- *Mezcladora 2*: Mezcla todos los tipos de croquetas que van a ser utilizadas para el producto final.
- *Tolva producto terminado*: Recibe las croquetas para después ser embolsadas.
- *Embolsadoras*: Es la parte donde las bolsas ya llenas de acuerdo con las cantidades especificadas pasan por selladores para cerrarlas de forma que el producto llegue en formas óptimas al consumidor.

Producto de más alta demanda en BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.

Para la selección del producto con más alta demanda, se tomaron en cuenta solo los productos que pasan por la línea de extrusión, es decir, los alimentos destinados a mascotas como perros y gatos. Se analizaron 36 productos dentro del último semestre del 2021, desde julio hasta diciembre.

La tabla completa de ventas en el último semestre del 2021 se encuentra en los anexos.

En la tabla 15 se detallan los criterios de selección de los productos A, B y C, siendo A el que representa al 80%, B al 15% y C al 5% de participación en el mercado, donde mediante los resultados se obtuvo que existen 5 productos de categoría A (13,89% del total de productos), 14 de categoría B (38,89% del total de productos) y 17 de categoría C (47.22% del total de productos).

En la tabla 16 se aprecia mucho más a detalle los 36 productos analizados, donde se categorizan de la forma anterior de acuerdo con la participación, además que se muestra el porcentaje acumulado con respecto a la importancia del producto dentro de la empresa, por lo que dentro de la zona A se encuentra el producto Mambo Adulto 30 kg, Cani prime adulto pollo 31 kg, Caniadultos r. medianas y grandes 25 kg, Gatuco mix 18 kg, Canicachorros r. medianas y grandes 25 kg. El producto de Mambo Adulto de 30 kg es el más representativo para la empresa, produciéndose dentro del periodo de julio-diciembre del 2021 es de 2.844.030,00 kg (44,30% del total analizado).

Tabla 15. Tabulaciones de diagrama ABC

Categoría	Criterio	Cantidad	Participación
A	80%	5	13,89%
B	15%	14	38,89%
C	5%	17	47,22%
	100%	36	

Tabla 16. Productos determinados mediante ABC

N°	Artículo	Especie	Nombre Artículo	Ton total vendidos	% en inventario	Acum %	ABC
1	MNB-010	Perros	Mambo Adulto 30 kg	2.844,03	44,30%	44,30%	A
2	CANI-203	Perros	Cani Prime Adulto Pollo 31 kg	954,46	14,87%	59,16%	A
3	CANI-051	Perros	Caniadultos R. Medianas y Grandes 25 kg	532,33	8,29%	67,45%	A
4	GTC-010	Gatos	Gatuco Mix 18 kg	412,56	6,43%	73,88%	A
5	CANI-042	Perros	Canicachorros R. Medianas y Grandes 25 kg	375,80	5,85%	79,73%	A
6	MNB-015	Perros	Mambo Cachorro 30 kg	211,86	3,30%	83,03%	B
7	COC-004	Perros	Cocki Adulto Pollo 2 kg	130,76	2,04%	85,07%	B
8	CANI-024	Perros	Canimentos Senior 15 Kg. (Adultos Mayores)	116,64	1,82%	86,88%	B
9	CANI-050	Perros	Caniadultos R. Medianas y Grandes 9 Kg	83,40	1,30%	88,18%	B
10	COC-002	Perros	Cocki Cachorro Pollo 2 Kg	63,96	1,00%	89,18%	B
11	CANI-048	Perros	Caniadultos R. Medianas y Grandes 2 kg	52,36	0,82%	89,99%	B
N°	Artículo	Especie	Nombre Artículo	Ton total vendidos	% en inventario	Acum %	ABC

Tabla 16. Productos determinados mediante ABC (continuación)

12	CANI-039	Perros	Canicachorros R. Medianas y Grandes 2 kg	45,81	0,71%	90,71%	B
13	CANI-049	Perros	Caniadultos R. Medianas y Grandes 4 kg	41,03	0,64%	91,35%	B
14	CANI-036	Perros	Canicachorros Razas Pequeñas 2 kg	40,51	0,63%	91,98%	B
15	CANI-174	Perros	Cani Prime Adulto Pollo 2.2 kg	39,76	0,62%	92,60%	B
16	CANI-150	Perros	Cani Prime Adulto Pollo 454 gr	39,04	0,61%	93,20%	B
17	MNB-005	Perros	Mambo Adulto 2 kg	38,73	0,60%	93,81%	B
18	GTC-008	Gatos	Gatuco Mix 450 gr	36,84	0,57%	94,38%	B
19	CANI-044	Perros	Caniadultos Razas Pequeñas 2 kg	34,46	0,54%	94,92%	B
20	CANI-045	Perros	Caniadultos Razas Pequeñas 4 kg	29,17	0,45%	95,37%	C
21	CANI-040	Perros	Canicachorros R. Medianas Y Grandes 4 kg	28,59	0,45%	95,82%	C
22	CANI-152	Perros	Cani Prime Cachorro Pollo 454 gr	27,80	0,43%	96,25%	C
23	MNB-013	Perros	Mambo Cachorro 2 kg	26,05	0,41%	96,66%	C
24	GTC-009	Gatos	Gatuco Mix 2 kg	25,92	0,40%	97,06%	C
25	CANI-037	Perros	Canicachorros Razas Pequeñas 4 kg	25,83	0,40%	97,46%	C
26	NT-CAT008	Gatos	Nutritec Cat 2 kg	24,74	0,39%	97,85%	C
27	CANI-052	Perros	Canicachorros Razas Pequeñas 0.454 kg	21,72	0,34%	98,19%	C
28	COC-001	Perros	Cocki Cachorro Pollo 450 gr	20,02	0,31%	98,50%	C
29	COG-001	Gatos	Cocki Gatos 450 gr	19,61	0,31%	98,80%	C
30	CANI-183	Perros	Cani Prime Cachorro Pollo 2.2 kg	16,20	0,25%	99,06%	C
31	GAT-002	Gatos	Gatos Aki 1.5 kg.	14,22	0,22%	99,28%	C
32	COC-003	Perros	Cocki Adulto Pollo 450 gr	13,93	0,22%	99,49%	C
33	GAT-004	Gatos	Gatos Supermaxi 1.5 kg	12,51	0,19%	99,69%	C
34	CANI-038	Perros	Canicachorros R. Medianas Y Grandes 0.454 kg	9,22	0,14%	99,83%	C
35	GAT-001	Gatos	Gatos Aki 500 gr	5,36	0,08%	99,92%	C
36	CANI-043	Perros	Caniadultos Razas Pequeñas 0.454 kg	5,36	0,08%	100,00%	C
				6.421	100,00%		

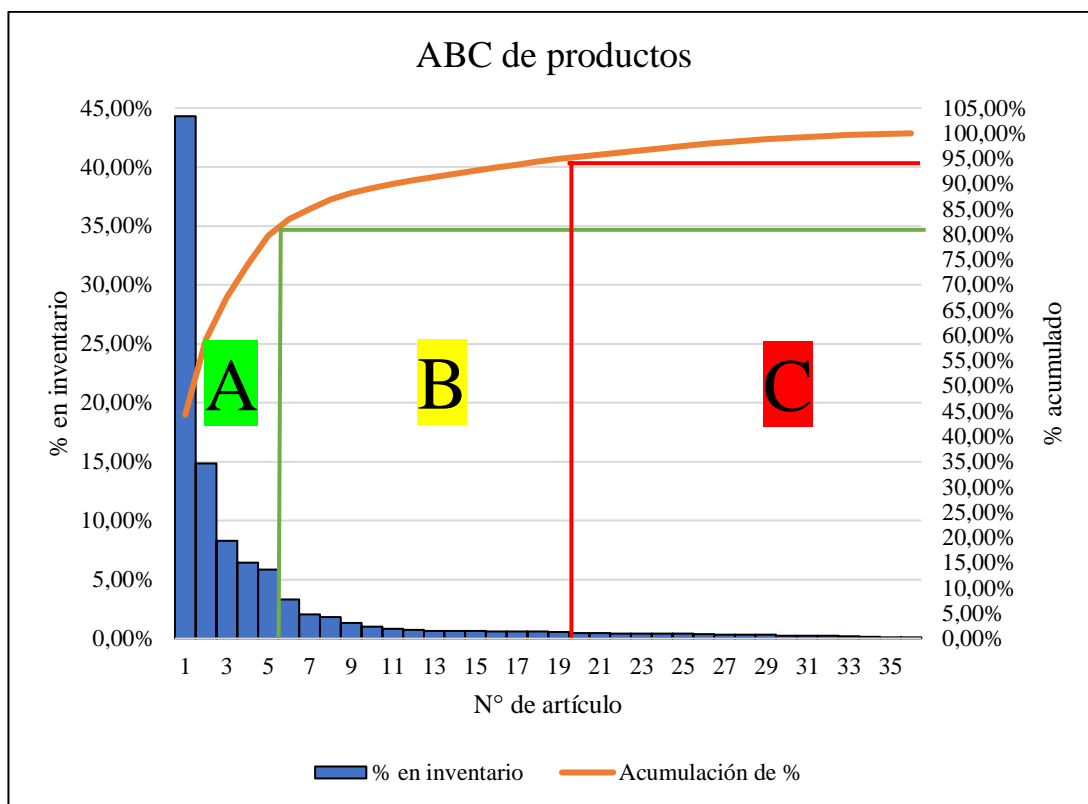


Figura 14. Diagrama ABC de Alimentos para mascotas

En la Figura 14 se especifica el diagrama ABC de alimentos para mascotas donde se observa que Mambo Adulto 30 kg tiene una alta participación considerándose el más importante.

Por lo que en la tabla 17 se especificarán los productos que pertenecen a la categoría A:

Tabla 17. Productos de categoría A en línea de extrusión

Producto	Participación	Especie
Mambo Adulto 30 kg	44,30%	Perros
Caní Prime Adulto Pollo 31 kg	14,87%	Perros
Caní adultos R. Medianas y Grandes 25 kg	8,29%	Perros
Gatuco Mix 18 kg	6,43%	Gatos
Canicachorros R. Medianas y Grandes 25 kg	5,85%	Perros

Estudio de tiempos de la situación actual


En este caso es de suma importancia considerar que se analizará el proceso de realización del producto Mambo Adulto 30kg, ya que representa gran parte de la participación y producción en la empresa BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.

Por lo que se utilizará el método de vuelta a cero de cronometraje para la toma de tiempos, donde se necesita reiniciar la toma de tiempos cada que se termina una operación o actividad. También será necesario la utilización de la tabla 2 donde se especifican el número de observaciones a tomar de acuerdo con el tiempo de ciclo de cada operación. Con ello se podrá realizar el cálculo del tiempo normal y estándar de las operaciones en un lote de producción.

Identificación de las operaciones

Para el estudio de tiempos de la situación actual hay que conocer a detalle todas las actividades que ya se describieron en la explicación del proceso de dosificado y de extrusión. Cabe mencionar que existen dos líneas extrusoras pero que tienen los mismos procesos y se utilizan para el aumento de la capacidad en producción. Las actividades que se identificaron en la línea de dosificado se representan en la Tabla 18:

Tabla 18. Actividades del área de dosificado

Actividades de Dosificado	
Actividades	Subactividades
1. Montaje y peso de los macroingredientes a las tolvas	
2. Descarga de macroingredientes en báscula	
3. Transporte de bandas 1	
4. Transporte de elevador 1	
5. Mezclado 1	
6. Carga de tolvas a premolienda	6.1.Montaje de microingredientes
	6.2.Descarga de microingredientes en báscula
7. Mezclado 2	
8. Transporte de bandas 2	
9. Transporte de elevador 2	

Las actividades que se identificaron en la línea de extrusión se presentan en la tabla 19:

Tabla 19. Actividades del área de extrusión



Actividades de Extrusión	
Actividades	Subactividades
1. Inspección de mezcla que llega de dosificador	
2. Almacenamiento de materia prima	
3. Envío de materia prima hacia las tolvas	
4. Preparación de acondicionador (horno de cocción)	4.1. Programación de temperatura y tiempo de cocción
5. Transporte de mezcla a tornillo de cocción mecánica	
6. Preparación de tornillos de cocción mecánica	6.1. Preparación de cuchillas para corte de extruder
	6.2. Preparación de criba para extruder
7. Colocación de matriz en extruder	7.1. Colocación de cuchillas en extruder
8. Programación de máquina extrusora	
9. Procesamiento de la mezcla	
10. Transporte de croquetas procesadas a secador	
11. Preparación de secador	11.1. Programación de temperatura y velocidad de secador
12. Secado de las croquetas para disminuir humedad	
13. Inspección de calidad de croqueta después de secado	
14. Transporte de croquetas a primer zarandeo	
15. Colocación de mallas para limpieza por zarandeo	
16. Transporte de croquetas hacia engrase	
17. Preparación de grasas, aceites y saborizantes	17.1. Preparación de tolva para engrase
18. Engrase de croquetas con aceites y saborizantes	
19. Mezcla de croquetas	
20. Transporte de croquetas a enfriador	
21. Preparación de enfriador	21.1. Programación de temperatura y velocidad de enfriador
22. Transporte de croquetas para segundo zarandeo	
23. Colocación de mallas para limpieza por zarandeo	
24. Transporte de croquetas para clasificador de croquetas	
25. Preparación de clasificador	25.1. Programación de clasificador de acuerdo con el producto
26. Llegada de croquetas clasificadas a tolvas	
27. Descarga de croquetas de tolvas para embolsar	
28. Preparación de fundas para embolsar	28.1. Preparación de máquina embolsadora
	28.2. Programación de cantidades para las bolsas

Tabla 19. Actividades del área de extrusión (continuación)

Actividades de Extrusión	 <i>Pasión por nutrición</i>
Actividades	Subactividades
29. Colocación de funda en tolva	
30. Descargue de croquetas en funda	
31. Transporte de funda a máquina de sellado	
32. Sellado de fundas	
33. Transporte de fundas para almacenamiento	
34. Almacenamiento de producto terminado	

De esta forma se pueden clasificar las actividades y subactividades mediante la siguiente figura 15:

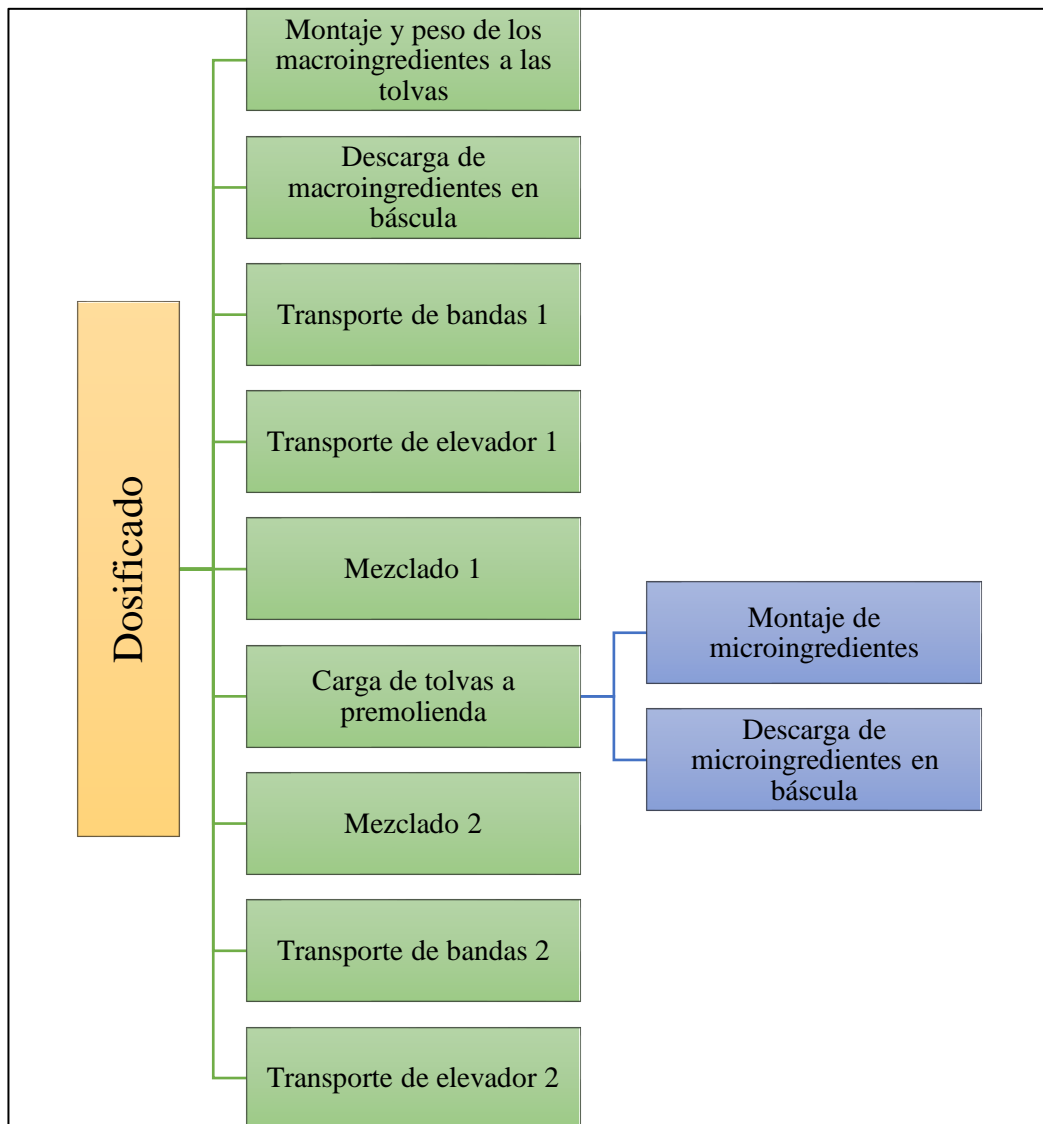


Figura 15. Dosificado: Actividades y subactividades

En la figura 16 se representan el esquema de las actividades de Extrusión:

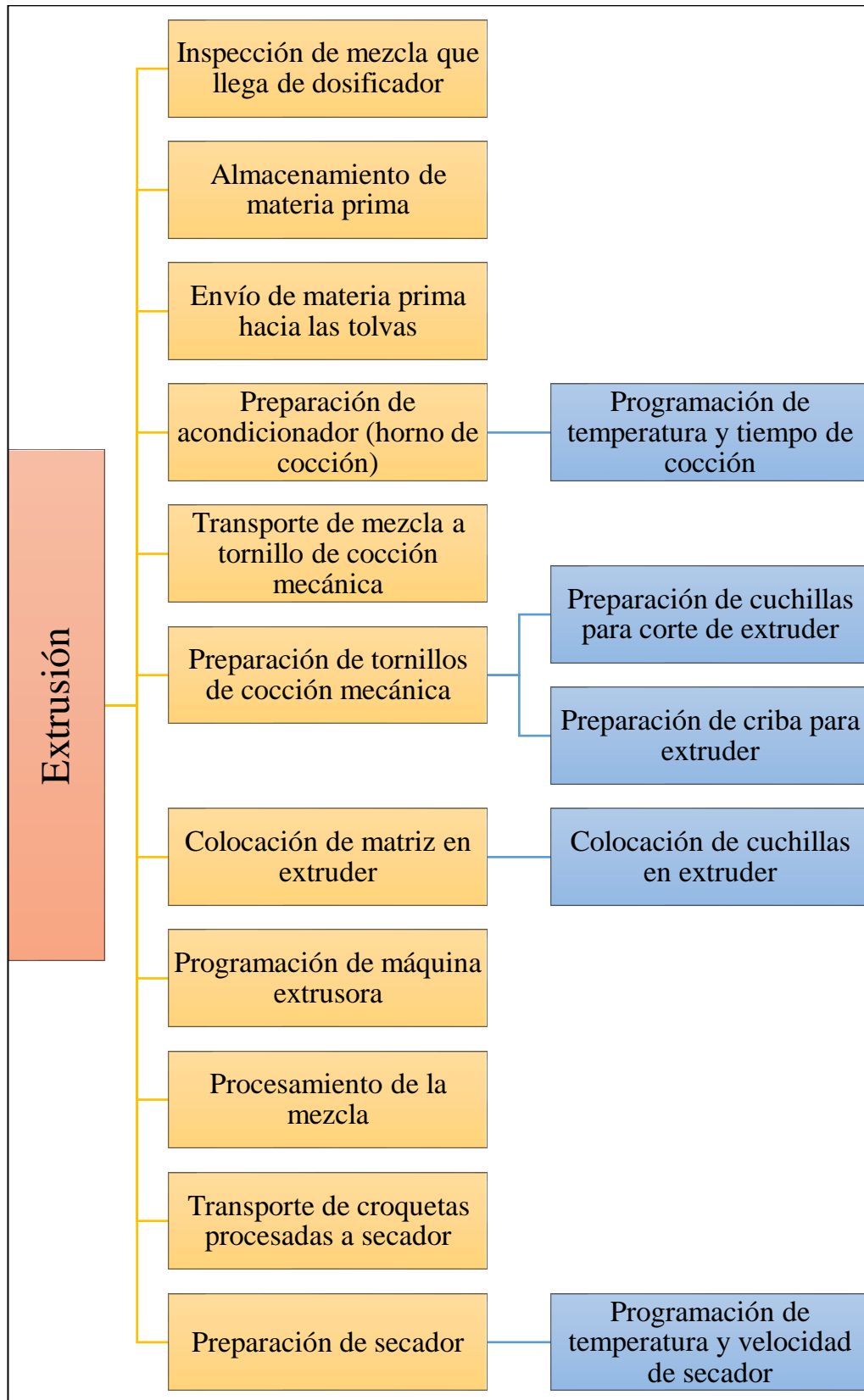
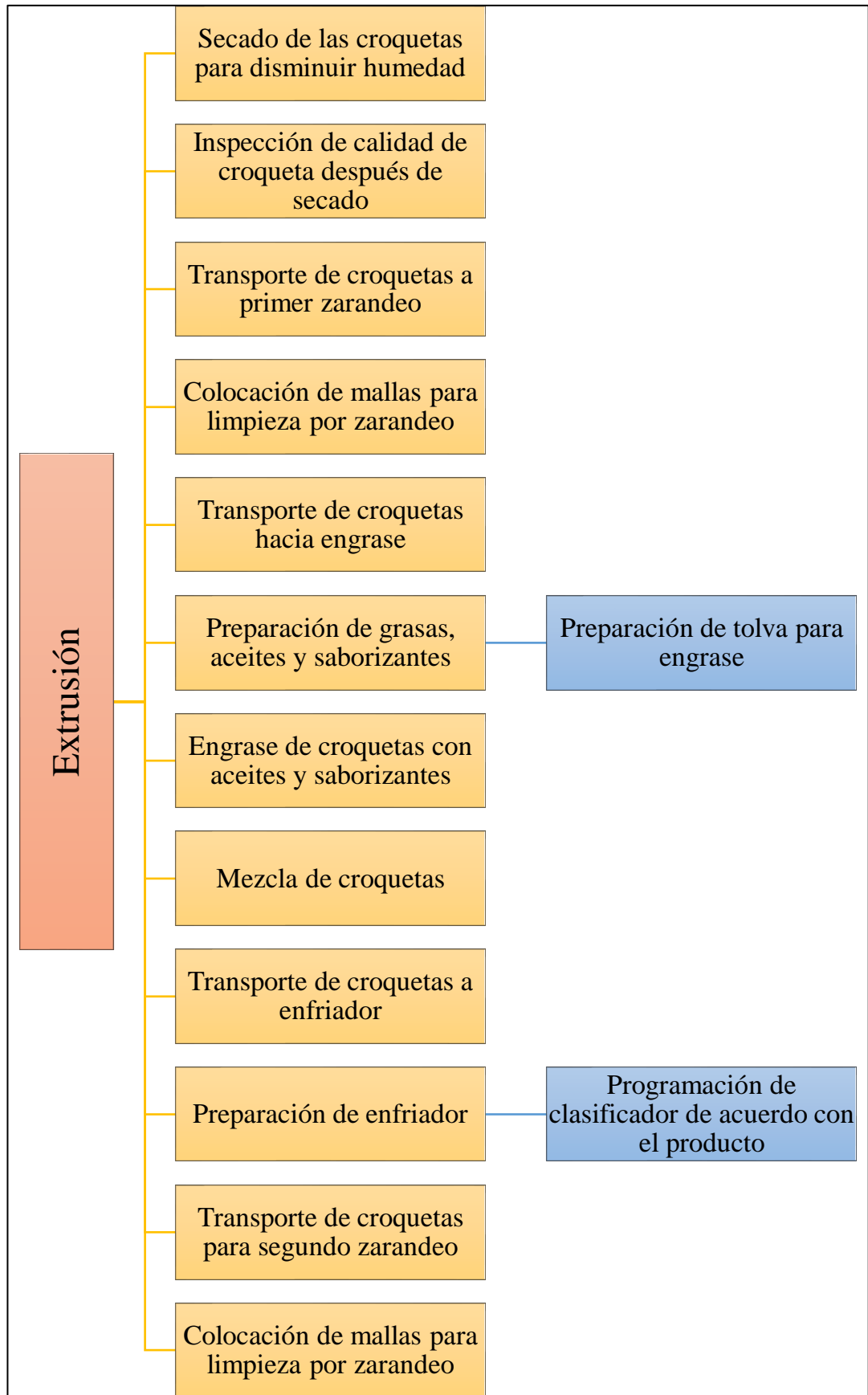
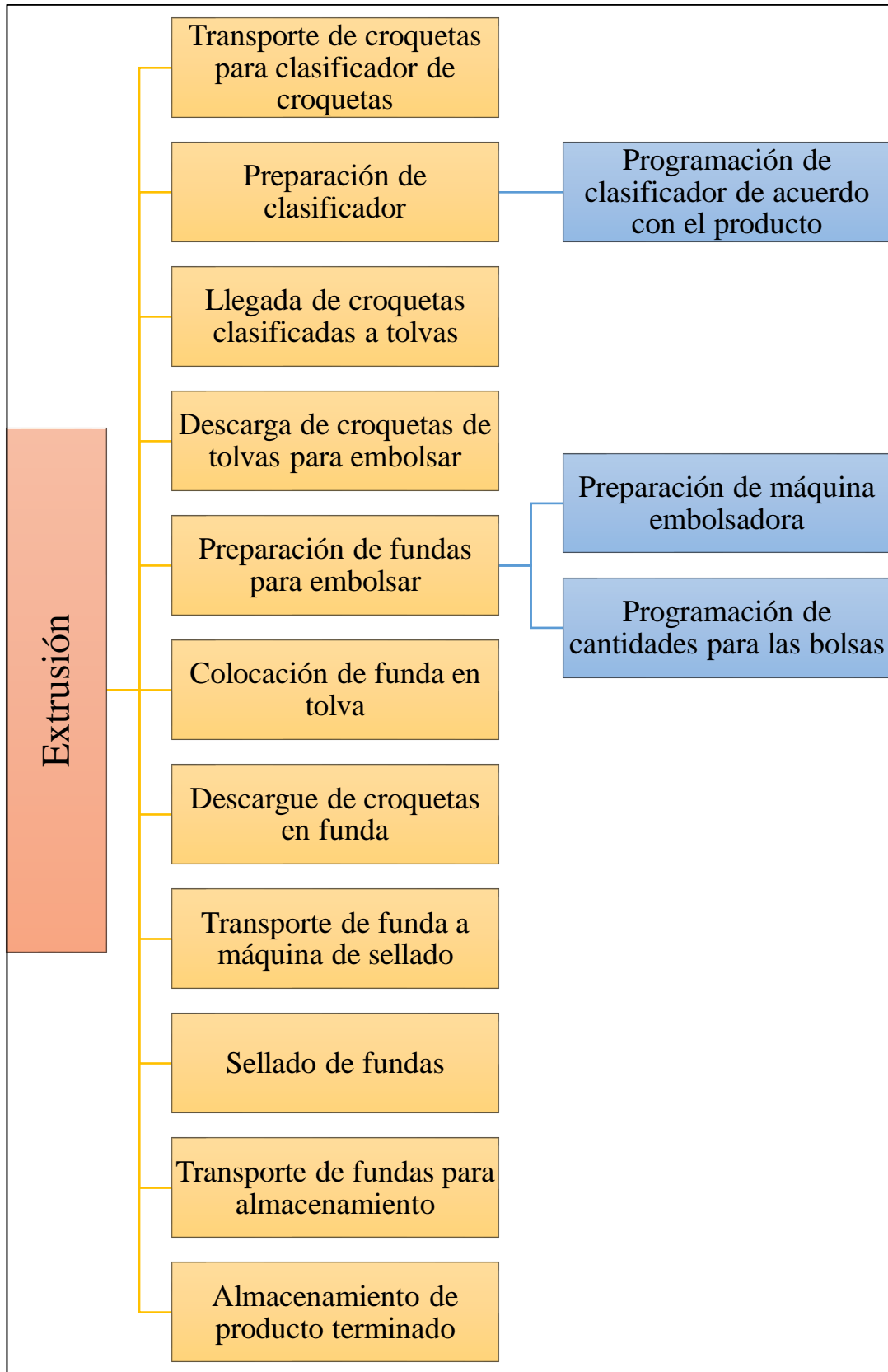


Figura 16. Extrusión: Actividades y subactividades



Extrusión: Actividades y subactividades (continuación)



Extrusión: Actividades y subactividades (continuación)

Personal de área de dosificado y extrusión



El área de dosificado y de extrusión se complementan. La empresa cuenta con un sistema de automatización muy completo que evita que los operarios tengan que involucrarse directamente con el proceso, evitando problemas de fatiga constante o accidentes laborales. El área de automatización usa un sistema SCADA donde se representan todos los procesos de dosificado, extrusión y pelletizado, utilizando solo a un operario encargado de utilizar el sistema SCADA para la dosificación de materias primas dependiendo del producto que se tenga planificado para ese día.

Existen dos operarios inspectores, uno que se encuentra manejando los procesos de SCADA trabajando las 8 horas de la jornada laboral, y otro operario que se encarga de mantener estable los procesos dentro de los estándares y que se encuentra la jornada completa dentro de la planta.

También existen operarios de producción y calidad que se encargan del abastecimiento manual y control de materiales que se encuentran en la planta, con el fin de brindar apoyo a las máquinas y estas queden sin abastecimiento. Otros operarios se encargan de las preparaciones de cribas, mallas y cuchillas para la línea extrusora.

En la tabla 20 se presentan figuras que representan los uniformes que utilizan los trabajadores de la parte de producción, para que se puedan identificar de mejor forma.

Tabla 20. Uniformes de personal de planta

Uniformes en la planta de producción		
		
Mantenimiento	Calidad	Producción

Las actividades ya identificadas se las ordenó dentro del cursograma de la tabla 21 y 22, siendo de los procesos de dosificado y extrusión respectivamente.

Tabla 21. Cursograma sinóptico para dosificado de Mambo Adulto 30kg

Cursograma de proceso de producto Mambo Adulto 30kg					
Método:	Actual		Realizado por:	Gonzalo Andaluz	
Operación:	Dosificado Mambo Adulto 30kg		Fecha:	20/10/2022	
Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo (min)	Símbolo	Actividad	
12 49 60 45,50	3,81		1	Montar y pesar de los macroingredientes a las tolvas	
	1,12		2	Descargar de macroingredientes en báscula	
	0,81		1	Transporte de bandas 1	
	0,81		2	Transporte de elevador 1	
	0,72		3	Mezclado 1	
		1,58			Carga de tolvas a premolienda
	3,13	0,86		4	Montar de microingredientes
				4.1	Descarga de microingredientes en báscula
				4.2	
	3,66			5	Mezclado 2
	0,81			3	Transporte de bandas 2
	0,81			4	Transporte de elevador 2

Tabla 22. Cursograma sinóptico de extrusión de Mambo Adulto 30kg

Cursograma de proceso de producto Mambo Adulto 30kg				
Método:	Actual	Realizado por:	Gonzalo Andaluz	
Operación:	Extrusión Mambo Adulto 30kg	Fecha:	20/10/2022	
Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo (min)	Símbolo	Actividad
45	13,67		1	Inspección de mezcla que llega de dosificador
	5,12		1	Almacenamiento de materia prima
	0,75		1	Envío de materia prima hacia las tolvas
8		1,14	1	Preparación de acondicionador (horno de cocción)
	6,42		1.1	Programación de temperatura y tiempo de cocción
	0,81		2	Transporte de mezcla a tornillo de cocción mecánica
		3,34	2	Preparación de tornillos de cocción mecánica
	15,72	1,56	2.1	Preparación de cuchillas para corte de extruder
			2.2	Preparación de criba para extruder
	0,89	0,89	3	Colocación de matriz en extruder
			3.1	Colocación de cuchillas en extruder
15	3,56		4	Programación de máquina extrusora
	45,37		5	Procesamiento de la mezcla
	0,75		3	Transporte de croquetas procesadas a secador

Tabla 22. Cursograma sinóptico de extrusión de Mambo Adulto 30kg (continuación)

18	2,45	2,50		Preparación de secador				
	25,89			7	Programación de temperatura y velocidad de secador			
	12,45			2	Secado de las croquetas para disminuir humedad			
	25	0,85	2,76		Inspección de calidad de croqueta después de secado			
		2,76			8	Transporte de croquetas a primer zarandeo		
		0,85			5	Colocación de mallas para limpieza por zarandeo		
	7	3,56	2,76		Transporte de croquetas hacia engrase			
		16,98			10	Preparación de grasas, aceites y saborizantes		
		5,76			11	Preparación de tolva para engrase		
		0,81			6	Engrase de croquetas con aceites y saborizantes		
		16,87			12	Mezclar de croquetas		
		16			1,08	2,56		Transporte de croquetas a enfriador
					2,65			13	Preparación de enfriador
					Programación de temperatura y velocidad de enfriador			
					Transporte de croquetas para segundo zarandeo			
					Colocación de mallas para limpieza por zarandeo			

Tabla 22. Cursograma sinóptico de extrusión de Mambo Adulto 30kg (continuación)

12	0,87	3,53		Transporte de croquetas para clasificador de croquetas									
	6,58			Preparación de clasificador									
				Programación de clasificador de acuerdo con el producto									
	2,45			Llegada de croquetas clasificadas a tolvas									
	4,65			Descarga de croquetas de tolvas para embolsar									
				Preparación de fundas para embolsar									
	0,89			Preparación de máquina embolsadora									
	1,06			Programación de cantidades para las bolsas									
				Colocación de funda en tolva									
	0,12			Descargue de croquetas en funda									
	0,15			Transporte de funda a máquina de sellado									
	1			0,06	0,09	0,26	0,18	0,06	0,09	0,26	0,18	0,06	0,09	0,26	0,18	Sellado de fundas
													Transporte de fundas para almacenamiento
													Almacenamiento de producto terminado

De acuerdo con este estudio, se tiene la tabla 23 del resumen de las actividades para simplificar la información:

Tabla 23. Resumen de cursograma

Elemento		Distancia (m)	Tiempo (min)	Cantidad
Operación	○		254,68	36
Transporte	⇒	316,5	12,78	15
Inspección	□		26,12	2
Espera	D		0,00	0
Almacenamiento	▽		5,30	2
Total		316,5	298,88	55

Ratio de operaciones

Gracias al resumen realizado se estima la ratio de operaciones para el producto Mambo Adulto 30 kg. Se realiza con el fin de conocer el porcentaje de actividades que agregan valor al producto, como también el tiempo en el que se encuentra dentro de estas operaciones con respecto al total. Ayuda a la identificación de tiempos muertos y también a conocer si existen muchas actividades que demoren el proceso de producción.

$$\text{Ratio de Operación} = \frac{\text{tiempo de operación}}{\text{tiempo total}} * 100 \quad (7)$$

$$\text{Ratio de operación} = \frac{325,87}{370,07} * 100$$

$$\text{Ratio de operación} = 0,8805 * 100 = 88,05\%$$

De acuerdo con el tiempo de procesamiento dentro de la planta, los procesos que agregan valor al producto de buena manera representan el 88,05% del total del tiempo invertido, pero hay que tomar en cuenta que el proceso es muy largo, tardando 325,87 minutos (5,43 horas), un proceso muy largo en donde las máquinas ocupan gran parte del tiempo debido al tipo de procesos que maneja la planta de procesamiento. Por otro lado, se tiene la ratio de operación de acuerdo con las operaciones y el total de actividades realizan, por lo que se tiene la siguiente operación.

$$\text{Ratio de Operación} = \frac{\text{operaciones}}{\text{actividades}} * 100 \quad (8)$$

$$\text{Ratio de operación} = \frac{36}{55} * 100$$

$$\text{Ratio de operación} = 0,6545 * 100 = 65,45\%$$

Por otro lado, existen muchas actividades de movilización que interrumpen los procesamientos y operaciones normales, con lo que el porcentaje de operaciones que se realiza con respecto a las actividades es del 65,45%, lo que trata de mostrar que el producto de Mambo Adulto 30 kg tiene 34,55% de las actividades que no aportan para la realización del producto final, y que en este caso se utilizan 15 transportes para que el producto pueda terminar de procesarse.

Las actividades se clasificarán en grupos de actividades y codificarán para obtener un mejor resultado y organización de los datos. Por lo que se obtendrán las siguientes observaciones de acuerdo con la tabla 24.

Tabla 24. Número de observaciones de las operaciones

Número de observaciones			
Área	Operación	Tiempo observado (min)	Observaciones
Dosificado	Dosificado	18,12	8
Extrusión	Molienda	24,03	5
	Extrusión	72,08	3
	Secado	47,76	3
	Mezclado	53,9	3
	Clasificación	17,21	8
	Embolsado	65,78	10

En la gráfica 17 se representa una gráfica de barras sobre la operación y el tiempo que tarda en realizarse cada una. En este caso el tiempo que más tarda es el de extrusión (116,13 min), pero es el más importante ya que es la parte fundamental del proceso. Por otro lado, la parte de clasificación es la que menos tarda por la facilidad que brindan las máquinas automáticas.

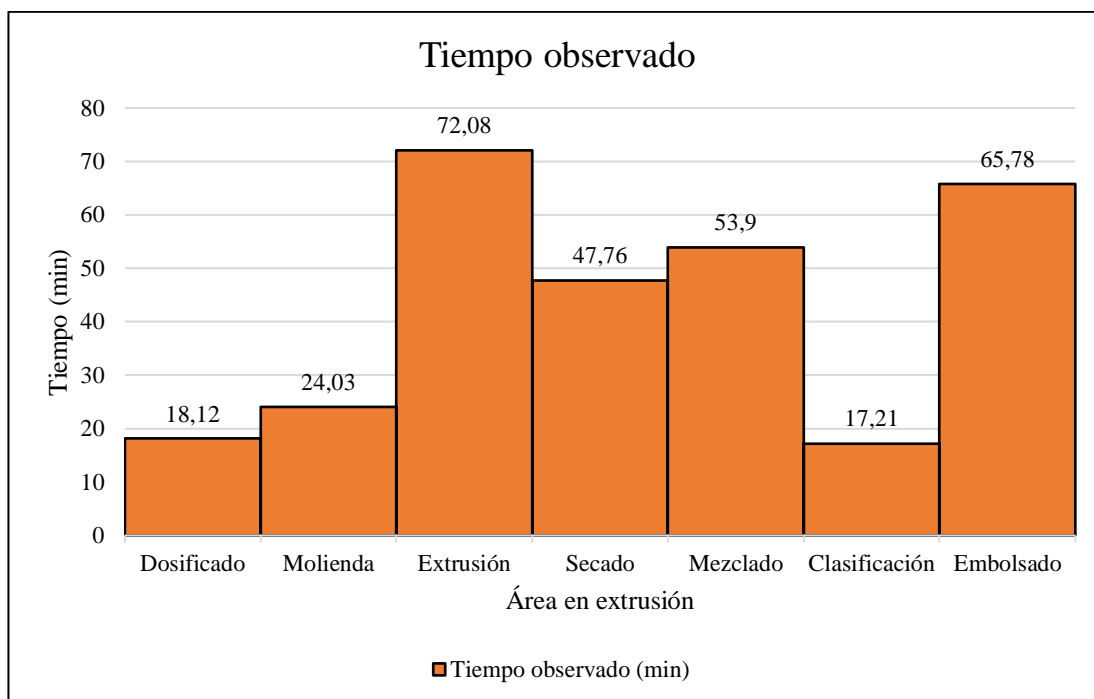


Figura 17. Gráfica comparativa de tiempos de actividades

Estas operaciones tienen que ser codificadas y clasificadas para obtener un mejor resultado en las mediciones. En la tabla 25 se especifican las actividades del área de dosificado y en la tabla 26 las del área de extrusión:

Tabla 25. Clasificación de actividades en área de dosificado


BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.		Estudio N°1
		
Área de Dosificado		
Elementos	Código	
Operación de dosificado		
Montaje y peso de los macroingredientes a las tolvas	A1	
Descarga de macroingredientes en báscula	A2	
Transporte de bandas 1	A3	
Transporte de elevador 1	A4	
Mezclado 1	A5	
Carga de tolvas a premolienda	A6	
Montaje de microingredientes	A7	
Descarga de microingredientes en báscula	A8	
Mezclado 2	A9	
Transporte de bandas 2	A10	
Transporte de elevador 2	A11	

Tabla 26. Clasificación de actividades en área de extrusión



BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.	Estudio N°2
	
Área de Extrusión	
Elementos	Código
Operación de molienda	
B	
Inspección de mezcla que llega de dosificador	B1
Almacenamiento de materia prima	B2
Envío de materia prima hacia las tolvas	B3
Preparación de acondicionador (horno de cocción)	B4
Programación de temperatura y tiempo de cocción	B5
Transporte de mezcla a tornillo de cocción mecánica	B6
Operación de extrusión	
C	
Preparación de tornillos de cocción mecánica	C1
Preparación de cuchillas para corte de extruder	C2
Preparación de criba para extruder	C3
Colocación de matriz en extruder	C4
Colocación de cuchillas en extruder	C5
Programación de máquina extrusora	C6
Procesamiento de la mezcla	C7
Transporte de croquetas procesadas a secador	C8
Operación de secado	
D	
Preparación de secador	D1
Programación de temperatura y velocidad de secador	D2
Secado de las croquetas para disminuir humedad	D3
Inspección de calidad de croqueta después de secado	D4
Transporte de croquetas a primer zarandeo	D5
Colocación de mallas para limpieza por zarandeo	D6
Transporte de croquetas hacia engrase	D7
Operación de mezclado	
E	
Preparación de grasas, aceites y saborizantes	E1
Preparación de tolva para engrase	E2
Engrase de croquetas con aceites y saborizantes	E3
Mezcla de croquetas	E4
Transporte de croquetas a enfriador	E5
Preparación de enfriador	E6
Programación de temperatura y velocidad de enfriador	E7
Transporte de croquetas para segundo zarandeo	E8
Colocación de mallas para limpieza por zarandeo	E9
Transporte de croquetas para clasificador de croquetas	E10
Operación de clasificación	
F	
Preparación de clasificador	F1
Programación de clasificador de acuerdo con el producto	F2
Llegada de croquetas clasificadas a tolvas	F3
Descarga de croquetas de tolvas para embolsar	F4

Tabla 26. Clasificación de actividades en área de extrusión (continuación)

BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.	Estudio N°2
	
Área de Extrusión	
Elementos	Código
Operación de embolsado	G
Preparación de fundas para embolsar	G1
Preparación de máquina embolsadora	G2
Programación de cantidades para las bolsas	G3
Colocación de funda en tolva	G4
Descargue de croquetas en funda	G5
Transporte de funda a máquina de sellado	G6
Sellado de fundas	G7
Transporte de fundas para almacenamiento	G8
Almacenamiento de producto terminado	G9

Cálculo de suplementos

Antes de empezar con el estudio de tiempos y conociendo las actividades, es necesario realizar el cálculo de los suplementos que se necesitarán para los operadores que trabajan en cada área del proceso. Para ello se utilizará la tabla de suplementos de la OIT ya descrita en el Marco Teórico. Los suplementos solo aplican dentro de los procesos donde intervenga la mano del hombre, por lo cual se ha estimado un valor de cero en las operaciones donde solo interviene maquinaria.

Estimación de la Valoración del trabajo

De igual forma esta estimación se realizará mediante la tabla ya descrita en el marco teórico, tomando como referencia especialmente al valor de 1 donde el operario se encuentra calificado y realiza sus tareas de forma adecuada y en los tiempos requeridos.

Área de dosificado

Suplementos y tiempos en Dosificado

A continuación, se realiza la estimación de los suplementos para la operación de dosificado en la tabla 27 y la toma de tiempos de acuerdo con la muestra en la tabla 28. El resto del estudio se encuentra en el Anexo 3.

Tabla 27. Suplementos de dosificado



Estimación de Suplementos		 <i>Pasión por nutrición</i>	
Área	Dosificado		
Operación	Dosificado		
Suplementos		Operario	
		M	F
Constantes	Necesidades personales	5	....
	Fatiga	4	....
Variables	Por trabajo de pie	2	....
	Postura anormal	0	....
	Uso de fuerza o energía muscular	3	....
	Mala iluminación	0	....
	Condiciones atmosféricas	0	....
	Concentración intensa	2	....
	Ruido	0	....
	Tensión mental	1	....
	Monotonía	0	....
	Tedioso	0	....
Total		17	....
S		0,17	....

Tabla 28. Estudio de tiempos de dosificado

Estudio de tiempos									Fecha:	07/11/2022				
Área	Dosificado					Estudio			1					
Operación	Dosificado					Operario			Hombre					
Tiempo	Minutos					Hora inicio			8:30 am					
Investigador	Gonzalo Andaluz					Hora fin			10:00 am					
Actividades de dosificado	1	2	3	4	5	6	7	8	TT	TP	Vd	TN	S	Ts
A1	3,81	3,46	3,89	3,78	3,98	3,67	3,81	3,89	30,29	3,79	1,00	3,79	0,17	4,43
A2	1,12	1,14	1,23	1,15	1,11	1,12	1,20	1,18	9,25	1,16	1,00	1,16	0,17	1,35
A3	0,81	0,89	0,82	0,88	0,80	0,79	0,81	0,80	6,60	0,83	1,00	0,83	....	0,83
A4	0,81	0,87	0,88	0,79	0,79	0,80	0,81	0,83	6,58	0,82	1,00	0,82	....	0,82
A5	0,72	0,71	0,75	0,76	0,79	0,80	0,73	0,74	6,00	0,75	1,00	0,75	....	0,75
A6	03,13	3,15	3,17	3,16	3,25	3,20	3,11	3,18	25,35	3,17	1,00	3,17	0,17	3,71
A7	1,58	1,57	1,57	2,00	1,45	1,87	1,65	1,55	13,24	1,66	1,00	1,66	0,17	1,94
A8	0,86	0,89	0,87	0,85	0,79	0,82	0,81	0,87	6,76	0,85	1,00	0,85	0,17	0,99
A9	3,66	3,67	3,87	3,69	3,67	3,65	3,71	3,60	29,52	3,69	1,00	3,69	....	3,69
A10	0,81	0,80	0,89	0,83	0,84	0,81	0,83	0,80	6,61	0,83	1,00	0,83	....	0,83
A11	0,81	0,84	0,87	0,82	0,84	0,89	0,81	0,81	6,69	0,84	1,00	0,84	....	0,84
TOTAL														20,17
TT: tiempo total TP: Tempo promedio Vd: Valoración de desempeño TN: Tiempo normal S: Suplementos Ts: Tiempo estándar														

Resumen del tiempo estándar actual

De acuerdo con el método actual de la toma de tiempos del proceso de dosificado y extrusión de alimento para mascotas, se debe realizar el cálculo de las capacidades de producción de cada tipo de operación. En la tabla 29 se resumen los tiempos estándar que tarda cada operación en un lote de producción. Hay que tomar en cuenta que un lote se refiere a un lote, correspondiente a 4600 kg que viene desde el dosificado hasta la zona extrusora que tiene una capacidad tan solo de 3120 kg por hora (3.12 Ton/h), entonces se tiene la siguiente síntesis.

Tabla 29. Resumen del tiempo actual

Resumen del tiempo estándar actual		
Área	Operación	Ts/lote (min)
Dosificado	Dosificado	20,17
Extrusión	Molienda	27,70
	Extrusión	75,87
	Secado	49,50
	Mezclado	56,75
	Clasificación	18,85
	Embolsado	75,57

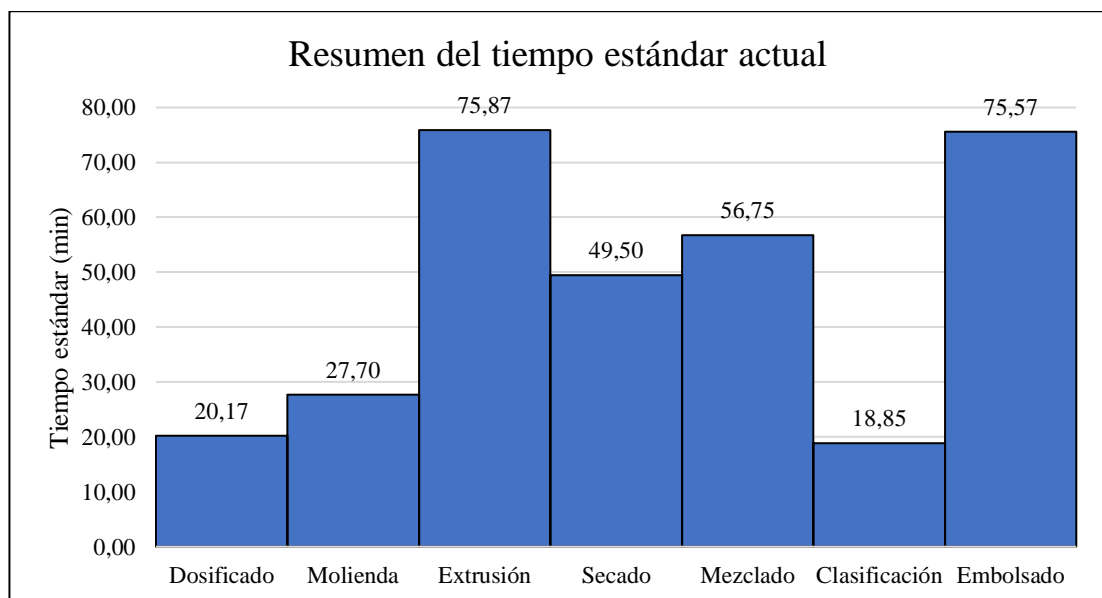


Figura 18. Gráfica resumen del tiempo estándar actual

En la figura 18 se presenta un gráfico del resumen de los tiempos estándar. El tiempo más primordial y significativo es de la extrusora, ya que es donde el proceso toma forma y es el más importante para agregar valor a todo el sistema productivo, con un

tiempo de 75,87 minutos, siguiendo la zona de embolsado que se tomó en cuenta los tiempos que tarda en realizar un lote completo, toma alrededor de 75,57 minutos para que los operarios puedan embolsar todo un lote en sacos de 30 kg.

Capacidad de producción estándar (Cps)

La capacidad de producción se debe medir de acuerdo con los tiempos estándar medidos en la sección anterior, tomando en cuenta que el lote cuenta con 4600 kg de materia prima que viene desde el dosificado, y que cada bolsa de alimento Mambo Adulto es de 30 kg, se debería tener 153 sacos del producto.

La empresa BIOALIMENTAR CÍA. LTDA. trabaja 2 turnos de 8 horas cada uno, en este caso solo se tomará el primer turno que es de 08h00 a 16h00, con una destinada al almuerzo, 20 minutos para un receso y 10 minutos desperdiciados por movimientos innecesarios. Tomando en cuenta estas especificaciones, la medición de la capacidad se realizará en una jornada laboral normal en donde intervienen los operarios correspondientes de cada operación.

Por lo tanto, para conocer la jornada laboral se realizará el siguiente cálculo:

$$\mathbf{Jornada\ Laboral} = 8h * \frac{60\ min}{1h} = 480\ min \quad (9)$$

La fórmula para el cálculo de la producción estándar es el siguiente:

$$\mathbf{Cp_s} = \frac{\mathbf{Jornada\ Laboral}}{\mathbf{Tiempo\ estándar\ (Ts)}} \quad (10)$$

- Dosificado

Capacidad de producción por lote:

$$\mathbf{Cp_s} = \frac{480\ \frac{\min}{\text{día}}}{20,17\ \frac{\min}{\text{lote}}} = 23,80\ \frac{\text{lotes}}{\text{día}} \sim 24\ \frac{\text{lotes}}{\text{día}}$$

Capacidad de producción por sacos de 30 kg:

$$24\ \frac{\text{lotes}}{\text{día}} * \frac{153\ \text{sacos}}{\text{lote}} = 3672\ \text{sacos}$$

Se repite el cálculo para el resto de las operaciones. Ya habiendo obtenido la capacidad de producción de cada operación, en la tabla 30 se resumen las capacidades y tiempos de producción de la línea.

Tabla 30. Capacidad de tiempo y producción de línea Mambo Adulto 30 kg

Operación	Ts/lote (min)	Cp (Lotes)	Cpr (Lotes)	Tc real (min)	Tm (min)
Dosificado	20,17	23,80	6	76	55,70
Molienda	27,70	17,33	6	76	48,17
Extrusión	75,87	6,33	6	76	0,00
Secado	49,50	9,70	6	76	26,37
Mezclado	56,75	8,46	6	76	19,12
Clasificación	18,85	25,46	6	76	57,02
Embolsado	75,57	6,35	6	76	0,30

Cuello de botella

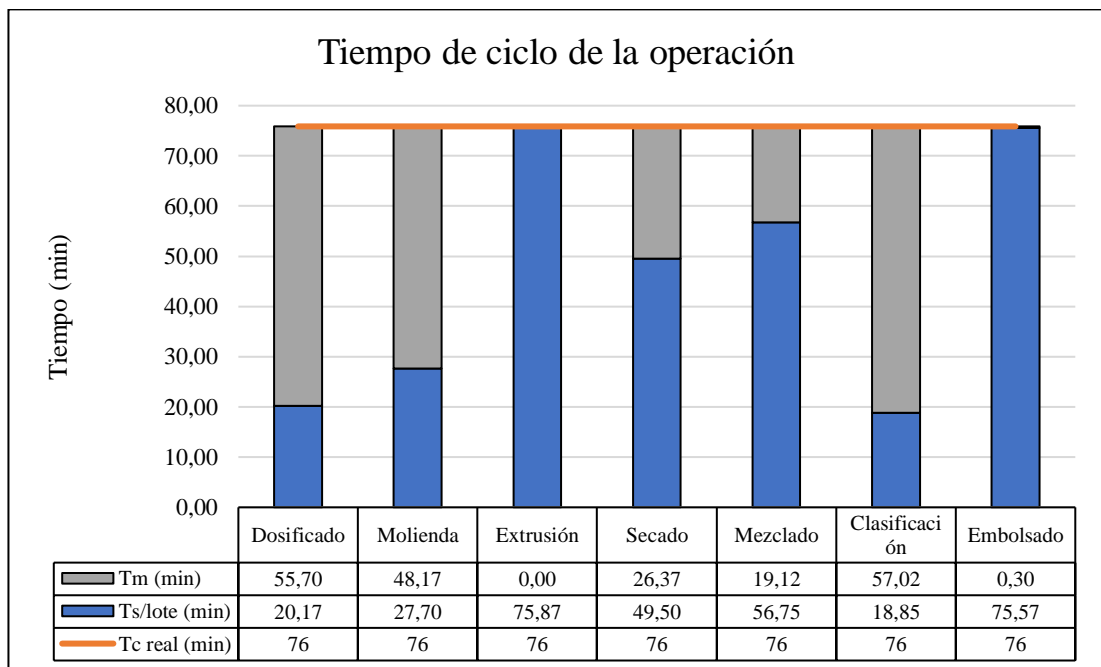


Figura 19. Tiempos de ciclo y tiempos muertos en operaciones

En la figura 19 se puede observar de mejor forma los tiempos muertos que tiene cada operación, puesto que la operación que más tarda es la extrusora, teniendo un tiempo de 75,87 minutos. Este tiempo es el tiempo de ciclo real de la operación, puesto que es el cuello de botella de la operación, siendo el que da el ritmo de las demás

operaciones. En total en tiempos muertos suman 206,69 minutos en los cuales las operaciones no realizan ningún trabajo. Ahora es importante mencionar que a línea de dosificado forma parte de todos los procesos en todas las líneas de productos que tiene la empresa, es decir que siempre se encuentra trabajando durante las 8 horas de trabajo.

Por otro lado, las operaciones de Molienda, Secado, Mezclado y Clasificación si pertenecen exclusivamente al proceso de extrusión, por lo cual estos si se encuentran siempre detenidos cuando la línea extrusora no está trabajando. La operación de Embolsado también forma parte de todas las líneas de productos de la empresa, por lo que mientras no se realiza productos por la línea de extrusión, pueden seguir embolsando productos que lleguen por pellet o harinas.

Manufactura esbelta dentro del proceso de extrusión

Dentro de la identificación de los problemas, hay que tomar en cuenta los causantes de estos, donde a pesar de tener una infraestructura automatizada en su gran parte, existen muchos fallos de los operarios en cuanto a la pérdida de tiempos por mantenimientos inoportunos en maquinarias, malas formulaciones de los productos o por falta de competencia entre los operarios. Este es el motivo principal de este estudio, ya que se propone intervenir estos problemas mediante un sistema de manufactura esbelta en todo el proceso de extrusión, aplicando la filosofía en BIOALIMENTAR CÍA. LTDA. se pretende la optimización de los procesos al eliminar tiempos muertos y desperdicios de materia prima que a su vez genera pérdida de dinero.

Por este motivo, el análisis se aplicará mediante una etapa de la situación inicial de la empresa gracias a un diagnóstico por medio de un diagrama VSM y conocer los procesos que generan desperdicios, a su vez que ayudaría a la identificación de nuevas herramientas que permitan minimizar o eliminar desperdicios basados en la filosofía de Manufactura esbelta.

Mapeo de la cadena de valor (VSM)

Esta es la etapa se utiliza una herramienta de diagnóstico conocido como Mapeo de la Cadena de Valor (VSM) que tiene como objetivo la identificación de los desperdicios mediante el seguimiento de los procesos de forma secuencial, que parte desde el pedido de materia prima hasta el envío al cliente de los productos.

Se ha considerado la situación actual de la empresa, tomando en cuenta los datos que se presentan en la tabla 38, donde se especifican el tiempo de producción de la empresa, siendo la jornada de trabajo de 8 horas (480 min). La línea de extrusión trabaja en promedio los 20 días al mes, en los cuales, según datos proporcionados por base de datos de producción, su última demanda fue de 370 toneladas mensuales, teniendo que producir 6 lotes de 4,6 toneladas cada una. Gracias a los datos de demanda y tiempo de trabajo, es posible el cálculo del takt time requerido, que se realiza en el siguiente cálculo:

$$\mathbf{Takt\ Time} = \frac{\mathbf{Tiempo\ disponible}}{\mathbf{Demanda\ diaria}} \quad (11)$$

$$\mathbf{Takt\ Time} = \frac{480 \frac{\mathit{min}}{\mathit{jornada}}}{6 \frac{\mathit{lote}}{\mathit{jornada}}} = 80 \frac{\mathit{min}}{\mathit{lote}}$$

Con esta información se construye la tabla 31 resumen de la situación actual para la elaboración del diagrama VSM actual presentado en la figura 20.

Tabla 31. Situación actual

Situación Actual		
Turno de trabajo	8	Horas
Descanso	90	minutos
Jornada Laboral	20	Días/mes
Demanda mensual	370	Ton/mes
Tamaño de lote	4,6	Ton
Lote diario	6	Lote/día
Jornada	480	Min
Min perdidos	0	Min
Tiempo disponible	480	Min
Takt time	80	min/lote
	4800	s/lote

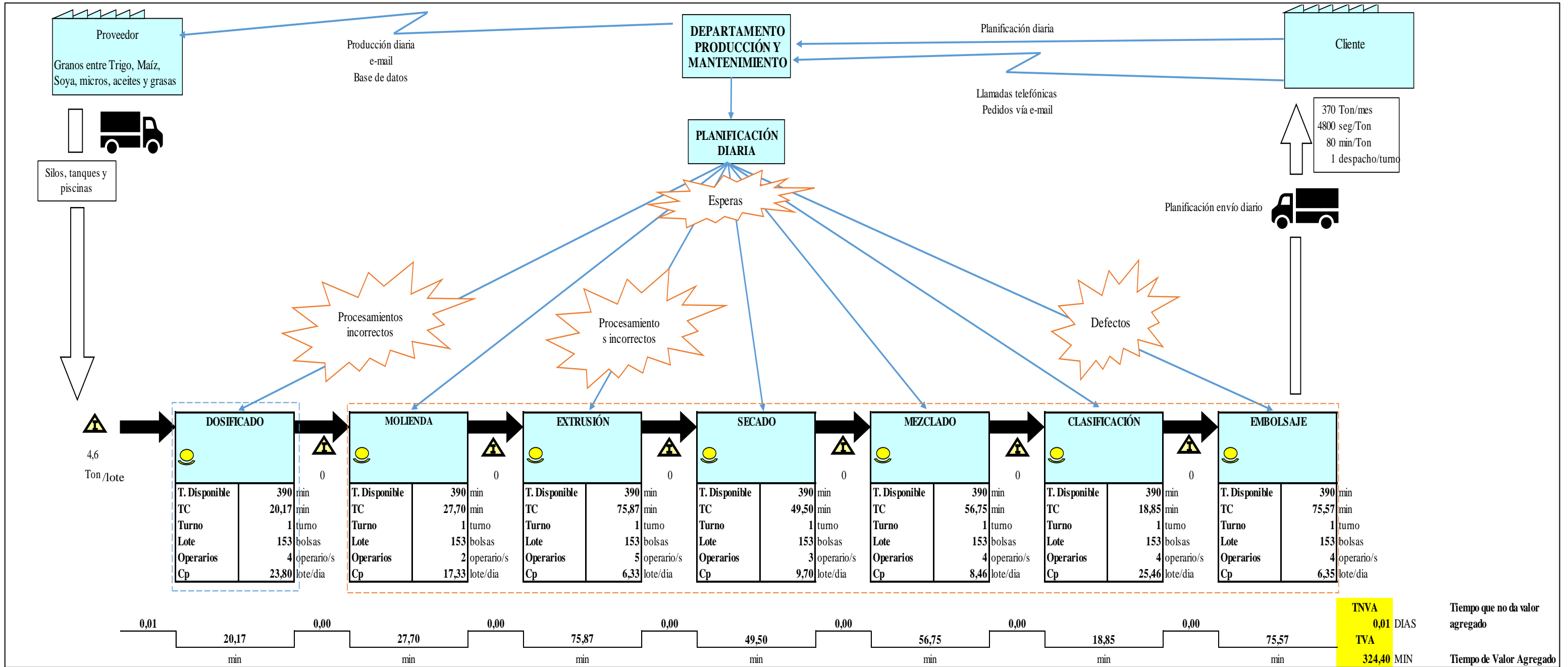


Figura 20. VSM actual de Mambo Adulto 30kg

Análisis del VSM actual

Con el dato del takt time, se construye la gráfica de la figura 21 que trata de identificar el tiempo takt y el tiempo de ciclo real de producción. En este caso se observa que el tiempo takt (80 min/lote) es mayor al tiempo de ciclo (76 min/lote), que indica que cumple con la demanda y tiene una diferencia de 4 minutos (cabe destacar que un lote tiene 4,6 Ton/lote). Esto se puede dar por el cuello de botella que se forma en el proceso de extrusión, que retrasa mucho los procesos. El valor de los días de inventario se realiza mediante el cálculo $\frac{1 \text{ lote}}{80 \text{ min/lote}} = 0,0125 \text{ min}$ que representa tiempo sin valor.

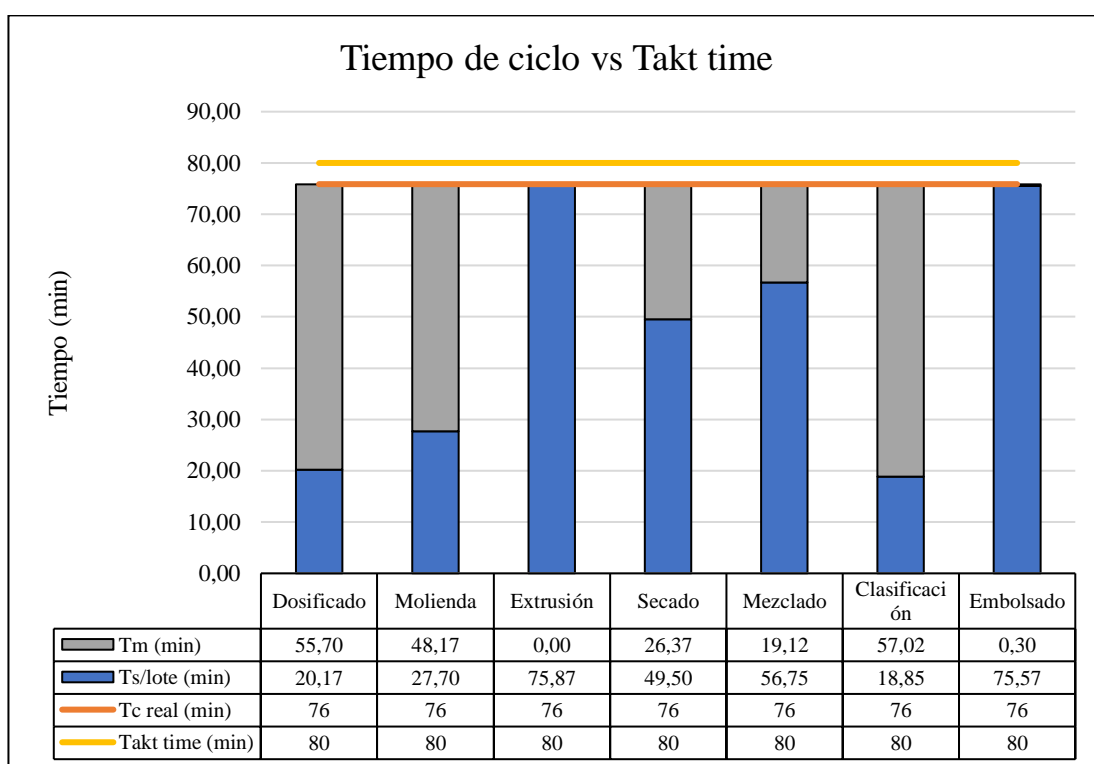


Figura 21. Tiempo de ciclo vs Takt time

Identificación de desperdicios

Los desperdicios encontrados en cuanto al VSM son las esperas, procesamientos incorrectos y los desperdicios que se generan.

- Esperas

La empresa cuenta con mucho tiempo muerto, siendo de 206,69 minutos totales entre todas las operaciones, pero que se deben al cuello de botella que utiliza mucho tiempo,

impidiendo que el resto de los procesos puedan trabajar con normalidad. Las esperas como actividades no fueron identificadas para el proceso ya que es muy secuencial y el producto no permanece demorado en ningún proceso, pero si puede llegar a formar parte de forma general cuando existe un cambio de sistema de manufactura, donde se encuentra mucho tiempo en el que los operarios se encargan de la limpieza de las máquinas y necesitan de un parado forzoso.

Para el tipo de producción en línea y por lotes que maneja la empresa, las esperas y tiempos muertos generan grandes pérdidas de dinero. La operación de extrusión tarda 75,87 minutos en los que los demás procesos consecuentes no pueden funcionar, lo que se resume en pérdidas de producción.

La operación de secado también forma parte de aquellas que debe completarse de forma normal para que siga el proceso de forma común, ya que se necesita de mantener niveles de humedad y temperatura adecuados en las croquetas para que cumplan con los estándares de calidad. Aquí las croquetas reposan con el fin de que el secador disminuya el porcentaje de humedad, que sale de la extrusión con 17% y debe bajar hasta el 9% que corresponde a un indicador adecuado de calidad.

Los operadores en el área de extrusión tienen actividades donde se encargan de la preparación de la mayoría de las máquinas, por lo tanto, dentro del procesamiento real no existen operaciones cruciales que necesiten la intervención humana. Las actividades primordiales de los operarios se encuentran en limpieza y preparación de cuchillas, cribas y mallas de las máquinas extrusoras, también de las máquinas de zarandeo y la programación del secador. El lugar donde realmente intervienen los operarios es dentro del área de embolsado porque se necesitan de al menos dos trabajadores por línea para que complementen entre la colocación de la bolsa en la tolva, como otro operario que ubique de forma correcta la bolsa llena en la maquiladora para sellarla y posteriormente dejarla recostada sobre la banda para que se dirija de forma automática a la bodega de producto terminado.

En la figura 22 se aprecia que la máquina extrusora está detenida y que perfectamente pudiera seguir produciendo, pero debido a mantenimiento y por procesamientos de otras líneas de producción se encuentra en ese estado. Por otro lado, está la figura 23

que muestra la línea de embolsado que se muestra también detenida donde se podrían seguir preparando productos para un siguiente lote.



Figura 22. Máquina extrusora sin funcionar



Figura 23. Falta de limpieza en zonas de producción

Las esperas que realizan los operarios tienen que ver con distracciones o por la falta de estandarización en procesos como el embolsado, donde se han registrado que los operarios suelen dejar su puesto de trabajo por cumplir con su tiempo reglamentario de receso, pero que deberían dejar un relevo para continuar con la producción, es por ello por lo que esta actividad es la segunda que más tarda en terminar (103,52 min).

En la figura 24 se presenta el diagrama de Ishikawa sobre las causas del problema de demoras.

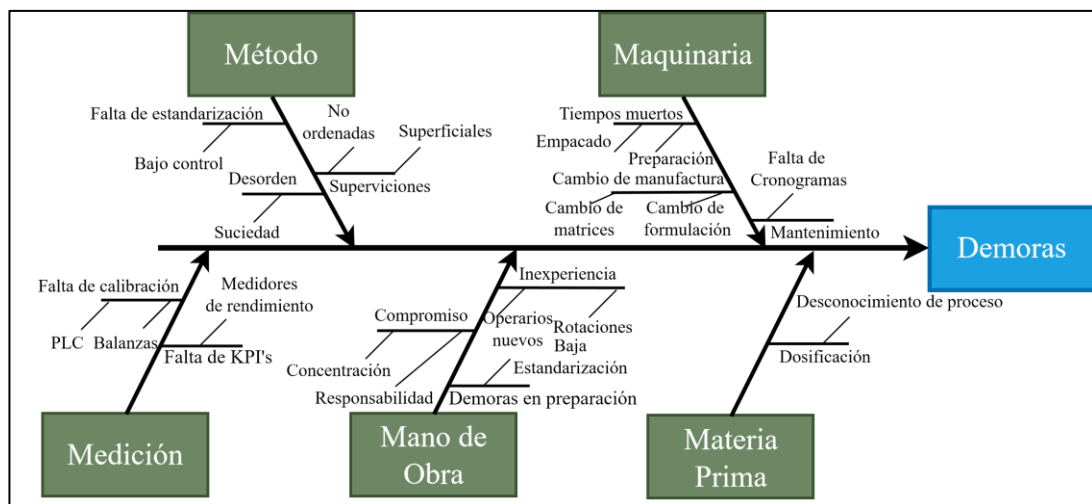


Figura 24. Ishikawa sobre Demoras

- **Procesamientos incorrectos**

En la parte de procesamientos incorrectos se deben a la falta de estandarización de los procesos que llegan a tener fallos por la falta de comunicación entre los supervisores de dosificado con los operarios de las máquinas, ya que la necesidad de una fórmula para realizar el producto requiere de una alta precisión para mantener sus estándares de calidad. La mayoría de los problemas de este estilo vienen por parte de las personas que se encargan de la dosificación en las líneas principales, puesto que pueden tener errores al agregar productos de diferentes clases arruina la fórmula y ya no se podría utilizar.

Como se había explicado con anterioridad, la humedad es un tema recurrente sobre los procesamientos incorrectos, puesto que este proceso es crucial para mantener la calidad uniforme en todo el producto, y causas como la mala programación o la calibración incorrecta del secador, provoca que las croquetas no se encuentren en un

nivel adecuado de humedad, por lo que la mascota no tendrá interés en consumir el producto y así perdiendo la venta de grandes cantidades de lotes. El control de la humedad a un nivel óptimo en los productos de manera uniforme permite que se logre llegar a los estándares de calidad y así evitar reprocesos en las líneas.

En la figura 25 se muestran los procesamientos incorrectos más comunes, donde se muestran los desperdicios que se generan en la línea extrusora por la mala calidad de las croquetas que salen de la máquina. Existe una gran generación de merma y desperdicios que, al momento de recogerse, llegan a formarse grandes cantidades que deben almacenar para reprocesamiento, lo que genera que disminuya el espacio de movilización para los operarios debido a la acumulación de este tipo de desperdicio.



Figura 25. Desperdicios de máquina extrusora

Las distribuciones erróneas y las órdenes de producción mal preparadas son las que generan un mal manejo de las materias primas y recursos generales de la empresa al procesar de forma incorrecta un tipo de producto. También otra de las causas de los procesamientos incorrectos se debe a la falta de espacios para la colocación de los desperdicios, que utilizan espacios innecesarios y hasta podrían causar accidentes a largo plazo de acuerdo como se observa en la figura 26.



Figura 26. Elementos mal posicionados

En la figura 27 se presenta el diagrama de Ishikawa sobre las causas del problema de procesamientos incorrectos.

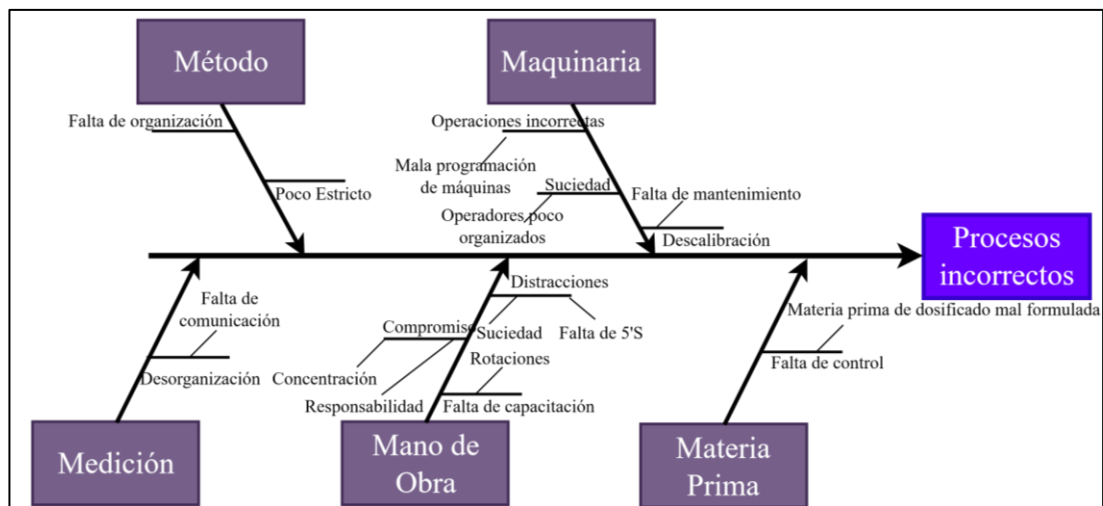


Figura 27. Ishikawa de procesos incorrectos

- **Desperdicios**

Los desperdicios observados en la línea de extrusión se deben al manejo de harinas y polvos, que al colocarse en las líneas correspondientes por la fuerza de motores y la finura de las partículas suelen volatilizarse en el aire. Este tipo de desperdicios se acumula de gran forma que la mayoría de las zonas de dosificado y extrusión presentan este problema. En la figura 28 se observan sacos que se acumulan con las materias primas en polvo que se utilizan en los procesos, además que estas no se encuentran en

un lugar adecuado para reprocesarlo o desecharlo, sino que se encuentran en medio de las operaciones para seguir acumulando. En toda la empresa se ha logrado percibir un desperdicio considerable de materia prima en todo el proceso de extrusión, se han encontrado numerosas unidades con fallas que se consideran como desperdicio, debido a que no están conforme a los estándares de calidad, circulando las 100 unidades por día de trabajo que no se encuentran en los estándares correctos.



Figura 28. Sacos con desperdicios

La falta de cumplimiento de los estándares de producción y calidad afectan a que existan muchos desperdicios que tengan que ser reprocesados, lo que conlleva a una devaluación de la calidad en el producto final. La falta de estandarización de los procesos son los principales causantes de este tipo de desperdicios.

En la figura 29 se presenta el diagrama de Ishikawa sobre las causas del problema de defectos en producción.

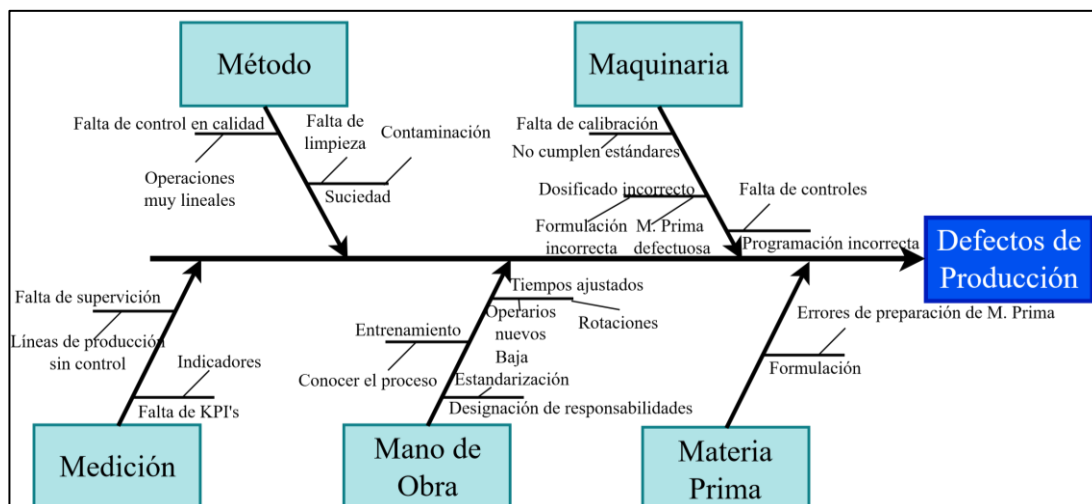


Figura 29. Ishikawa de defectos de producción

Con la ayuda de los diagramas planteados, se observa un factor común dentro de la mayoría de los desperdicios o mudas, siendo:

- Falta de estandarización.
- Falta de comunicación.
- Poco compromiso del personal
- Falta de registro para control de trabajadores.

Dentro de la siguiente tabla 32, se cuantifican el impacto que tienen los desperdicios mencionados en cada operación dentro del proceso de extrusión, donde se colocará un 1 donde corresponda la muda, y un 0 si no tiene relevancia, con lo cual se obtendrá un porcentaje.

Tabla 32. Identificación de desperdicios por operaciones

Operaciones	Demoras	Procesamientos incorrectos	Defectos
Dosificado	1	1	0
Molienda	1	0	0
Extrusión	1	1	1
Secado	1	1	0
Mezclado	1	1	1
Clasificación	1	0	0
Embolsado	1	1	1
TOTAL	7	5	3

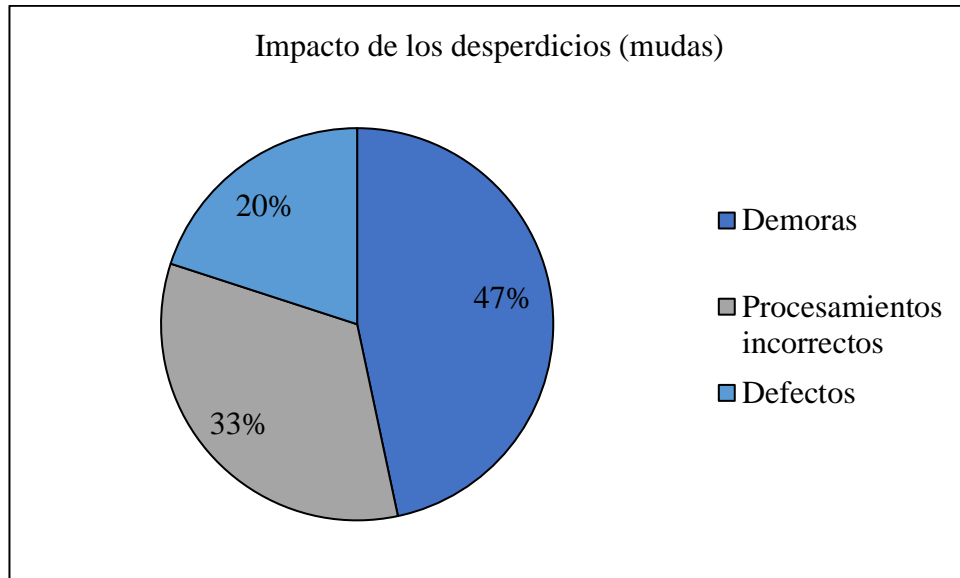


Figura 30. Gráfico de impacto de mudas

En la gráfica 30 se demuestra que el desperdicio o la muda que causa el mayor impacto en las operaciones de extrusión son las demoras, representando un 47%, que al poder controlarse ayudaría a disminuir las actividades en la que los operarios tardan mucho. Para lo mismo, es necesario incluir herramientas de apoyo para contrarrestar este problema, con el fin de estandarizar el proceso de los operarios en las áreas mencionadas, y reducir tiempos excesivos que tardan los trabajadores para realizar su trabajo.

Con el apoyo de más herramientas, es posible eliminar o reducir de igual manera la segunda muda más representativa, en este caso los procesamientos incorrectos, siendo del 33% y considerada de gran importancia. Al reducir este problema se potencia la estandarización al establecer formas correctas de realizar los trabajos dentro de un campo de trabajo más estable y evitando el desconocimiento para realizar las actividades de cada operario.

Por último, se encuentran los defectos, que se enfocan más al producto en todas sus fases de preparación, ya que debe estar formulado de manera correcta para así evitar problemas a posterior. Esta muda es del 20%, que a comparación de las anteriores no es muy representativa, pero en el enfoque de llegar a la máxima calidad y eficiencia en el uso de la materia prima, representa un problema al incumplimiento de las normas de calidad que la empresa está considerando como objetivo.

Selección de herramientas de manufactura esbelta de acuerdo con el VSM actual

En primera estancia hay que reconocer la forma en la que los desperdicios o mudas se relacionan entre sí, puesto que los desperdicios por lo general suelen complementarse debido a una serie de causas que se producen en la planta, por ello la importancia de poder eliminar las causas raíz donde puedan corregirse problemas que generen desperdicios, en la figura 31 se muestra la relación entre desperdicios.

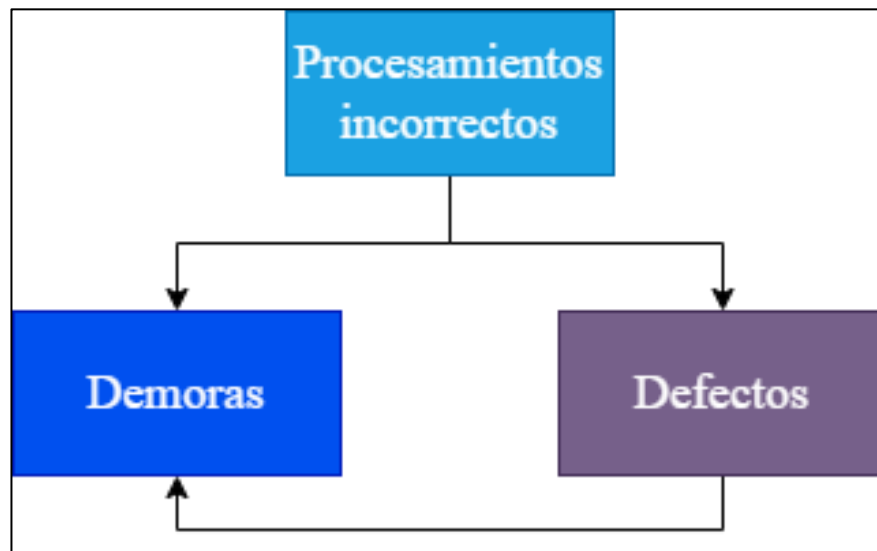


Figura 31. Relación entre problemas

En el diagrama de la figura 31 se puede notar que los procesamientos incorrectos son los principales causantes del resto de desperdicios, ya que generan defectos de producción que van a necesitar reprocesos, demorando de igual forma la producción normal de la planta. Los defectos tienen como consecuencia las demoras por la limpieza que conlleva para los operarios, que gasta en dinero, además que para compensar los defectos se necesita de producir más, lo que retrasa la producción.

Es necesario comparar los desperdicios y la posible solución que se pueda dar a esta mediante herramientas de manufactura esbelta, para corregir de la manera más eficaz los errores que se producen por cada parte del proceso productivo, por lo que en el gráfico 32 se realiza una comparativa de desperdicios y herramientas. Las herramientas que se han seleccionado para atacar de al desperdicio están directamente relacionadas al problema que son capaces de solucionar, debido al enfoque y metodología que utilizan dentro de la filosofía de la manufactura esbelta.

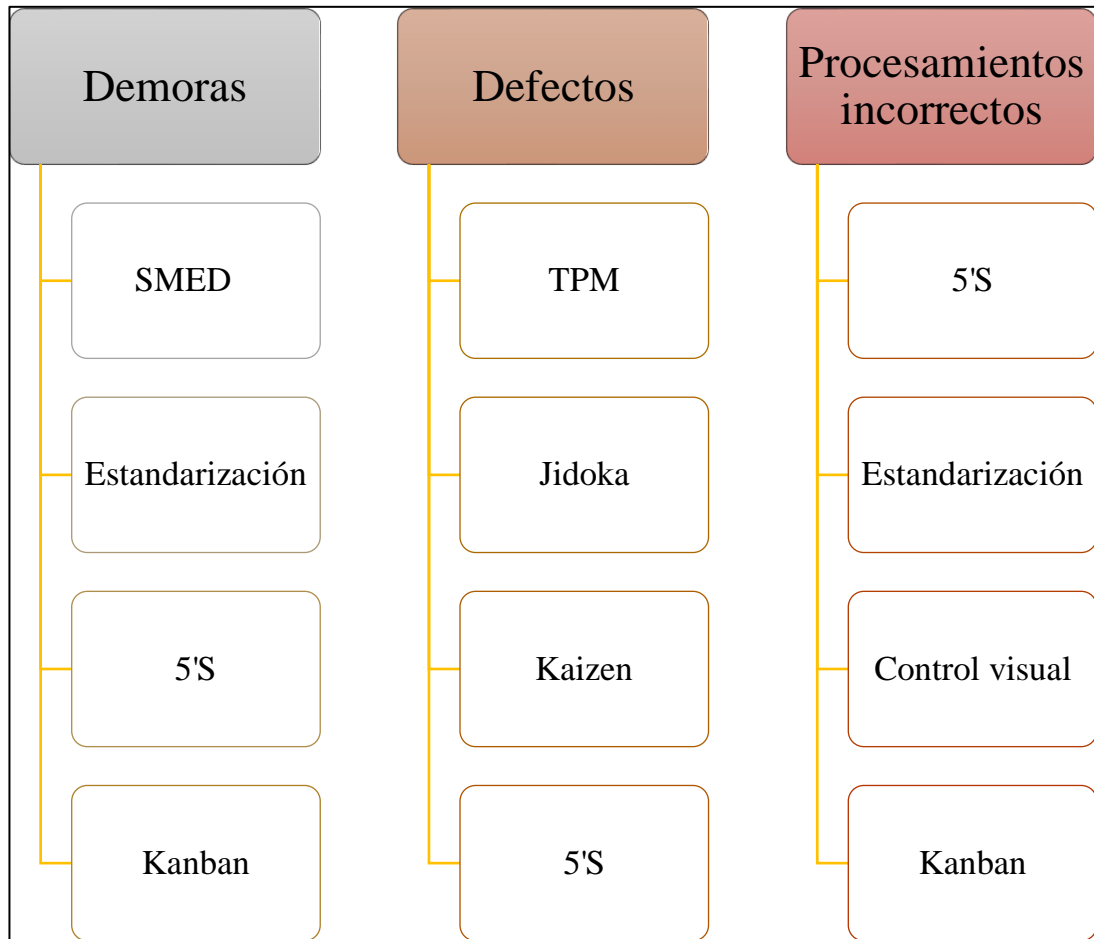


Figura 32. Relación desperdicios y herramientas de manufactura esbelta

Teniendo en cuenta la relación, se debe considerar que en cada sección de la línea de producción existen los problemas ya mencionados, pero las herramientas deben ser seleccionadas de forma correcta ya que no se tendrá el mismo impacto al usar este tipo de herramientas en todo el proceso, por lo cual en la tabla 33 se establece una relación entre la operación, el defecto encontrado y las posibles herramientas a utilizar.

Las herramientas designadas a continuación dentro de la tabla 33, se han considerado debido a que atacan de forma directa a cada una de los defectos y las causas que lo provocan, de acuerdo con las metodologías en las que cada una de estas herramientas se enfocan, con el fin de estandarizar los procesos y eliminar las mudas. En la fundamentación teórica se sustenta la aplicación directa de estas metodologías.

Tabla 33. Asignación de herramientas

Operación	Desperdicio	Causa	Herramienta
Dosificado	Defectos	Mala formulación	<ul style="list-style-type: none"> • TPM • Jidoka • Kaizen • 5'S
	Procesamientos incorrectos	Falta de estandarización y poca concentración	<ul style="list-style-type: none"> • 5'S • Estandarización • Control visual
Molienda	Procesamientos incorrectos	Mala programación de maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> • TPM • Jidoka • Kaizen • 5'S
Extrusión	Demoras	Cambio de sistema de manufactura lento	<ul style="list-style-type: none"> • SMED • Estandarización • 5'S
	Defectos	Cribas y cuchillas mal colocadas	<ul style="list-style-type: none"> • TPM • Jidoka • Kaizen • 5'S
	Procesamientos incorrectos	Mala programación de maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> • 5'S • Estandarización • Kanban
Secado	Demoras	Poca capacidad de la secadora	<ul style="list-style-type: none"> • SMED • Estandarización • Kanban • 5'S
	Defectos	Mala programación de maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> • TPM • Jidoka • Kaizen • 5'S
Mezclado	Demoras	Ingreso tardío de líquidos para mezclado de croquetas	<ul style="list-style-type: none"> • SMED • Estandarización
Clasificación	Procesamientos incorrectos	Clasificado erróneo de croquetas	<ul style="list-style-type: none"> • Kanban • 5'S • Estandarización • Control visual
Embolsado	Demoras	Operadores poco concentrados	<ul style="list-style-type: none"> • SMED • Estandarización • 5'S

Tabla 33. Asignación de herramientas (continuación)

Operación	Desperdicio	Causa	Herramienta
Embolsado	Defectos	Pesaje mal calibrado	<ul style="list-style-type: none"> • TPM • Jidoka • Kaizen • 5'S
	Procesamientos incorrectos	Poca estandarización	<ul style="list-style-type: none"> • Kanban • 5'S • Estandarización • Control visual

Una herramienta que se debe aplicar de forma precisa son las 5'S, debido a que, de acuerdo con lo estudiado en la planta productiva, existe ausencia de limpieza en la mayoría de las máquinas, además que ayudaría a solucionar problemas de estandarización y desperdicios de harinas y aceites que puedan darse.

SMED ayuda al cambio rápido del sistema de manufactura, para solucionar problemas relacionados con las demoras que se presentan en el proceso de extrusión debido al largo tiempo de procesamiento que existe. También se aplicaría dentro del proceso de embolsado que es el segundo tiempo más tardío, ayudando a que las actividades de los operarios estén listas y aumentar el flujo de embolsado.

Control visual permite que se estandaricen los procesos y ayudar a los operarios a que mantengan organizado su puesto de trabajo, con lo cual es importante mantener el control de las actividades dentro de embolsado y en extrusión.

La herramienta de TPM ayuda en el mantenimiento predictivo y preventivo dentro de las máquinas, debido a que la empresa tiene un gran porcentaje de automatización en sus procesos, no debe perder tiempo en realizar mantenimiento o en arreglar partes de la máquina. Al aplicar esta herramienta se eliminarían los tiempos muertos y evitar defectos.

Gracias a todas las herramientas seleccionadas, se propone un VSM en la figura 33 donde se aplican en las diferentes herramientas de manufactura esbelta de acuerdo con el problema que se necesita tratar, aplicando estallidos Kaizen en los lugares pertinentes de acción.

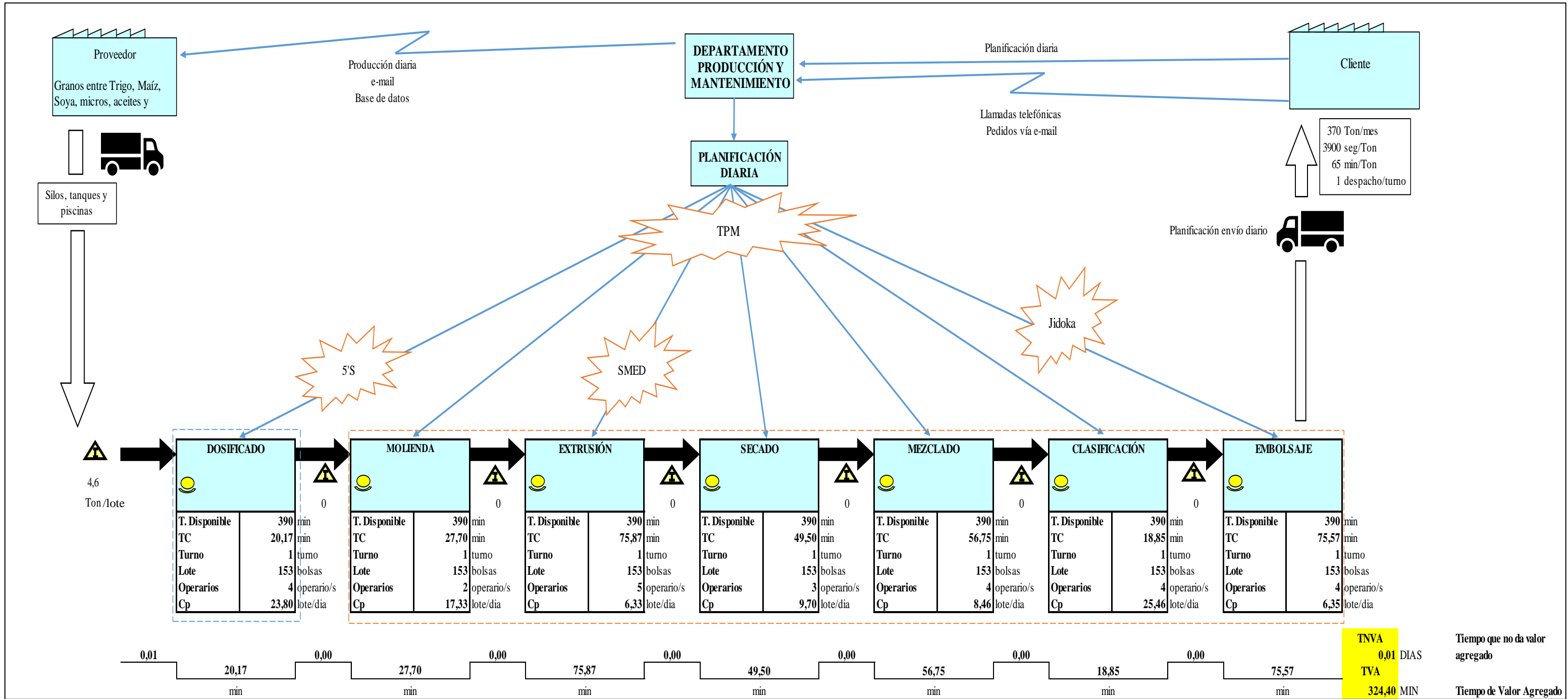


Figura 33. VSM aplicando herramientas de Manufactura Esbelta

Para seleccionar de forma adecuada la herramienta se realizará el método de factores ponderados.

Método de factores ponderados

Se necesita que se apliquen los siguientes pasos para aplicar el método.

Paso 1: Determinar los factores a evaluar

- Relación desperdicio-herramienta: Es un factor determinante para conocer si la herramienta ayuda a eliminar o reducir el desperdicio que se ha generado por la operación.
- Impacto de la herramienta: Permite conocer que tan determinante llega a ser la herramienta para poder solucionar el problema, tomando en cuenta los recursos que estén disponibles y la rapidez con la que solucionaría el problema al aplicar la herramienta.
- Facilidad de aplicación: Toma en cuenta los recursos disponibles de la empresa en el momento de la aplicación, así también como el compromiso de los operarios y la disposición que muestren al momento de aplicar la herramienta, con lo cual será importante tomar en cuenta este factor para relacionar estos factores con el tipo de herramienta a analizar.
- Costo de implementación: De acuerdo con el presupuesto de la empresa y al costo de la herramienta, para ayudar a relacionar si la empresa tiene la disposición y qué tan costoso podría ser el producto.
- Capacitación: Presenta el costo de capacitación para entrenar a los operarios al aplicar esta herramienta, como también relaciona la importancia que le dan los operarios al aplicar nuevas metodologías dentro de sus procesos.

Paso 2: Asignar una importancia relativa a cada factor a evaluar

Se utiliza una matriz de confrontamiento entre los cinco factores que se han establecido anteriormente, donde el investigador tiene que relacionar las columnas y las filas. Los criterios de calificación se establecen con 1 y 0, donde se coloca de acuerdo con la relación que existe entre los criterios, y el peso o importancia que representa uno sobre

el otro. La numeración de las filas y columnas se considera en el orden de los criterios del paso 1 y están en la tabla 34.

Tabla 34. Matriz de enfrentamiento de los factores

	1	2	3	4	5	Total	Peso ponderado definido
1		1	1	1	1	4,00	0,29
2	1		1	0	1	3,00	0,21
3	1	1		0	1	3,00	0,21
4	1	0	0		1	2,00	0,14
5	0	0	1	1		2,00	0,14
Total						14	1,00

Paso 3: Evaluación de alternativa

La evaluación consta en colocar una nota del 1 al 10 respecto a lo que el observador considere necesario colocar, en donde las notas van acordes con 9-10 =sobresaliente; del 7-8=notable; del 5-6=bien; 3-4=deficiente; 1-2 muy deficiente.

Paso 4: Evaluación de método ponderado

En las tablas 35, 36 y 37 se muestran las matrices de factores ponderados sobre los tres desperdicios encontrados.

Tabla 35. Matriz de factores ponderados para demoras

Muda o desperdicio		Demoras			
Consideración		Causa Raíz			
		Mala carga de trabajo			
Factores	Ponderación (%)	Alternativas			
		SMED	Estandarización	Kanban	5'S
Relación desperdicio-herramienta	29%	9	8	6	7
Impacto de la herramienta	21%	9	8	7	6
Facilidad de implementación	21%	7	5	3	6
Costo de implementación	14%	6	5	3	6
Capacitación	14%	6	4	3	7
Resultado final	100%	7,7	6,3	4,7	6,4

Las herramientas que se selecciona para mitigar las demoras es SMED, en este caso en particular se considera de mucha importancia debido a la gran cantidad de actividades internas que podrían realizarse de forma externa. También se debe considerar a la estandarización y 5'S.

Tabla 36. Matriz de factores ponderados para defectos

Muda o desperdicio		Defectos			
Consideración		Causa Raíz			
		Poca estandarización			
Factores	Ponderación (%)	Alternativas			
		TPM	Jidoka	Kaizen	5'S
Relación desperdicio-herramienta	29%	8	9	7	5
Impacto de la herramienta	21%	8	9	6	7
Facilidad de implementación	21%	6	6	7	6
Costo de implementación	14%	5	6	6	6
Capacitación	14%	5	7	5	7
Resultado final	100%	6,7	7,6	6,4	6,1

Para el desperdicio de los defectos se considera la herramienta Jidoka para el control de piezas defectuosas, además que también para este caso será necesario el uso de TPM para realizar el control de mantenimiento por lo automatizado que es el proceso.

Tabla 37. Matriz de factores ponderados para procesamientos incorrectos

Muda o desperdicio		Procesamientos incorrectos			
Consideración		Causa Raíz			
		Método de trabajo			
Factores	Ponderación (%)	Alternativas			
		Kanban	5'S	Estandarización	Control visual
Relación desperdicio-herramienta	29%	5	8	9	8
Impacto de la herramienta	21%	6	8	9	8
Facilidad de implementación	21%	4	6	6	6
Costo de implementación	14%	3	6	5	7
Capacitación	14%	3	7	6	5
Resultado final	100%	4,4	7,1	7,4	7,0

Las 5'S, estandarización y el control visual reducen el desperdicio de procesamientos incorrectos por el método de trabajo, ayudando a que el proceso sea mejor entendido por operarios y así eviten productos malos o también demoras.

Metodologías aplicadas para la eliminación de demoras

Metodología SMED

La metodología SMED tiene gran repercusión en las actividades que presentan demoras importantes en el proceso. El primer paso que se debe considerar es en la identificación y clasificación de las operaciones internas en externas.

Recordando un poco, una operación interna es aquella que se la realiza con la máquina parada, y por el contrario una operación externa se la realiza cuando la máquina está en funcionamiento, es por ello la importancia de poder realizar actividades mientras la planta está en funcionamiento, para no tener que detener el proceso a menos que sea necesario.

Identificación de operaciones Internas y Externas

En las tablas 38 se muestran las operaciones clasificadas según a si pertenecen a actividades internas o externas.

Tabla 38. Identificación de actividades internas y externas



N°	BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.		Tipo de actividad	
			Interna	Externa
	Actividades			
Operación de dosificado				
1	Montaje y peso de los macroingredientes a las tolvas	O.I.		
2	Descarga de macroingredientes en báscula	O.I.		
3	Transporte de bandas 1	O.I.		
4	Transporte de elevador 1	O.I.		
5	Mezclado 1	O.I.		
6	Carga de tolvas a premolienda			O.E.
7	Montaje de microingredientes	O.I.		
8	Descarga de microingredientes en báscula	O.I.		
9	Mezclado 2	O.I.		
10	Transporte de bandas 2	O.I.		
11	Transporte de elevador 2	O.I.		
Operación de molienda				
12	Inspección de mezcla que llega de dosificador	O.I.		
13	Almacenamiento de materia prima	O.I.		
14	Envío de materia prima hacia las tolvas	O.I.		
15	Preparación de acondicionador (horno de cocción)			O.E.
16	Programación de temperatura y tiempo de cocción			O.E.
17	Transporte de mezcla a tornillo de cocción mecánica	O.I.		
Operación de extrusión				
18	Preparación de tornillos de cocción mecánica	O.I.		
19	Preparación de cuchillas para corte de extruder	O.I.		
20	Preparación de criba para extruder	O.I.		
21	Colocación de matriz en extruder	O.I.		
22	Colocación de cuchillas en extruder	O.I.		
23	Programación de máquina extrusora	O.I.		
24	Procesamiento de la mezcla	O.I.		
25	Transporte de croquetas procesadas a secador	O.I.		
Operación de secado				
26	Preparación de secador	O.I.		
27	Programación de temperatura y velocidad de secador			O.E.
28	Secado de las croquetas para disminuir humedad	O.I.		
29	Inspección de calidad de croqueta después de secado			O.E.
30	Transporte de croquetas a primer zarandeo	O.I.		
31	Colocación de mallas para limpieza por zarandeo	O.I.		
32	Transporte de croquetas hacia engrase	O.I.		

Tabla 38. Identificación de actividades internas y externas (continuación)

N°	BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.	Tipo de actividad	
		Interna	Externa
	Actividades		
Operación de mezclado			
33	Preparación de grasas, aceites y saborizantes	O.I.	
34	Preparación de tolva para engrase	O.I.	
35	Engrase de croquetas con aceites y saborizantes	O.I.	
36	Mezcla de croquetas	O.I.	
37	Transporte de croquetas a enfriador	O.I.	
38	Preparación de enfriador	O.I.	
39	Programación de temperatura y velocidad de enfriador		O.E.
40	Transporte de croquetas para segundo zarandeo	O.I.	
41	Colocación de mallas para limpieza por zarandeo	O.I.	
42	Transporte de croquetas para clasificador de croquetas	O.I.	
Operación de clasificación			
43	Preparación de clasificador	O.I.	
44	Programación de clasificador de acuerdo con el producto	O.I.	
45	Llegada de croquetas clasificadas a tolvas	O.I.	
46	Descarga de croquetas de tolvas para embolsar	O.I.	
Operación de embolsado			
47	Preparación de fundas para embolsar		O.E.
48	Preparación de máquina embolsadora		O.E.
49	Programación de cantidades para las bolsas	O.I.	
50	Colocación de funda en tolva	O.I.	
51	Descargue de croquetas en funda	O.I.	
52	Transporte de funda a máquina de sellado	O.I.	
53	Sellado de fundas	O.I.	
54	Transporte de fundas para almacenamiento	O.I.	
55	Almacenamiento de producto terminado	O.I.	
TOTAL		47	8

Después de realizado la identificación de las actividades internas y externas, se pueden identificar que existe 47 de ellas que se consideran internas, y tan solo 8 son externas. Este proceso se realiza de esta forma debido a que sus procesos son muy continuos, y necesitan el producto de la operación anterior para poder iniciar con la establecida. Por otro lado, existen actividades de preparación y programación de la máquina donde se podría aplicar este método, haciendo que las actividades se puedan realizar mientras se está produciendo el producto y así poder ahorrar tiempo.

Para poder realizar la transformación de este tipo de actividades, hay que considerar que la empresa tiene un sistema de manufactura en lotes y de forma secuencial, además que la mayoría de la empresa se encuentra automatizada, con lo cual se deberían tomar en cuenta las actividades que realizan los operarios para que se conviertan en operaciones externas. En la tabla 39 se presenta una propuesta del tipo de actividades que podrían ser consideradas y transformadas de internas a externas.

Tabla 39. Transformación de operaciones internas en externas


BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.		Tiempo	Tipo de actividad		Propuesta
			Interna	Externa	
Nº	Actividades	Min	Interna	Externa	Mejora
Operación de dosificado					
1	Montaje y peso de los macroingredientes a las tolvas	4,43	O.I.		
2	Descarga de macroingredientes en báscula	1,35	O.I.		
3	Transporte de bandas 1	0,83	O.I.	O.E.	Realizar el transporte mientras se está descargando y no esperar a que se llene el transportador, para que se realice de forma continua
4	Transporte de elevador 1	0,82	O.I.	O.E.	
5	Mezclado 1	0,75		O.E.	
6	Carga de tolvas a premolienda	3,71		O.E.	
7	Montaje de microingredientes	1,94	O.I.	O.E.	El montaje macroingredientes se puede realizar cuando se realiza el montaje de microingredientes
8	Descarga de microingredientes en báscula	0,99	O.I.		
9	Mezclado 2	3,69		O.E.	

Tabla 39. Transformación de operaciones internas en externas (continuación)


BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.		Tiempo	Tipo de actividad		Propuesta
 <i>Pasión por nutrición</i>			Interna	Externa	
Nº	Actividades	Min	Interna	Externa	Mejora
10	Transporte de bandas 2	0,83	O.I.	O.E.	Realizar el transporte mientras se está descargando y no esperar a que se llene el transportador, para que se realice de forma continua
11	Transporte de elevador 2	0,84	O.I.	O.E.	
Operación de molienda					
12	Inspección de mezcla que llega de dosificador	15,65	O.I.	O.E.	La inspección se puede realizar mientras tomando una muestra en la zona de dosificado
13	Almacenamiento de materia prima	6,11	O.I.		
14	Envío de materia prima hacia las tolvas	0,77	O.I.		
15	Preparación de acondicionador (horno de cocción)	3,00		O.E.	
16	Programación de temperatura y tiempo de cocción	1,36		O.E.	
17	Transporte de mezcla a tornillo de cocción mecánica	0,80	O.I.		
Operación de extrusión					
18	Preparación de tornillos de cocción mecánica	17,31	O.I.	O.E.	Todas estas operaciones se pueden realizar antes de que la mezcla de la molienda llegue a la zona de extrusión, donde agiliza el proceso
19	Preparación de cuchillas para corte de extruder	4,13	O.I.	O.E.	
20	Preparación de criba para extruder	1,82	O.I.	O.E.	
21	Colocación de matriz en extruder	1,00	O.I.	O.E.	
22	Colocación de cuchillas en extruder	1,01	O.I.	O.E.	

Tabla 39. Transformación de operaciones internas en externas (continuación)


BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.		Tiempo	Tipo de actividad		Propuesta
			Interna	Externa	
Nº	Actividades	Min			Mejora
23	Programación de máquina extrusora	3,94	O.I.	O.E.	
24	Procesamiento de la mezcla	45,37		O.E.	
25	Transporte de croquetas	0,73	O.I.		
26	Preparación de secador	2,75	O.I.	O.E.	Se puede realizar antes de que llegue de extrusión
27	Programación de temperatura y velocidad de secador	2,76		O.E.	
28	Secado de las croquetas para disminuir humedad	25,17		O.E.	
29	Inspección de calidad de croqueta después de secado	14,06		O.E.	
30	Transporte de croquetas a primer zarandeo	0,87	O.I.		
31	Colocación de mallas para limpieza por zarandeo	3,05	O.I.	O.E.	Colocar las mallas antes de que el producto llegue a primer zarandeo
32	Transporte de croquetas hacia engrase	0,85	O.I.		
Operación de mezclado					
33	Preparación de grasas, aceites y saborizantes	4,25	O.I.	O.E.	Colocar las mallas antes de que el producto llegue de engrase
34	Preparación de tolva para engrase	3,08	O.I.	O.E.	
35	Engrase de croquetas con aceites y saborizantes	16,38		O.E.	
36	Mezcla de croquetas	5,80		O.E.	
37	Transporte de croquetas a enfriador	0,84	O.I.		

Tabla 39. Transformación de operaciones internas en externas (continuación)



BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.		Tiempo	Tipo de actividad		Propuesta
			Interna	Externa	
Nº	Actividades	Min			Mejora
38	Preparación de enfriador	18,31	O.I.	O.E.	El enfriador puede ser programado mientras se realiza la mezcla con las grasas
39	Programación de temperatura y velocidad de enfriador	3,07		O.E.	
40	Transporte de croquetas para segundo zarandeo	1,13	O.I.		
41	Colocación de mallas para limpieza por zarandeo	3,04	O.I.	O.E.	Se puede colocar las mallas mientras se realice el transporte
42	Transporte de croquetas para clasificador de croquetas	0,86	O.I.		
Operación de clasificación					
43	Preparación de clasificador	7,28	O.I.	O.E.	Se puede realizar antes de que llegue de mezclado
44	Programación de clasificador de acuerdo con el producto	3,90	O.I.	O.E.	
45	Llegada de croquetas clasificadas a tolvas	2,50	O.I.		
46	Descarga de croquetas de tolvas para embolsar	5,17	O.I.		
Operación de embolsado					
47	Preparación de fundas para embolsar	1,02		O.E.	
48	Preparación de máquina embolsadora	4,06		O.E.	
49	Programación de cantidades para las bolsas	1,27	O.I.	O.E.	Las bolsas pueden conseguirse de bodega durante todo el proceso

Tabla 39. Transformación de operaciones internas en externas (continuación)

BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.		Tiempo	Tipo de actividad		Propuesta	
			Interna	Externa		
Nº	Actividades	Min	Interna	Externa	Mejora	
50	Colocación de funda en tolva	5,80	O.I.			
51	Descargue de croquetas en funda	10,61		O.E.		
52	Transporte de funda a máquina de sellado	7,49	O.I.			
53	Sellado de fundas	8,70		O.E.		
54	Transporte de fundas para almacenamiento	13,56	O.I.			
55	Almacenamiento de producto terminado	20,63	O.I.			
TOTAL		321,44	Act 39	Prop *18	Act 16	Prop *37
Act: Actual Prop: Propuesto						

En la figura 34 se muestra una gráfica comparativa de las operaciones internas y externas, contrastando entre el método actual y el método propuesto. Se obtuvo como resultado que en el proceso actual existen 39 operaciones internas y 16 externas, siendo las actividades de preparación y programación de máquinas las que tienen una mayor relevancia, por otro lado el método propuesto coloca a todas estas actividades en externas para evitar paro de maquinaria, por lo que se obtuvo como resultado que existen 18 operaciones internas y 37 operaciones externas, que se realizarían mediante se realizan las operaciones internas, ayudando a eliminar y reducir tiempos innecesarios.

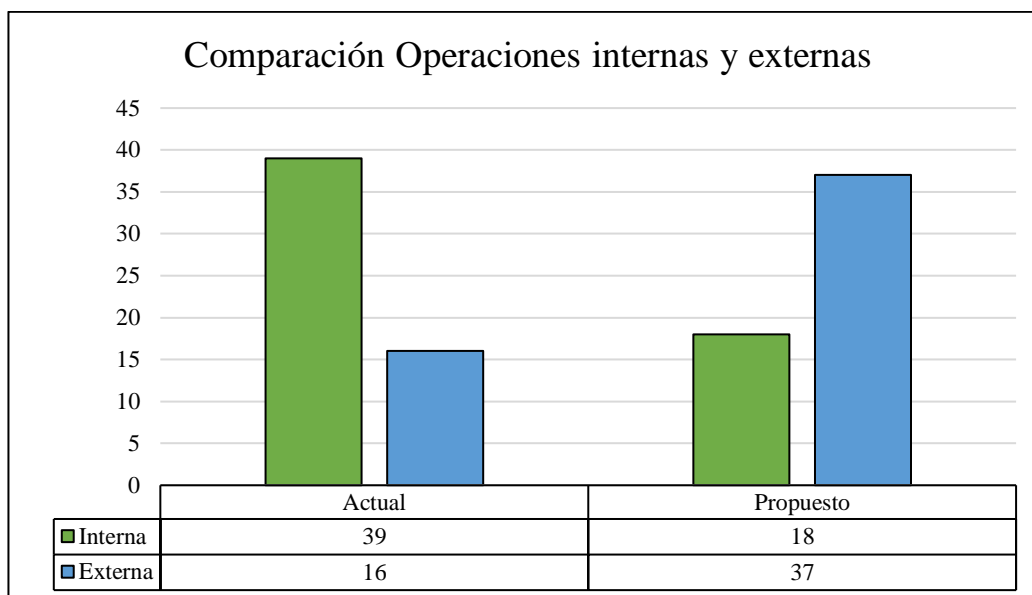


Figura 34. Comparación entre operaciones internas y externas con método actual y propuesto

Transformación de operaciones Internas en Externas

A continuación, se describe la transformación de las operaciones de internas en externas de acuerdo con la propuesta y observaciones, desde la tabla 40 hasta la 60:

Tabla 40. Reducción de las operaciones internas en externas 1

Operación 3	Operación	Transporte de bandas 1
	Inicio	Después de la descarga de los macroingredientes en la báscula para pesaje
	Fin	Llegada de la mezcla al elevador
	Procedimiento normal	La máquina transportadora espera a que se termine de realizar el pesaje necesario, y una vez esté terminado el pesaje, procede con la operación y traslada la mezcla hasta el elevador
	Procedimiento propuesto	Se debería hacer un pesaje menor dividiendo el peso total en porciones, donde después de pesar cada porción siga moviéndose al elevador
	Mejora	Reducir el tiempo de operación

Tabla 41. Reducción de las operaciones internas en externas 2

Operación 4	Operación	Transporte de elevador 1
	Inicio	Llega del transporte de las bandas hacia el elevador
	Fin	Ingresa los macroingredientes al mezclador 1
	Procedimiento normal	Destina el producto de su operación esperando a que se llene todo el producto seleccionado, para enviarlo a la zona de mezclado
	Procedimiento propuesto	Es posible dividir en porciones más pequeñas con el fin de que el movimiento sea más rápido y llegue a la mezcladora de forma continua
	Mejora	Reducir el tiempo de operación

Tabla 42. Reducción de las operaciones internas en externas 3

Operación 7	Operación	Montaje de microingredientes
	Inicio	Empieza después de que el operador realice la carga de la molienda en las tolvas
	Fin	Se colocan todos los microingredientes de la fórmula de manera manual
	Procedimiento normal	El operario se encarga de cargar los costales con los microingredientes y los vacía en la tolva una vez se cargue las básculas con la premolienda
	Procedimiento propuesto	Se puede realizar el montaje mediante se realiza el proceso de la carga de la premolienda, teniendo a la mano los productos para evitar movimientos y tiempo en seleccionar los microingredientes de la fórmula
	Mejora	Reducir el tiempo de operación

Tabla 43. Reducción de las operaciones internas en externas 4

Operación 10	Operación	Transporte de bandas 2
	Inicio	Inicia cuando haya terminado la operación en el mezclado 2
	Fin	Cuando llegue la mezcla al elevador 2
	Procedimiento normal	La máquina transportadora espera a que se termine de realizar el pesaje necesario, y una vez esté terminado el pesaje, procede con la operación y traslada la mezcla hasta el elevador
	Procedimiento propuesto	Se debería hacer un pesaje menor dividiendo el peso total en porciones, donde después de pesar cada porción siga moviéndose al elevador
	Mejora	Reducir el tiempo de operación

Tabla 44. Reducción de las operaciones internas en externas 5

Operación 11	Operación	Transporte de elevador 2
	Inicio	Llega del transporte de las bandas hacia el elevador
	Fin	Ingresa la mezcla a la operación de molienda
	Procedimiento normal	Destina el producto de su operación esperando a que se llene todo el producto seleccionado, para enviarlo a la zona de mezclado
	Procedimiento propuesto	Es posible dividir en porciones más pequeñas con el fin de que el movimiento sea más rápido y llegue a la mezcladora de forma continua
	Mejora	Reducir el tiempo de operación

Tabla 45. Reducción de las operaciones internas en externas 6

Operación 12	Operación	Inspección de mezcla que llega de dosificador
	Inicio	Inicia cuando llega toda la mezcla desde la zona de dosificado hasta el almacenamiento de la materia prima
	Fin	Después de dar el informe de calidad
	Procedimiento normal	El operario toma una muestra que viene desde el dosificado, donde la lleva a laboratorio de calidad para que los operarios se encarguen de hacer la inspección de calidad
	Procedimiento propuesto	Realizar la muestra en la zona de mezclado 2, debido a que es la última operación que aporta valor al producto, para así omitir los tiempos hasta que termine el transporte
	Mejora	Reducir el tiempo de operación

Tabla 46. Reducción de las operaciones internas en externas 7

Operación 18	Operación	Preparación de tornillos de cocción mecánica
	Inicio	Inicia cuando la mezcla llega desde el almacenamiento
	Fin	Una vez preparada la máquina de cocción mecánica
	Procedimiento normal	La máquina se prepara mediante una limpieza para evitar contaminaciones en el producto final y programando las temperaturas necesarias para la cocción siendo de 80°C
	Procedimiento propuesto	La máquina puede ser programada con anterioridad antes de dar marcha al proceso, esperando a que se llene la tolva donde va a ingresar el producto a cocinarse, con lo cual se evitaría el tiempo de programación y de limpieza si se lo realiza desde antes
	Mejora	Reducir el tiempo de operación

Tabla 47. Reducción de las operaciones internas en externas 8

Operación 19	Operación	Preparación de cuchillas para corte de extruder
	Inicio	El operario quita las cuchillas de extruder para limpiar y reusar los sujetadores
	Fin	Una vez haya preparado todas las cuchillas para el corte de la croqueta
	Procedimiento normal	El operario limpia los sujetadores de las cuchillas y atornilla nuevas cuchillas para que el corte sea preciso, lo que lleva tiempo debido a que son alrededor de 5 cuchillas
	Procedimiento propuesto	El operario prepara las cuchillas mediante se realiza el proceso de molienda y antes de que llegue el producto al extruder
	Mejora	Reducir el tiempo de operación

Tabla 48. Reducción de las operaciones internas en externas 9

Operación 20	Operación	Preparación de criba para extruder
	Inicio	Selección de cribas
	Fin	Limpieza de cribas
	Procedimiento normal	El operario selecciona la criba y las matrices a utilizar de acuerdo con el producto que se va a realizar, para proceder a limpiarlo
	Procedimiento propuesto	El operario prepara las cribas y matrices mediante se realiza el proceso de molienda y antes de que llegue el producto al extruder
	Mejora	Reducir el tiempo de operación

Tabla 49. Reducción de las operaciones internas en externas 10

Operación 21	Operación	Colocación de matriz en extruder
	Inicio	Después de haber seleccionado y limpiado las matrices necesarias para el producto
	Fin	Instalado las matrices en la máquina extruder para procesamiento
	Procedimiento normal	El operario selecciona la criba y las matrices a utilizar de acuerdo con el producto que se va a realizar, para proceder a limpiarlo
	Procedimiento propuesto	El operario prepara las cribas y matrices mediante se realiza el proceso de molienda y antes de que llegue el producto al extruder
	Mejora	Reducir el tiempo de operación

Tabla 50. Reducción de las operaciones internas en externas 11

Operación 22	Operación	Colocación de cuchillas en extruder
	Inicio	Después de armar las cuchillas para extruder
	Fin	Al colocar las cuchillas en sus posiciones y distancias correspondientes
	Procedimiento normal	Una vez se hagan armado todas las cuchillas para el extruder, el operario las coloca a una distancia correcta para que el tamaño de la croqueta sea adecuado. El operario lo realiza mediante la máquina está apagada ya que espera a que termine el proceso de molienda
	Procedimiento propuesto	Se realiza la operación mediante se prepare la cuchilla cuando se realice el proceso de la molienda
	Mejora	Reducir el tiempo de operación

Tabla 51. Reducción de las operaciones internas en externas 12

Operación 23	Operación	Programación de máquina extrusora
	Inicio	Una vez instaladas las cuchillas, cribas y matrices en la máquina extrusora
	Fin	Cuando se programe de forma correcta la velocidad de corte y tornillo del extruder acorde con las especificaciones del producto
	Procedimiento normal	El operario después de colocar los implementos para la operación del extruder, debe programar de forma correcta la temperatura, la velocidad del tornillo como también la velocidad de las cuchillas mientras el producto almacenado espera a su proceso
	Procedimiento propuesto	Se realiza mediante sigue el proceso de molienda de manera correcta
	Mejora	Reducir el tiempo de operación

Tabla 52. Reducción de las operaciones internas en externas 13

Operación 26	Operación	Preparación de secador
	Inicio	Empieza cuando lleguen todas las croquetas al proceso de secado para realizarlo de manera uniforme
	Fin	Cuando las croquetas llegan al punto ideal de humedad y temperatura
	Procedimiento normal	El operario realiza la preparación de acuerdo con la formulación, una vez se llene todo el secador y establece un punto del 9% de humedad para Mambo Adulto 30 kg
	Procedimiento propuesto	Se prepara el secador con una limpieza previa a que llegue el producto para que esté listo mientras se llena, ganando tiempo y control del producto
	Mejora	Reducir el tiempo de operación

Tabla 53. Reducción de las operaciones internas en externas 14

Operación 31	Operación	Colocación de mallas para limpieza por zarandeo
	Inicio	Cuando se han terminado de secar las croquetas en el proceso anterior
	Fin	Colocando las mallas para zarandeo
	Procedimiento normal	El operario debe limpiar y colocar de forma correcta las mallas en la máquina de zarandeo para poder limpiar el producto de mermas. Se realiza una vez termine la inspección
	Procedimiento propuesto	Se realiza esta operación mientras se ejecuta la inspección del producto que haya pasado por el secador
	Mejora	Reducir el tiempo de operación

Tabla 54. Reducción de las operaciones internas en externas 15

Operación 33	Operación	Preparación de grasas, aceites y saborizantes
	Inicio	Formulación entrega las cantidades y productos a ingresar en la operación
	Fin	Descargando todos los volúmenes de grasas, aceites y saborizantes correspondientes
	Procedimiento normal	El operario busca los productos que se deben colocar de acuerdo con la formulación, programando la máquina inyectora de aceites y así ingresar al producto. La operación se realiza después de la inspección
	Procedimiento propuesto	Se ejecuta esta operación mientras se efectúa la inspección, donde se puede ganar tiempo de operación
	Mejora	Reducir el tiempo de operación

Tabla 55. Reducción de las operaciones internas en externas 16

Operación 34	Operación	Preparación de tolva para engrase
	Inicio	Empieza cuando se hayan elegido los aceites y grasas para el producto
	Fin	Programando la tolva con el peso de cada aceite
	Procedimiento normal	El operario programa la tolva después de haber seleccionado a todos los aceites y grasas de acuerdo con el producto. La operación la realiza después de haber realizado la inspección
	Procedimiento propuesto	El operario realiza la operación mientras se realiza la inspección en la zona de secado, preparando las grasas y aceites para después programarlo, ganando tiempo de operación
	Mejora	Reducir el tiempo de operación

Tabla 56. Reducción de las operaciones internas en externas 17

Operación 38	Operación	Preparación de enfriador
	Inicio	Empieza cuando lleguen todas las croquetas al proceso de engrase para realizarlo de manera uniforme
	Fin	Cuando las croquetas llegan al punto ideal de temperatura
	Procedimiento normal	El operario realiza la preparación de acuerdo con la formulación, una vez se llene todo el enfriador y llegue a una temperatura estable para que las croquetas pasen las normas de calidad
	Procedimiento propuesto	Se prepara el enfriador con una limpieza previa a que llegue el producto para que esté listo mientras se llena, ganando tiempo y control del producto
	Mejora	Reducir el tiempo de operación

Tabla 57. Reducción de las operaciones internas en externas 18

Operación 41	Operación	Colocación de mallas para limpieza por zarandeo 2
	Inicio	Cuando se han terminado de secar las croquetas en el proceso anterior
	Fin	Colocando las mallas para zarandeo
	Procedimiento normal	El operario debe limpiar y colocar de forma correcta las mallas en la máquina de zarandeo para poder limpiar el producto de mermas. Se realiza una vez termine el enfriado
	Procedimiento propuesto	Se realiza esta operación mientras se ejecuta la inspección del producto que haya pasado por el secador
	Mejora	Reducir el tiempo de operación

Tabla 58. Reducción de las operaciones internas en externas 19

Operación 43	Operación	Preparación de clasificador
	Inicio	Llenado de croquetas a las tolvas de clasificación
	Fin	Limpieza del clasificador para evitar impurezas y contaminaciones y cumplir con el control de calidad
	Procedimiento normal	El operario es encargado de la limpieza de los cabezales de los clasificadores, teniendo una espera del producto hasta que termine la limpieza
	Procedimiento propuesto	Se realiza la operación antes del llenado en tolvas del producto para evitar el paro de maquinaria por la limpieza del operario
	Mejora	Reducir el tiempo de operación

Tabla 59. Reducción de las operaciones internas en externas 20

Operación 44	Operación	Programación de clasificador de acuerdo con el producto
	Inicio	Cuando se limpie el clasificador de manera adecuada para evitar impurezas
	Fin	Después de haber programado con las especificaciones y proporciones correspondientes
	Procedimiento normal	El operador está encargado de revisar la formulación y programar la máquina clasificadora de forma en que las proporciones de las croquetas de acuerdo con su color, sabor y forma
	Procedimiento propuesto	Esta operación se puede realizar después de la limpieza, mientras el producto se encuentra en la operación de transporte
	Mejora	Reducir el tiempo de operación

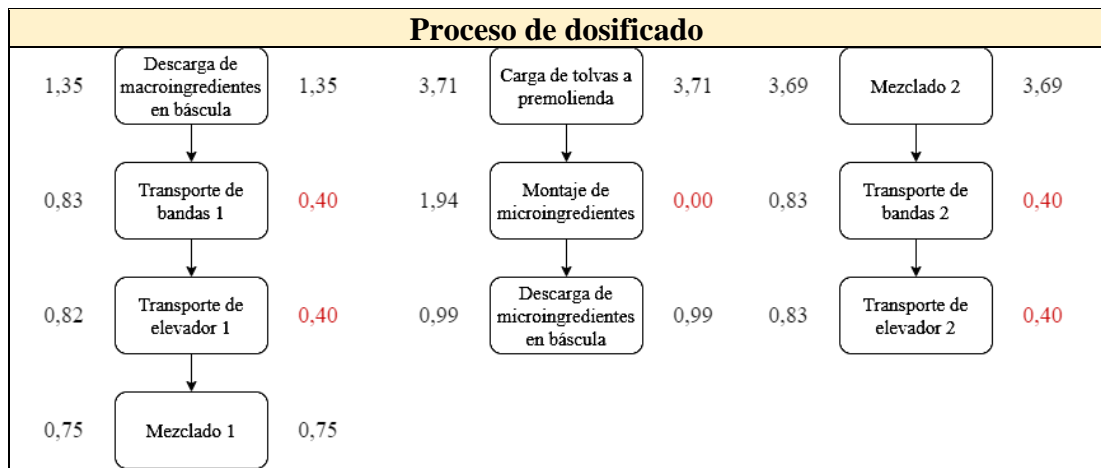
Tabla 60. Reducción de las operaciones internas en externas 21

Operación 49	Operación	Programación de cantidades para las bolsas
	Inicio	Cuando se prepara la máquina embolsadora
	Fin	Cuando se especifican las cantidades que deben llevar las bolsas de cada producto hasta llegar al objetivo
	Procedimiento normal	El operario se encarga de especificar las cantidades necesarias de cada tipo de croqueta y el peso que debe contener cada bolsa
	Procedimiento propuesto	Esta operación se puede llevar en conjunto con las dos operaciones anteriores
	Mejora	Reducir el tiempo de operación

Propuesta de mejora

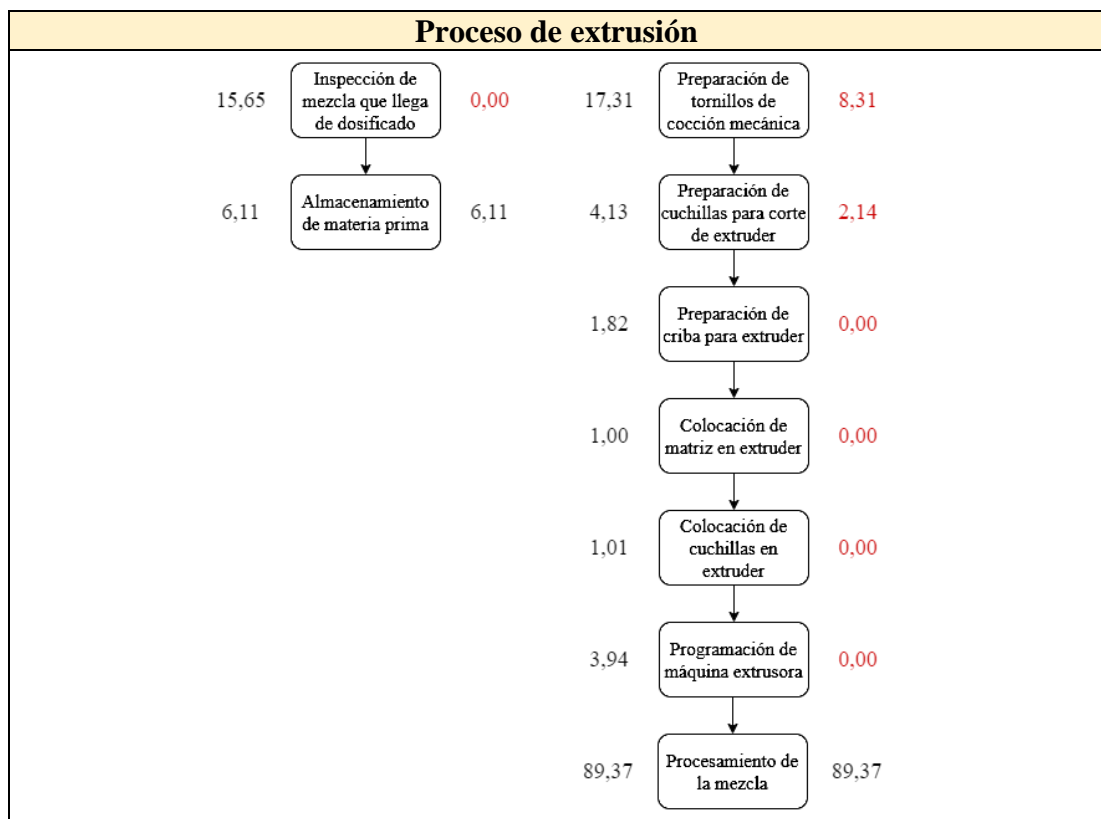
Se realiza un estudio con el fin de mejorar cada una de las actividades, a lo cual se requiere la reducción de tiempos innecesarios que se encuentran en el proceso actual, por lo cual se realizan los siguientes diagramas propuestos. El proceso se describe de la tabla 61 a la 66.

Tabla 61. Diagramas de reducción de tiempos-dosificado



Dentro del proceso de dosificado, existen 4 actividades que deben ser modificadas de forma inmediata acorde con lo establecido en la sección anterior, donde se propone la reducción de los tiempos de procesamiento en el Transporte de banda 1, el transporte del elevador 1 que se realizan de forma consecutiva, después también se puede reducir la actividad de montaje de microingredientes, y por último eliminar el transporte de bandas 2 y el transporte del elevador.

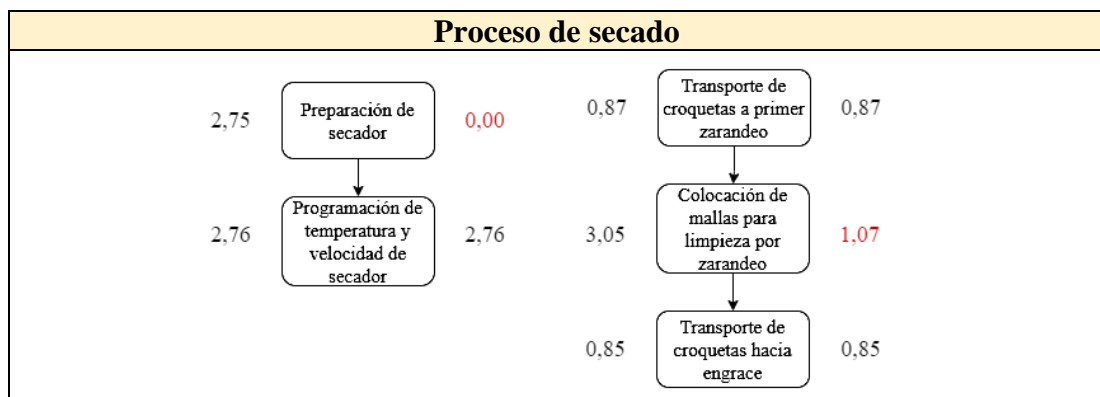
Tabla 62. Diagramas de reducción de tiempos-extrusión



Existe la reducción de importantes actividades que podrían ser realizadas en el transcurso del proceso principal. La actividad de inspección podría reducir su tiempo y evitar el paro de maquinaria durante mucho tiempo, también dentro de las siguientes actividades como la preparación completa de la máquina extrusora, siendo la preparación de cuchillas, matrices y cribas las que deben estar siempre listas para ser montadas en la máquina para después programarla.

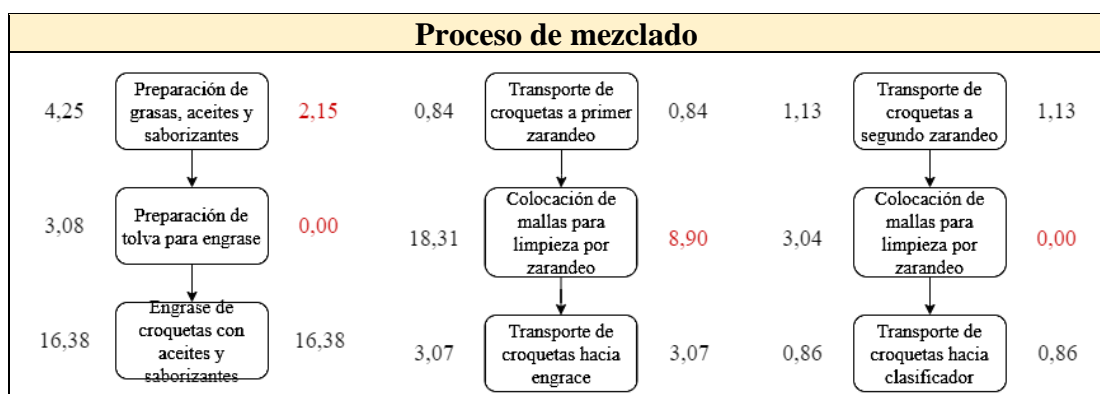
Estas actividades se pueden realizar de forma normal mientras se realiza el proceso de dosificado lo que no afectaría al proceso continuo.

Tabla 63. Diagramas de reducción de tiempos-secado



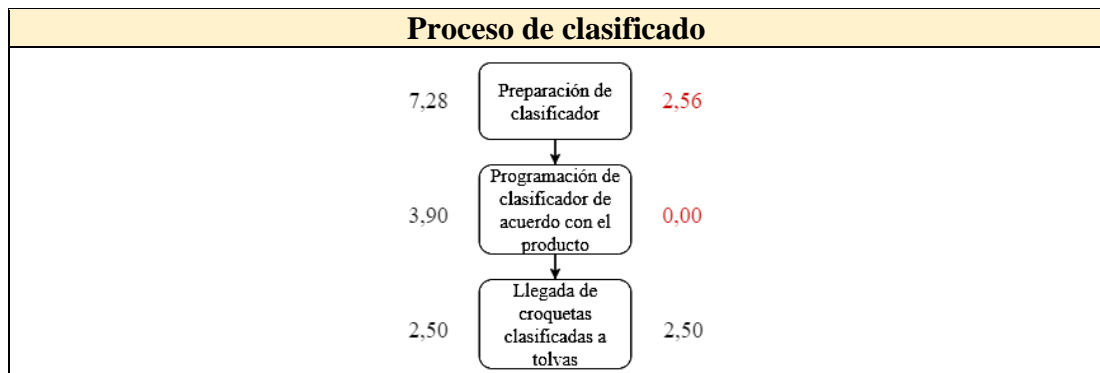
El proceso de secado se considera de gran importancia para el proceso, con lo cual su preparación se podría realizar mientras la mezcla se encuentra en la zona de extrusión, y quedaría lista para cuando llegue el producto a esta operación. También la operación de colocación de mallas para zarandeo se puede realizar en el mismo tiempo y reduciendo la actividad teniéndola preparada con anterioridad, limpiando y colocando con antelación para evitar tiempos en exceso.

Tabla 64. Diagramas de reducción de tiempos-mezclado



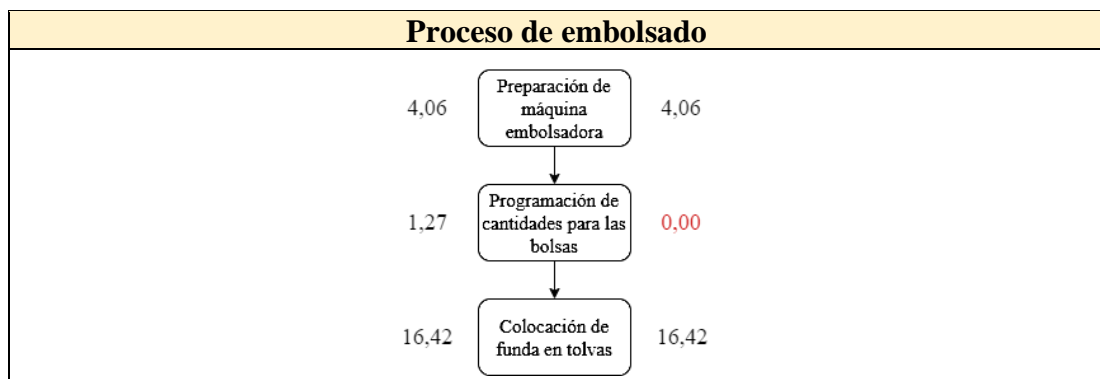
Se reducen 3 partes considerables del proceso para evitar tiempos muertos dentro del diagrama de flujo, con lo que se establece que son la preparación de aceites, programación de la tolva, colocación de las mallas de zarandeo para los 2 proceso.

Tabla 65. Diagramas de reducción de tiempos-clasificado



En la sección de clasificado las operaciones establecidas a cambiar el tiempo son en preparación del clasificador y en la programación del clasificador que podrían ser realizados dentro de la actividad anterior para reducir los tiempos.

Tabla 66. Diagramas de reducción de tiempos-embolsado



En el proceso de embolsado se reduce la actividad de la programación de las cantidades que se dirigen a las bolsas, evitando tiempos muertos por esperar a que el producto llegue hasta las tolvas de clasificación y tener lista la máquina para el proceso.

Una vez identificadas las operaciones internas y externas, y también identificando las actividades internas que se pueden transformar a externas, es necesario comprobar si es que el tiempo de operación se puede reducir, ya que los procesos se realizan de manera simultánea cuando los otros están en proceso, quedando acorde a la tabla 67.

Tabla 67. Propuesta SMED para reducción de tiempos de operación

BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.		Tiempo	Propuesta Tiempo	Tipo de actividad	
				Interna	Externa
N°	Actividades	Min (m)	Min (m)		
Operación de dosificado					
1	Montaje y peso de los macroingredientes a las tolvas	4,43	4,43	O.I.	
2	Descarga de macroingredientes en báscula	1,35	1,35	O.I.	
3	Transporte de bandas 1	0,83	0,40	O.I.	O.E.
4	Transporte de elevador 1	0,82	0,40	O.I.	O.E.
5	Mezclado 1	0,75	0,75		O.E.
6	Carga de tolvas a premolienda	3,71	3,71		O.E.
7	Montaje de microingredientes	1,94	0,00	O.I.	O.E.
8	Descarga de microingredientes en báscula	0,99	0,99	O.I.	
9	Mezclado 2	3,69	3,69		O.E.
10	Transporte de bandas 2	0,83	0,40	O.I.	O.E.
11	Transporte de elevador 2	0,84	0,40	O.I.	O.E.
Operación de molienda					
12	Inspección de mezcla que llega de dosificador	15,65	0,00	O.I.	O.E.
13	Almacenamiento de materia prima	6,11	6,11	O.I.	
14	Envío de materia prima hacia las tolvas	0,77	0,77	O.I.	

Tabla 67. Propuesta SMED para reducción de tiempos de operación (continuación)


BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.		Tiempo	Propuesta Tiempo	Tipo de actividad	
				Interna	Externa
N°	Actividades	Min (m)	Min (m)		
15	Preparación de acondicionador (horno de cocción)	3,00	3,00		O.E.
16	Programación de temperatura y tiempo de cocción	1,36	1,36		O.E.
17	Transporte de mezcla a tornillo de cocción mecánica	0,80	0,80	O.I.	
Operación de extrusión					
18	Preparación de tornillos de cocción mecánica	17,31	8,31	O.I.	O.E.
19	Preparación de cuchillas para corte de extruder	4,13	2,14	O.I.	O.E.
20	Preparación de criba para extruder	1,82	0,00	O.I.	O.E.
21	Colocación de matriz en extruder	1,00	0,00	O.I.	O.E.
22	Colocación de cuchillas en extruder	1,01	0,00	O.I.	O.E.
23	Programación de máquina extrusora	3,94	0,00	O.I.	O.E.
24	Procesamiento de la mezcla	45,37	43,67		O.E.
25	Transporte de croquetas procesadas a secador	0,73	0,73	O.I.	
Operación de secado					
26	Preparación de secador	2,75	0,00	O.I.	O.E.
27	Programación de temperatura y velocidad de secador	2,76	2,76		O.E.
28	Secado de las croquetas para disminuir humedad	25,17	25,17		O.E.
29	Inspección de calidad de croqueta después de secado	14,06	14,06		O.E.
30	Transporte de croquetas a primer zarandeo	0,87	0,87	O.I.	
31	Colocación de mallas para limpieza por zarandeo	3,05	1,07	O.I.	O.E.

Tabla 67. Propuesta SMED para reducción de tiempos de operación (continuación)



BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.		Tiempo	Propuesta Tiempo	Tipo de actividad	
				Min (m)	Min (m)	Interna	Externa
32	Transporte de croquetas hacia engrase	0,85	0,85	O.I.	
Operación de mezclado					
33	Preparación de grasas, aceites y saborizantes	4,25	2,15	O.I.	O.E.
34	Preparación de tolva para engrase	3,08	0,00	O.I.	O.E.
35	Engrase de croquetas con aceites y saborizantes	16,38	16,38		O.E.
36	Mezcla de croquetas	5,80	5,80		O.E.
37	Transporte de croquetas a enfriador	0,84	0,84	O.I.	
38	Preparación de enfriador	18,31	8,90	O.I.	O.E.
39	Programación de temperatura y velocidad de enfriador	3,07	3,07		O.E.
40	Transporte de croquetas para segundo zarandeo	1,13	1,13	O.I.	
41	Colocación de mallas para limpieza por zarandeo	3,04	0,00	O.I.	O.E.
42	Transporte de croquetas para clasificador de croquetas	0,86	0,86	O.I.	
Operación de clasificación					
43	Preparación de clasificador	7,28	2,56	O.I.	O.E.
44	Programación de clasificador de acuerdo con el producto	3,90	0,00	O.I.	O.E.
45	Llegada de croquetas clasificadas a tolvas	2,50	2,50	O.I.	
46	Descarga de croquetas de tolvas para embolsar	5,17	5,17	O.I.	
Operación de embolsado					
47	Preparación de fundas para embolsar	1,02	1,02		O.E.
48	Preparación de máquina embolsadora	4,06	4,06		O.E.
49	Programación de cantidades para las bolsas	1,27	0,00	O.I.	O.E.
50	Colocación de funda en tolva	5,80	5,80	O.I.	

Tabla 67. Propuesta SMED para reducción de tiempos de operación (continuación)

BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.		Tiempo	Propuesta Tiempo	Tipo de actividad			
				Min (m)	Min (m)	Interna	Externa
N°	Actividades	Min (m)	Min (m)	Interna	Externa		
51	Descargue de croquetas en funda	10,61	10,61		O.E.		
52	Transporte de funda a máquina de sellado	7,49	7,49	O.I.			
53	Sellado de fundas	8,70	8,70		O.E.		
54	Transporte de fundas para almacenamiento	13,56	13,56	O.I.			
55	Almacenamiento de producto terminado	20,63	20,63	O.I.			
TOTAL		321,44	249,42	Act 39	Prop *18	Act 16	Prop *37

Act: Actual Prop: Propuesto

Para la estimación del tiempo propuesto se toma en cuenta el impacto de la herramienta al realizar actividades simultaneas que permitan realizar actividades mientras se realizan otras, así evitando el paro de maquinaria. En la tabla 67 se enmarcan los tiempos de color amarillos aquellos que se ven modificados de acuerdo con la propuesta de la metodología SMED.

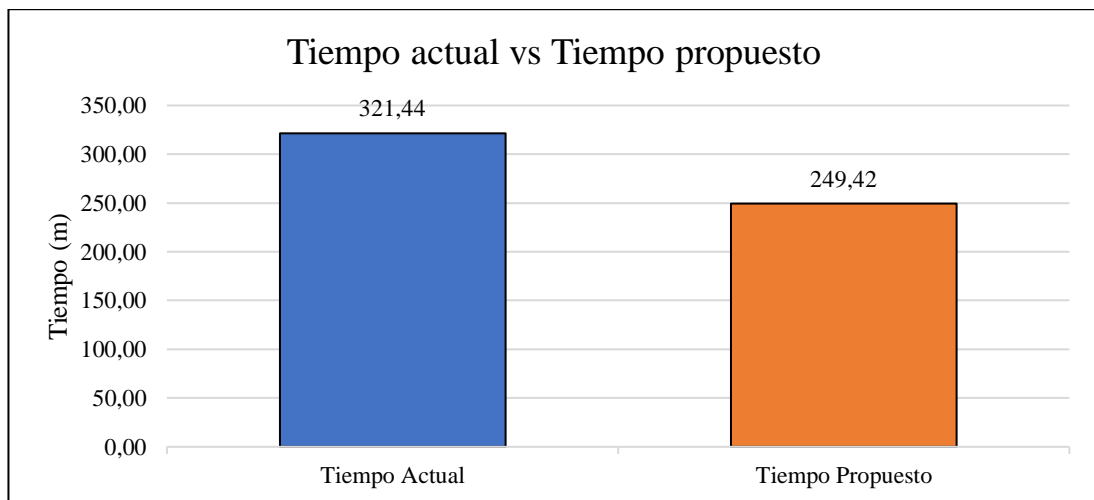


Figura 35. Tiempo actual vs tiempo propuesto

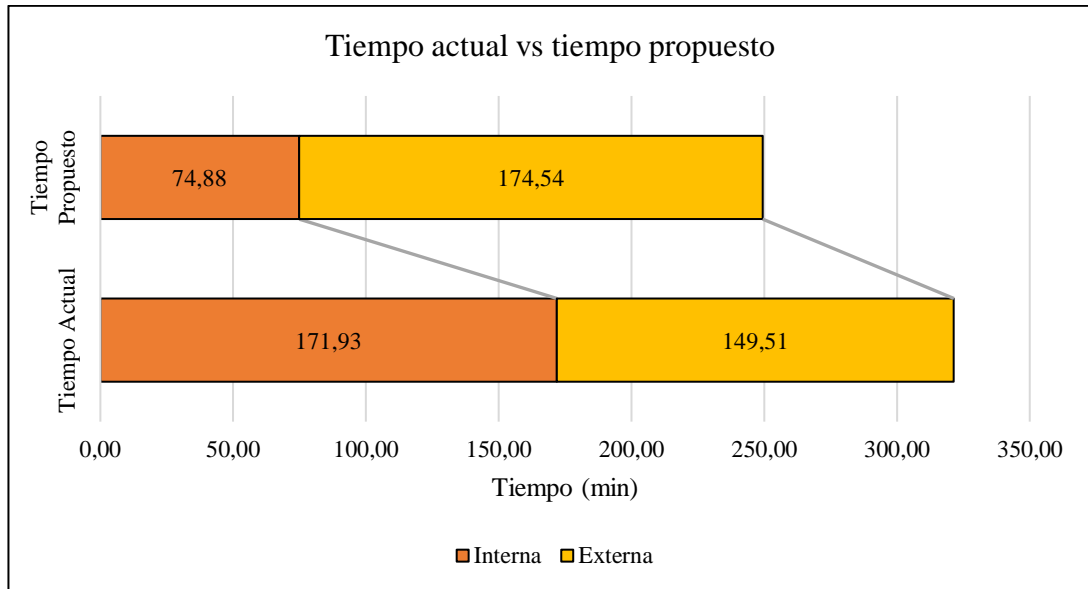


Figura 36. Tiempo actual vs tiempo propuesto

En la figura 35 se observan los tiempos actuales y propuestos, en donde el tiempo actual es de 321,44 minutos, que con el sistema propuesto se reduciría a 249,42, teniendo una reducción de 72,02 minutos de procesamiento, ayudando de gran forma a reducir el tiempo total de procesamiento, agilizando la producción para el cumplimiento de la demanda y aumentando la capacidad de producción. En la figura 36 se puede observar el tiempo actual y propuesto de cada tipo de actividad, siendo interna y externa, donde se puede realizar la comparativa de la reducción del tiempo de operaciones internas de 171,93 minutos a 74,88 minutos, y el aumento del tiempo de operación externo de 149,51 minutos a 174,54.

Indicadores de seguimiento y mejora SMED

Realizado la propuesta de aplicación de la metodología SMED para el proceso de extrusión de la empresa BIOALIMENTAR CÍA. LTDA., es de suma importancia recomendar el seguimiento de la inspección de las actividades mediante indicadores que ayuden a indicar si existe mejora. En la tabla 68 se describe el indicador de seguimiento para SMED.

Tabla 68. Indicadores para seguimiento de SMED

Nombre	Definición	Método de cálculo	Unidad	Meta	Responsable	Frecuencia
Variación de número de actividades de preparación	Determina de acuerdo con el porcentaje de actividades internas y el total de actividades en operación. Siendo el 0% el valor ideal debido a la disminución de actividades internas que requieren del detenimiento de maquinaria	$\frac{\text{Actividades internas}}{\text{Actividades totales}} * 100$	%	<15%	Jefe de producción y mantenimiento	Mensual
Eficiencia de la maquinaria	Ayuda a conocer la relación entre el tiempo de operación con el tiempo disponible total de acuerdo con el turno de trabajo. Se necesita llegar al 100% que refiere a la utilización de todo el tiempo disponible	$\frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Tiempo disponible}} * 100$	%	>90%	Jefe de producción y mantenimiento	Quincenal
Tasa de tiempo de preparación	Determina la tasa de reducción o aumento del tiempo que se utiliza para la preparación de la maquinaria, comparando el tiempo antiguo del procesamiento como el tiempo después de haber aplicado mejoras	$\frac{\text{Tiempo actual} - \text{Tiempo anterior}}{\text{Tiempo anterior}} * 100$	%	<25%	Jefe de producción y mantenimiento	Mensual

Presupuesto

Se presenta el presupuesto para la implementación de la herramienta SMED en la tabla 69, tomando en cuenta los cambios que se deben realizar al sistema productivo, donde se destinará \$540,00 al año para realizar las actividades para el cambio de sistema productivo.

Tabla 69. Presupuesto de aplicación de SMED

Elemento	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Capacitaciones	27	\$ 20,00	\$ 540,00
SUMA			\$ 540,00

Este presupuesto irá destinado más a las capacitaciones que necesitarán los operarios para cambiar su sistema productivo a uno más dinámico, para lo que todos los operarios de la zona de extrusión de BIOALIMENTAR CÍA. LTDA. deberán ser capacitados para lograr el objetivo.

Metodologías aplicadas para la eliminación de defectos

Metodología Jidoka

La metodología Jidoka se basa en la eliminación de los defectos que se detecten en los productos, con la finalidad de que no lleguen al consumidor final si tienen un error para corregirlo de forma inmediata. En BIOALIMENTAR CÍA. LTDA. se busca eliminar los defectos de producción que se generen en el área de extrusión por falta de correcciones que se puedan realizar a tiempo.

Se busca dar solución a los problemas de fallos en producción por mala formulación de la materia prima en dosificado o por una mala programación en una máquina que provoque incumplir con los estándares de calidad propuestos. Estos estándares están basados en la calidad del producto medidos en la temperatura y humedad de la croqueta, siendo controlados primordialmente en la zona de secado y enfriado.


La finalidad de esta propuesta es identificar de forma rápida, eficaz y precisa los errores que se presenten en producción que eviten llegar a los estándares de calidad que se propone la empresa.

Localización de anomalías

La localización de las anomalías se realizará dentro de las partes más importantes del proceso de extrusión de alimento para mascotas, siendo la zona de dosificado, zona de extrusión, zona de secado y la zona de embolsado.

En la tabla 70 se evidencian las posibles fallas que pueden ocurrir en estas zonas:

Tabla 70. Posibles anomalías en BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.

Posibles anomalías				
N°	Dosificado	Extrusión	Secado	Embolsado
1	Falla de formulación	Mala elección de matriz	Falla de programación	Fallo de impresión de bolsa
2	Materias primas deficientes	Mal ajuste de cuchilla	Falta de calibración	Fallo de programación de pesaje
3	Falta de materia prima	Movimiento de tornillo muy rápido	Falla de ventiladores	Mal sellado de bolsas
4	Contaminaciones por suciedad	Falla en programación	Falla en secadores	Ruptura de hilos para sellado
5		Contaminación por suciedad	Mala distribución de croquetas	
6			Contaminación por suciedad	

Estas son las fallas más comunes encontradas en el proceso de extrusión de alimentos para mascotas de Mambo Adulto 30 kg, donde la mayoría se dan por parte de los operarios por falta de concentración pero que pueden mejorarse para evitar inconvenientes. En las tablas siguientes se ejemplifican diferentes tipos de fallas. De la tabla 71 a la 74 se demuestran las fallas encontradas en el proceso.

Tabla 71. Anomalías en dosificado

	
Falla de formulación	
	
Materias primas deficientes	

Tabla 72. Anomalías en extrusión



	
Contaminación por suciedad	Mal ajuste de la cuchilla

Tabla 73. Anomalías en secado

	
Falla de programación	Mala distribución de croquetas
	
Falla en secadores	

Tabla 74. Anomalías en embolsado

	
Falla de impresión	Falta de producto
	
Mal sellado	

Conteo de fallas en Mambo Adulto 30 kg


Para el conteo de fallas se deben considerar las posibles fallas que se presenten y sean identificables. En la tabla 75 a la 78 se realiza el conteo de la cantidad de fallas por cada 10 lotes de producción por operación asignada.

Tabla 75. Registro de fallas-dosificado

Registro de fallas		N°1										
Área		Dosificado										
N°	Fallas	Lotes										Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Falla de formulación	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	5
2	Materias primas deficientes	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	8
3	Falta de materia prima	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	5
4	Contaminaciones por suciedad	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	6
Resultado final		3	7	2	0	1	0	6	3	2	0	24


De acuerdo con el estudio de fallas realizado a 10 lote, se determinó que existen 24 anomalías dentro del proceso que se dan principalmente por descuido de los operarios, estas fallas se encuentran de mayor manera cuando existe un fallo de programación al momento de dosificar, pero también ocurre por una mala limpieza de los contenedores que para el proceso siguiente altera la fórmula por agentes extraños.

Tabla 76. Registro de fallas-extrusión

Registro de fallas		N°2										
Área		Extrusión										
N°	Fallas	Lotes										Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Mala elección de matriz	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
2	Mal ajuste de cuchilla	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	3
3	Movimiento de tornillo muy rápido	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
4	Falla en programación	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	5
5	Contaminación por suciedad	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	6
Resultado final		2	3	3	0	2	2	1	2	2	0	17


Para la zona de extrusión, se realizó el mismo estudio a 10 lote, donde se obtuvo alrededor de 17 errores totales, donde predominó la falla de programación de la zona de extrusión y también la contaminación por suciedad.

Tabla 77. Registro de fallas-secado

Registro de fallas		N°3										
Área		Secado										
N°	Fallas	Lotes										Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Falla de programación	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	5
2	Falta de calibración	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	3
3	Falla de ventiladores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4	Falla en secadores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
5	Mala distribución de croquetas	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	3
6	Contaminación por suciedad	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	3
Resultado final		1	3	1	2	3	0	1	3	0	2	16

Las fallas obtenidas dentro de la zona de secado se obtuvieron mayormente de la parte de programación y también por problemas de la maquinaria debido a fallas en calibración completa de la máquina, teniendo 16 errores totales.

Tabla 78. Registro de fallas-embolsado

Registro de fallas		N°4										
Área		Embolsado										
N°	Fallas	Lotes										Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Fallo de impresión de bolsa	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	4
2	Fallo de programación de pesaje	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	5
3	Mal sellado de bolsas	0	2	0	1	0	3	0	2	0	0	8
4	Ruptura de hilos para sellado	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	5
Resultado final		1	5	2	3	1	4	2	3	1	0	22

En cuanto a las anomalías dentro de la parte de embolsado se evidenciaron en total 22 errores y fallas teniendo en cuenta que el mal sellado de las bolsas y la programación son los principales responsables que ocasionan las fallas en el proceso.

ABC de anomalías

De acuerdo con la detección de anomalías y fallas de la sección anterior, se establece un sistema ABC para conocer la falla más representativa y presente en la mayoría de los procesos para tomar acciones correctivas de forma inmediata sobre el problema. En la tabla 79 se encuentra el estudio ABC sobre las anomalías registradas.

Tabla 79. ABC de anomalías

N°	Anomalia registrada	# fallas	%	% acum	Categoría
1	Falla de formulación	20	25,32%	25,32%	A
2	Contaminaciones por suciedad	15	18,99%	44,30%	A
3	Materias primas deficientes	8	10,13%	54,43%	A
4	Mal sellado de bolsas	8	10,13%	64,56%	A
5	Falta de materia prima	5	6,33%	70,89%	A
6	Ruptura de hilos para sellado	5	6,33%	77,22%	A
7	Fallo de impresión de bolsa	4	5,06%	82,28%	B
8	Mal ajuste de cuchilla	3	3,80%	86,08%	B
9	Falta de calibración	3	3,80%	89,87%	B
10	Mala distribución de croquetas	3	3,80%	93,67%	B
11	Mala elección de matriz	2	2,53%	96,20%	C
12	Movimiento de tornillo muy rápido	1	1,27%	97,47%	C
13	Falla de ventiladores	1	1,27%	98,73%	C
14	Falla en secadores	1	1,27%	100,00%	C
SUMA		79			

Tabla 80. Resumen ABC de anomalías

Categoría	Criterio	Cantidad	Participación
A	80%	6	42,86%
B	15%	4	28,57%
C	5%	4	28,57%
	100%	14	

La tabla 80 resume el ABC donde muestra que existen 6 fallas correspondientes a la categoría A, siendo estos los que principalmente afectan al proceso siendo la causa de las fallas dentro de las categorías B y C. En la figura se muestra un ABC de las anomalías dentro de la planta, organizados de acuerdo con la categorización ABC o Pareto.

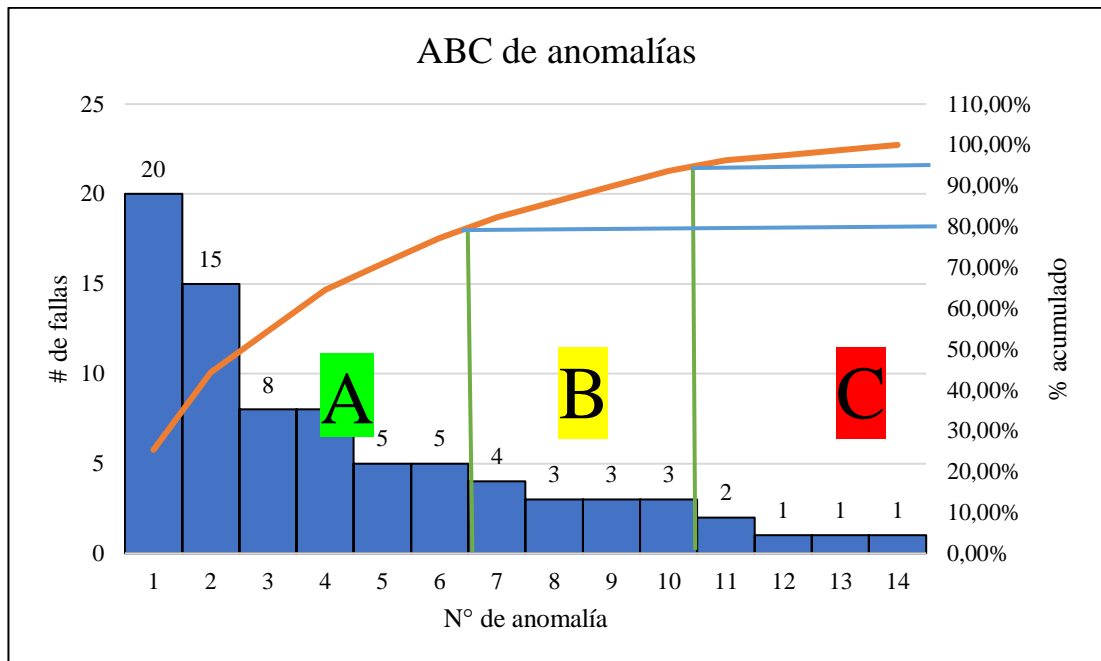


Figura 37. Diagrama ABC de fallas en planta

El análisis ABC de la figura 37 indica que la falla de formulación, contaminación por suciedad, falla de materia prima y mal sellado de las bolsas son los principales problemas que se encuentran, siendo estos los responsables de que el resto de las fallas aparezcan en el resto del proceso productivo. La falla de programación de las máquinas se asoció ya que en las pantallas HMI del proceso, el operario es responsable de las fallas en dosificación que se presenten, y de igual forma la contaminación por deficiencia en la limpieza se da por mal proceso de limpieza por los operarios de la zona de extrusión.

Plan de acción

Para el plan de acción se deben reconocer las falencias principales de acuerdo con el diagrama de Pareto o ABC, siendo los siguientes:


- Falla de formulación
- Contaminaciones por suciedad
- Materias primas deficientes
- Mal sellado de bolsas

A estas anomalías presentadas en el proceso, se debe reconocer la causa que los provoca para dar una solución efectiva, por lo tanto, se realizó diagramas de Ishikawa para reconocer las causas de problema. También se necesita de la matriz de las 5 ¿por qué? En la tabla 81 se especifican el análisis de las 5 ¿por qué? y en la figura 38 el diagrama de Ishikawa.

- **Falla de formulación**

Solución rápida: Reproceso de la materia en dosificación hasta que cumpla con los estándares de formulación y también de calidad.

Tabla 81. Análisis 5 ¿por qué? de falla de formulación

		Reporte análisis e investigación (5 ¿Por qué?)
Análisis 5 ¿por qué?	Factores por los cuales ocurren	
¿Por qué? 1	Mantenimiento inadecuado de la maquinaria y equipos	
¿Por qué? 2	Contaminación dentro de los procesos	
¿Por qué? 3	Materia prima inadecuada	
¿Por qué? 4	Cantidades no especificadas	
¿Por qué? 5	Falta de concentración	
Causa	Falla de formulación	

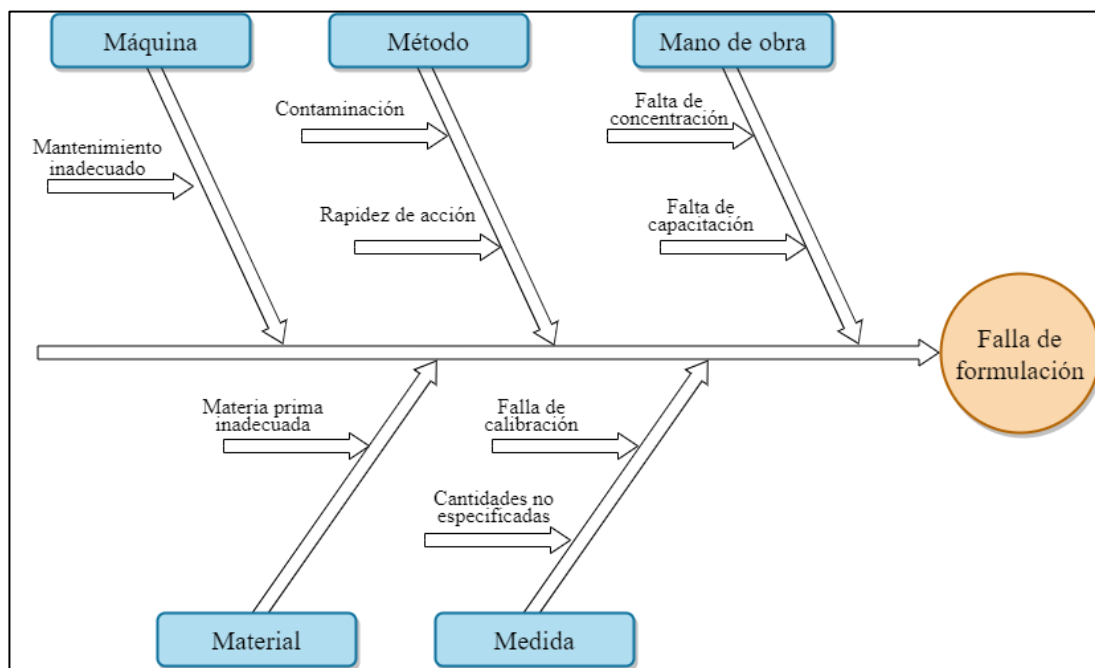


Figura 38. Ishikawa de falla de formulación

El diagrama muestra que el problema más grave sobre la falla de formulación que se da en dosificado y también en el resto del proceso, se debe más a los operarios donde fallan en cuanto a las medidas necesarias para cada producto, además que no se encuentran motivados para realizar su trabajo de forma cómoda, con lo cual existen las fallas.


En la tabla 82 se especifican el análisis de las 5 ¿por qué? y en la figura 39 el diagrama de Ishikawa.

Solución eficaz: Capacitar de forma constante a todos los operarios con el fin de precautelar el mantenimiento adecuado de las maquinarias, como también que sepan la formulación ideal de cada producto.

- **Contaminación por suciedad**

Solución rápida: Limpiar de forma adecuada las máquinas antes de ingresar el procesamiento.

Tabla 82. Análisis 5 ¿por qué? de contaminación por suciedad

		Reporte análisis e investigación (5 ¿Por qué?)
Análisis 5 ¿por qué?	Factores por los cuales ocurren	
¿Por qué? 1	Mal procedimiento al momento de limpieza de equipos	
¿Por qué? 2	Falta de estandarización	
¿Por qué? 3	Materia prima contaminada	
¿Por qué? 4	Suciedad en pisos y maquinaria	
¿Por qué? 5	Falta de capacitación e interés	
Causa	Contaminación por suciedad	

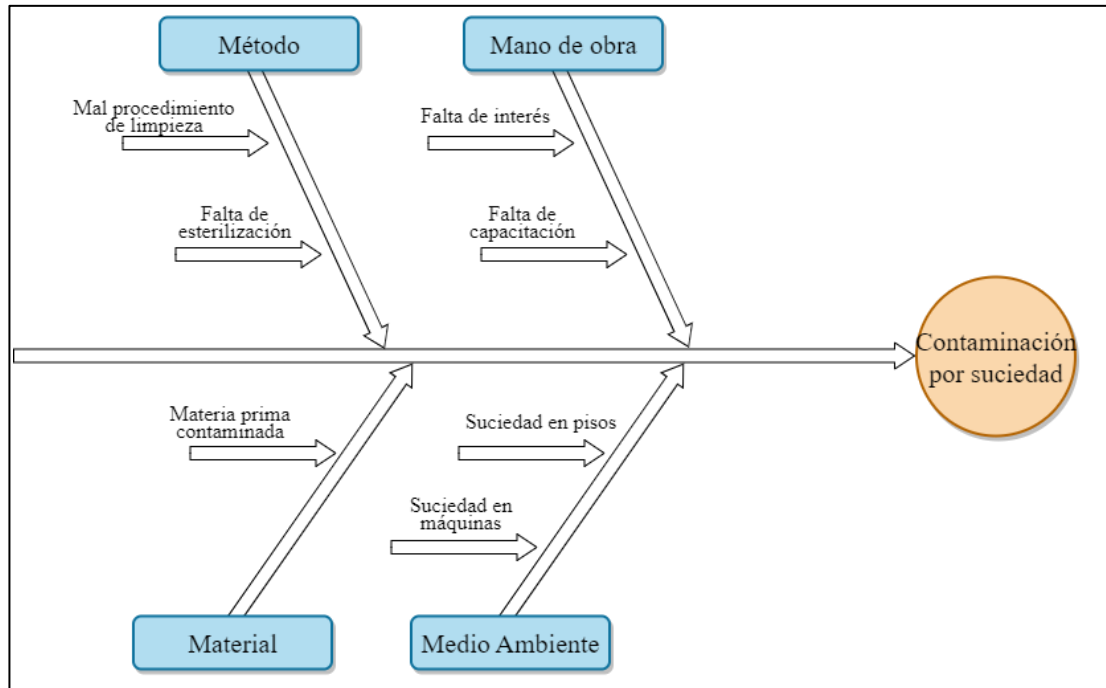


Figura 39. Ishikawa de contaminación por suciedad

Sobre la contaminación del producto por suciedad, es importante reconocer que se da por los métodos ineficientes de limpieza para máquinas y alrededores que provocan la contaminación del producto final, por lo que se debería tener en cuenta establecer planes de limpieza efectivos.


En la tabla 83 se especifican el análisis de las 5 ¿por qué? y en la figura 40 el diagrama de Ishikawa.

Solución eficaz: Realizar un manual de limpieza con el fin de que el seguimiento de la esterilización de las máquinas sea adecuado y no existan contaminaciones. Para ello es necesario realizar planes de capacitaciones y entrega de herramientas y materiales para realizar la limpieza.

- **Materias primas deficientes**

Solución rápida: Inspeccionar la materia prima antes de ingreso a producción.

Tabla 83. Análisis 5 ¿por qué? de materias primas deficientes

		Reporte análisis e investigación (5 ¿Por qué?)
Análisis 5 ¿por qué?	Factores por los cuales ocurren	
¿Por qué? 1	Mantenimiento inadecuado de la maquinaria	
¿Por qué? 2	Mal procedimiento de selección de materia prima	
¿Por qué? 3	Materia prima inadecuada o contaminada	
¿Por qué? 4	Falta de estandarización	
¿Por qué? 5	Falta de concentración y capacitación	
Causa	Materias primas deficientes	

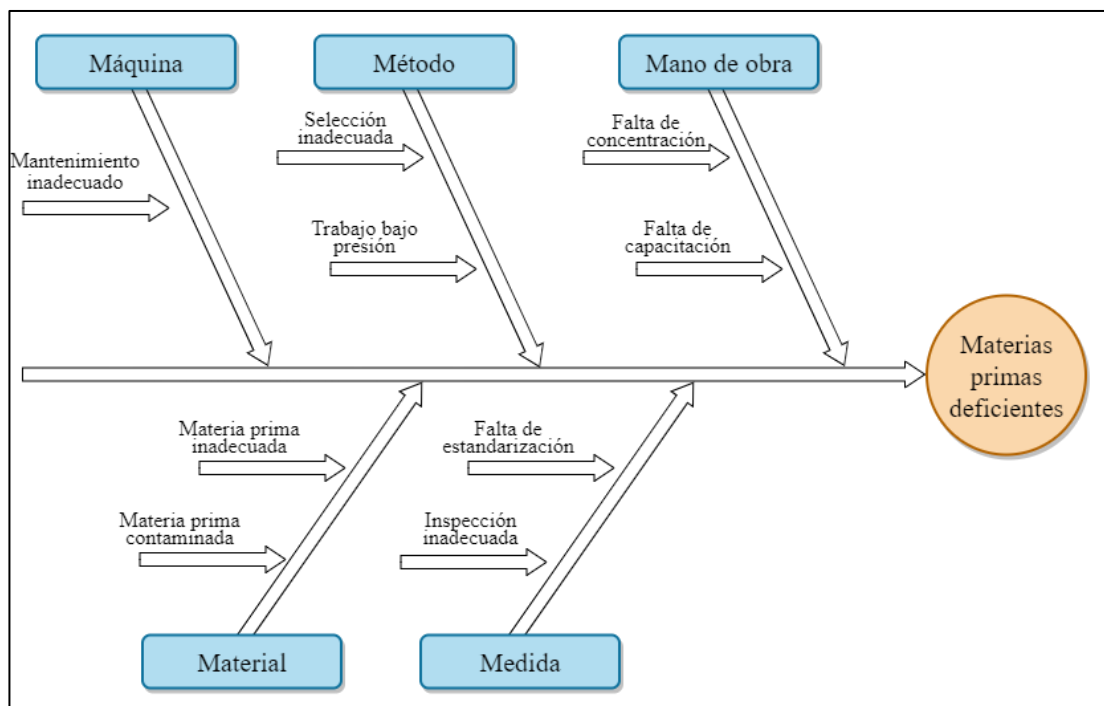


Figura 40. Ishikawa de materias primas deficientes

Las materias primas deficientes pueden llegar al producto por falta de controles de calidad del producto antes de ingresar al proceso, con lo que el departamento de control de calidad debe prestar atención para evitar este tipo de errores. También se puede dar por una falta de concentración para comparar los estándares de calidad adecuados.

En la tabla 84 se especifican el análisis de las 5 ¿por qué? y en la figura 41 el diagrama de Ishikawa.


Solución eficaz: Una solución de manera eficaz es realizar una inspección adecuada creando indicadores que mantengan y seguimientos para que la calidad de los

productos se mantenga a lo largo del proceso. Los indicadores deben ser de suma importancia para saber si se mantienen dentro de lo permisible cada producto que ingrese a producción.

- **Mal llenado de bolsas**

Solución rápida: Especificar de manera adecuada las cantidades que debe ir en cada bolsa.

Tabla 84. Análisis 5 ¿por qué? de mal llenado de bolsas

 Reporte análisis e investigación (5 ¿Por qué?)	
Análisis 5 ¿por qué?	Factores por los cuales ocurren
¿Por qué? 1	Falla de calibración y mantenimiento inadecuado
¿Por qué? 2	Falta de estandarización en procesos
¿Por qué? 3	Hilo y bolsas de mala calidad
¿Por qué? 4	Monotonía en el trabajo
¿Por qué? 5	Falta de concentración y capacitación
Causa	Mal llenado de bolsas

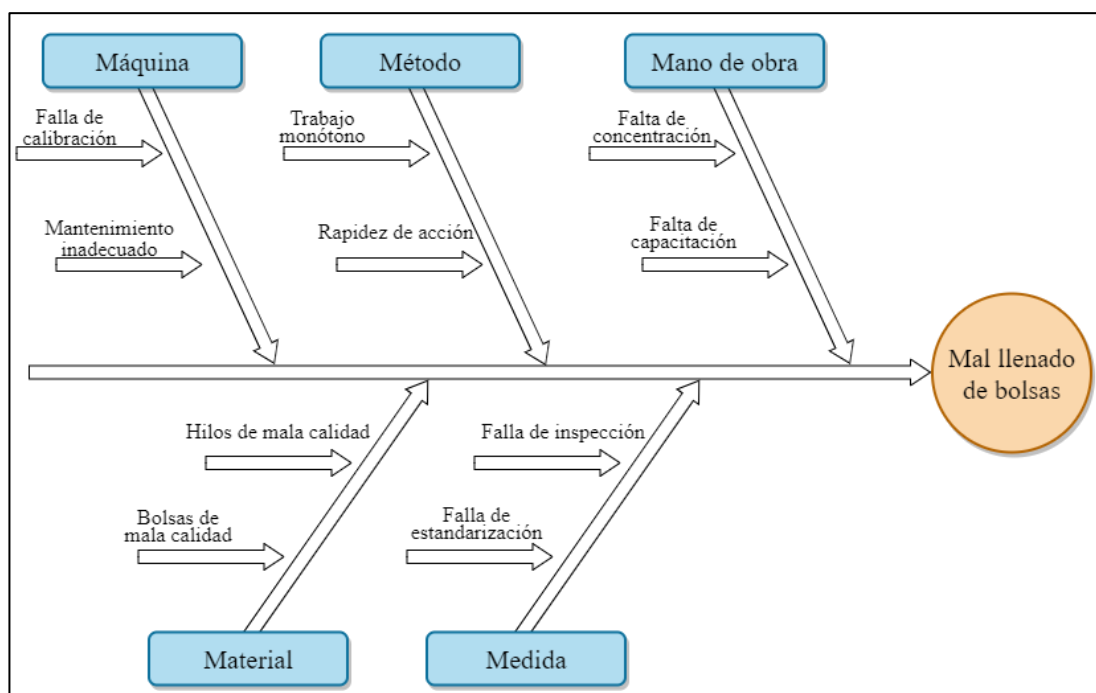


Figura 41. Ishikawa de mal llenado de bolsas

Este problema se presenta debido a la falta de capacitación de operarios encargados de programar de forma adecuada la máquina embolsadora, para que el contenido sea ideal

y no perder producto o enviar con déficit. Es importante tomar en cuenta la medida y la maquinaria dentro del proceso para corroborar que no existan ineficiencias.

Solución eficaz: Para dar una solución definitiva se debe inspeccionar de forma constante los PLC que indican las cantidades que se van a enviar a cada bolsa, debido a que la mala calibración puede afectar a que el pesaje se mantenga constante. También se debe aclarar de forma correcta a los operarios sobre las cantidades necesarias, además de evitar que existan desperdicios por llenado muy rápido en las bolsas que provoca desbordamientos o caída de producto al piso.

Paro de producción-Alerta ANDON

La forma más eficaz de realizar la identificación inmediata de fallas en el proceso es mediante la colocación de alarmas o alertas ANDON que ayuden a la identificación de producto de mala calidad en el proceso total.

La ubicación de estos dispositivos debe ser de forma estratégica. A continuación, se explican la disposición de las alarmas en las máquinas donde el proceso es sumamente crucial en la tabla 85.

Tabla 85. Propuesta de alertas ANDON en máquinas







M	Actual	Propuesta	Causas de paro
Extrusora			<p>Dentro de esta máquina es de suma importancia colocar este tipo de alertas debido a que es el proceso principal, donde mediante inspección visual se debería alertar la acción normal del producto.</p>

Tabla 85. Propuesta de alertas ANDON en máquinas (continuación)

M	Actual	Propuesta	Causas de paro
Secadora			<p>El secador debe mantener ciertos estándares para que continúe el producto, ya que la croqueta necesita de 9% de humedad, y en el caso de no cumplirlo, la alarma podría activarse para encontrar la causa de la falla de calidad.</p>
Embolsadora			<p>La máquina embolsadora usaría la alarma para alertar de problemas de sellado o también sobre falencias de la croqueta que se embolse. Se debería verificar la calidad de la croqueta y de las máquinas.</p>

El paro de maquinaria se debe alertar a los operarios que se encuentran en el cuarto de control y automatización para que encuentren soluciones eficaces a las diferentes fallas que se encuentren en el proceso. También es necesario el apoyo del departamento de calidad para que se identifique de mejor forma las causas que ocasionan las fallas en producción.

La instalación de las alertas Andon en las máquinas deben ser correspondientes a las unidades y al control que se necesita para que cumpla con los parámetros correctos de calidad, donde mediante la tabla 86 y en la figura 42 se menciona el funcionamiento de Andon en cada máquina y que funcionen de forma automática. Debe enviar diferentes alarmas a los operarios encargados del control de las pantallas HMI, siendo las alertas de color amarillo las que se deben corregir, pero sin apagar todo el proceso. Si llega en los rangos del color rojo se deberá detener el proceso por completo de la maquinaria y dar solución inmediata al problema.

Tabla 86. Instalación de alarmas Andon

M	Funcionamiento	Parámetros de Mambo Adulto 30 kg		
		Verde	Amarillo	Rojo
Extrusora	El control para la máquina extrusora se realiza mediante el uso de sensores de velocidad y de temperatura, donde se necesita controlar la velocidad del corte de la croqueta para que el tamaño sea de la misma calidad de la norma.	<ul style="list-style-type: none"> V=1000 RPM ± 40 RPM T=85 °C ± 7 °C 	<ul style="list-style-type: none"> 960 RPM <V> 1025 RPM 78 °C <T> 90 °C 	<ul style="list-style-type: none"> 900 RPM <V> 1100 RPM 75 °C <T> 95 °C
Secadora	El secador debe controlar la temperatura y la humedad de las croquetas, que deberán ser controladas mediante el PLC de acuerdo con los parámetros establecidos de calidad.	<ul style="list-style-type: none"> T=20 °C ± 1 °C H=9% ± 0,5 % 	<ul style="list-style-type: none"> 18 °C <T> 22 °C 8% <H> 10% 	<ul style="list-style-type: none"> 16 °C <T> 25 °C 7% <H> 12%
Embolsadora	Las máquinas embolsadoras deben controlarse mediante sensores para el peso de las bolsas como balanzas para la verificación del peso correcto de cada una de las bolsas y conocer si se necesita calibrar el PLC.	<ul style="list-style-type: none"> P=30 kg ± 0.01 kg 	<ul style="list-style-type: none"> 29 kg <P> 31 kg 	<ul style="list-style-type: none"> 28 kg <P> 32 kg
T=temperatura V=velocidad H=humedad P=peso				

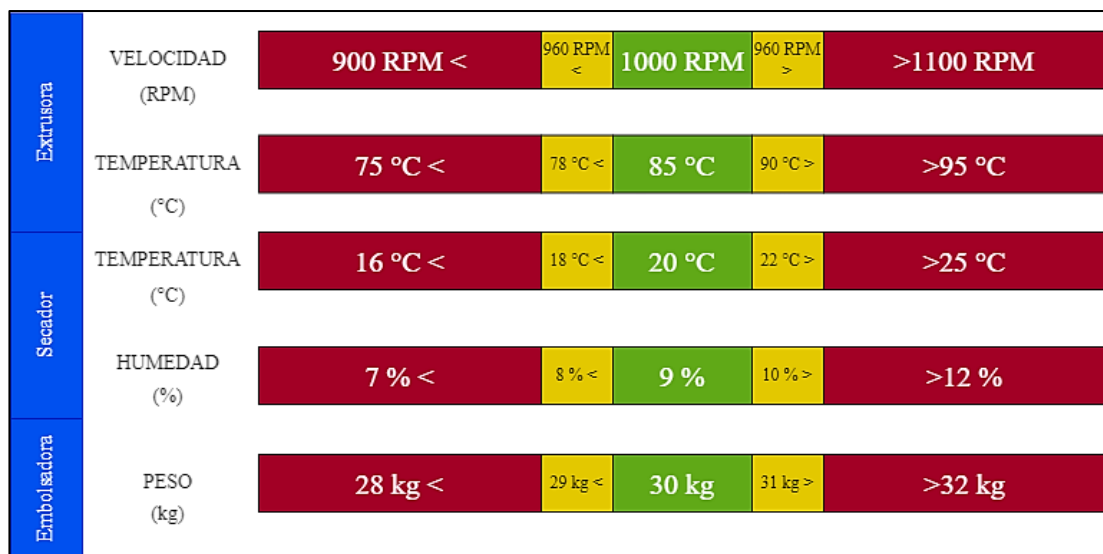


Figura 42. Parámetros de funcionamiento de Andon

En la figura 42, se menciona de forma clara los rangos en las que los colores de los semáforos de cada máquina deben encenderse. Estos rangos son importantes para la

configuración y calibración de las máquinas, ya que en control debería ser automatizado, en donde al llegar dentro de los rangos rojos, la máquina debería detenerse con el fin de precautelar la calidad de los productos.


Para un mejor control, toda la información debe ser recopilada de los PLC de las máquinas hacia sistemas computarizados, para tener una base de datos y conocer el comportamiento a lo largo del tiempo de cada una de las máquinas.

Seguimiento y mejora

Para realizar el seguimiento de forma correcta sobre la metodología Jidoka, es importante tomar en cuenta que se necesitan de ciertas mediciones para poder establecer una mejoría a lo largo de los meses donde se ha desarrollado la herramienta. Por ello se necesita realizar indicadores que permitan realizar estas mediciones y comparar mes tras mes si existe una mejoría, si se ha mantenido el problema o por el contrario haya empeorado.


Un medidor o indicador muy importante es el uso de medición de calidad a la primera o FTT (First Time Through), por lo cual se obtiene la tabla 87.

Tabla 87. Indicador FTT

 BIOALIMENTAR <small>Pasión por nutrición</small>	Índice FTT
Nombre	Calidad a la primera (FTT)
Definición	Métrica para conocer las unidades completas en proceso y que cumplen con la calidad prevista
Fórmula	$FTT = \frac{\text{Bolsas totales} - \text{Bolsas defectuosas}}{\text{Bolsas totales}}$
Unidad	%
Meta	100%
Responsable	Gerente de producción y mantenimiento
Frecuencia	Semanal

Mediante este indicador se puede conocer de manera semanal el nivel de bolsas de alimento para mascotas que cumplan con todas las especificaciones de calidad. En el caso de que se encuentren bolsas que no cumplan con los procedimientos de calidad, se plantea un registro en donde el operario pueda anotar las diferentes anomalías que se haya presentado en los productos, gracias a la tabla 88.

Tabla 88. Registro de defectos

Registro de defectos		BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.  <i>Pasión por nutrición</i>		Registro N° 01
Fecha	14/12/22	Responsable	-----	
N°	Criterios			
	Anomalía presentada	Situación actual	Situación ideal	Acción correctiva
1	Falla de formulación	La formulación se encuentra con contaminación	La fórmula debe pasar todos los estándares de calidad de forma correcta	Plan de acción para calidad de M. Prima
2	Falla de costuras de bolsas	Las bolsas están abiertas por ruptura de hilo	Las bolsas deben estar selladas de forma correcta y completa por todos lados	Plan de acción para calidad de bolsas
Observaciones				
Revisado por:			Aprobado por:	

Cuando se haya llenado de forma correcta las anomalías que se hayan presentado en las zonas de extrusión, es importante mantener planes de acción para evitar los defectos que se lleguen a presentar, por lo que se necesita de un plan correctivo para conocer causas y soluciones para evitar los problemas, y se identifica en la tabla 89.

Tabla 89. Plan de acción para evitar fallas

Plan de acción para evitar fallas		BIOALIMENTAR CÍA. LTDA. <i>BIOALIMENTAR</i> Pasión por nutrición		Registro N° 01
Fecha	14/12/22	Responsable	-----	
N°	Anomalía presentada	Día		
		Causas del fallo	Acción correctiva	Fecha de eliminación de defecto
1	Falla de formulación	Criterios de formulación no establecidos	Establecimiento de fórmulas antes de procesamiento	14/12/22
		Falta de mantenimiento	Programa de mantenimiento	
		Falta de calibración		
		Desconcentración de operarios	Capacitación a operarios	
2	Falla de costuras de bolsas	Hilo de mala calidad	Calidad de insumos antes de uso	14/12/22
		Procedimientos mal ejecutados	Capacitación a operarios	
		Desconcentración de operarios		
		Maquila defectuosa o descalibrada	Programa de mantenimiento	
Revisado por:		Aprobado por:		

Presupuesto

Se presenta el presupuesto para la implementación de la herramienta JIDOKA en la tabla 90, tomando en cuenta los cambios que se deben realizar al sistema productivo, donde se destinará \$694,00 al año para realizar las actividades de detección de fallas.

Tabla 90. Presupuesto de aplicación de JIDOKA

Elemento	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Semáforos ANDON	3	\$ 18,00	\$ 54,00
Costo de instalación	1	\$ 100	\$ 100,00
Capacitaciones	27	\$ 20,00	\$ 540,00
SUMA			\$ 694,00

Este presupuesto está destinado en la instalación de los tres semáforos ANDON en las máquinas más cruciales donde pueden presentarse fallas. Las capacitaciones también son necesarias para enseñar a los operarios de la zona de extrusión a la rápida identificación de las fallas y al uso adecuada de las alarmas, para evitar paros innecesarios de maquinaria.

Metodología TPM

La metodología TPM establece la implementación de un sistema de Mantenimiento Productivo Total de toda la empresa capaz de disminuir defectos y esperas mediante un mantenimiento e inspección constante de las maquinarias.

Pérdidas

Como primer paso de la propuesta de implementación del sistema TPM, se debe conocer las razones de paros de maquinaria o falta de producción dentro de planta.

- *Paros menores:* Este tipo de paros se da por efecto de los trabajadores, donde se detiene la maquinaria por programaciones o limpieza que se realiza. En este caso los paros son muy rápidos que comúnmente se producen por descuidos o falta de concentraciones. Se representa de una forma más eficaz dentro de la tabla 91.

Tabla 91. Paros menores en máquinas principales

Molino	Extrusora	Secadora	Embolsadora
En este caso se producen paros por esperas de la zona de dosificado para realizar la molienda de los granos.	Las paras de maquinaria pueden darse por necesidades personales del trabajador de turno, como también del mismo proceso por falta de capacidad	Las paras de producción se dan por programación de la máquina, debido a que debe mantener un flujo constante de aire y calor por sus actuadores	Los paros son menores debido al operario, ya sean faltas de concentración o mal procedimiento

- *Defectos:* Los defectos se producen por falta de calibración de maquinaria y representan una pérdida importante de la efectividad del proceso, como también afecta de gran forma a la productividad de la empresa debido a los reprocesos que se realizan. Se representa de una forma más eficaz dentro de la tabla 92.

Tabla 92. Defectos en máquinas principales

Molino	Extrusora	Secadora	Embolsadora
Los defectos se pueden dar por mala programación o calibración del tamaño del gránulo deseado para el proceso	La máquina tiende a producir mermas del producto. También producen desperdicios considerados como fallas de producción por falta de calibración de las cuchillas o velocidad del motor cuando extruye el alimento	Defectos por mala programación donde es de suma importancia mantener niveles de humedad uniformes, siendo parte principal de los fallos de producción y donde se realizan gran parte de los reprocesos	Defectos por maquilas que rompen hilos o fallas en la costura de las bolsas. Defectos en pesaje que se puede dar por mala programación de los operarios

- *Tiempo muerto por cambio de sistema de manufactura o producto:* La planta produce una gran cantidad de productos como se evidenció en el ABC realizado, con lo que los cambios de sistema de manufactura afectan en gran parte a las maquinarias por el cambio de cuchillas, cribas o matrices en ciertas máquinas. Se representa de una forma más eficaz dentro de la tabla 93.

Tabla 93. Tiempos muertos en máquinas principales

Molino	Extrusora	Secadora	Embolsadora
Problemas de tiempos muertos por limpieza y evitar contaminaciones o agentes extraños en el siguiente producto a realizar, también debido a los cambios de matrices que necesitan paro de maquinaria			Tiempos muertos por preparación de los operarios al momento de conseguir bolsas y materiales necesarios para la operación se realizan

- *Fallos:* Los fallos en maquinaria se dan por mala programación o por falta de mantenimiento en maquinaria, siendo la producción en línea y de forma constante lo que aumenta la probabilidad de los fallos de las máquinas. Se representa de una forma más eficaz dentro de la tabla 94.

Tabla 94. Fallos en máquinas principales

Molino	Extrusora	Secadora	Embolsadora
Fallos de maquinaria por problemas de programación o también se dan por la línea constante de y el trabajo que se da por 2 turnos al día, en donde la falta de mantenimiento es una parte para tomar en cuenta para tomar acciones correctivas	Fallos que se dan en los PLC de la máquina mal calibrados o falta de mantenimiento en los actuadores del secador	Fallos en los hilos utilizados y en la selladora por mala preparación por parte de los operarios. La máquina puede fallar por problemas de mantenimiento	

Una vez comprendido los problemas que se dan en maquinaria, es importante conocer la efectividad total de la empresa para saber el funcionamiento de las máquinas.

OEE (Overall Equipment Effectiveness)

Se debe realizar la medición de OEE sobre la efectividad total de la empresa, por lo que se especifican las siguientes fórmulas:

- Disponibilidad

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo operacional}}{\text{Tiempo disponible}} * 100 \quad (3)$$

- Rendimiento

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Toneladas producidas}}{\text{Toneladas planificadas}} * 100 \quad (4)$$

- Calidad

$$Calidad = \frac{Sacos\ producidos\ buenas}{Sacos\ totales\ producidos} * 100 \quad (5)$$

- OEE

$$OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad \quad (6)$$

Una vez que se hayan conocido las actividades mediciones que se refieren a cada parte del índice OEE, es necesario realizar los cálculos con los datos anteriormente obtenidos en el análisis inicial de la empresa.

- Disponibilidad

$$Disponibilidad = \frac{480\ min/turno}{480\ min/turno} * 100 = 1,00 * 100 = 100,00\%$$

- Rendimiento

Para obtener el rendimiento de toneladas planificadas, se necesita realizar el cálculo de lo ya obtenido en el estudio de la capacidad, donde se elaboran 6 lotes/día, por lo tanto:

$$Toneladas\ planificadas = capacidad * 4,60\ Ton/lote$$

$$Toneladas\ planificadas = 6,00 \frac{Lote}{día} * 4,60 \frac{Ton}{Lote} = 27,60 \frac{Ton}{día}$$

Los resultados de las toneladas diarias producidas se obtienen por datos de gerencia de producción y mantenimiento.

$$Rendimiento = \frac{25,37\ Ton/día}{27,60\ Ton/día} * 100 = 0,9192 * 100 = 91,92\%$$

- Calidad

Sobre los sacos producidos, estos se obtienen de las toneladas diarias producidas, siendo:

$$Sacos\ producidos = \frac{(Toneladas\ producidas) * 153 \frac{sacos}{Lote}}{4,60 \frac{Lote}{día}}$$

$$Sacos\ producidos = \frac{25,37 \frac{Ton}{día} * 153 \frac{sacos}{Lote}}{4,60 \frac{Lote}{día}} = 843,82$$

Los resultados de los sacos buenos producidos se obtienen por datos de gerencia de producción y mantenimiento.

$$Calidad = \frac{775 \text{ sacos/día}}{843,82 \text{ sacos/día}} * 100 = 0,9184 * 100 = 91,84\%$$

- OEE

$$OEE = 1,00 * 0,9192 * 0,9184 = 0,8442$$

$$OEE = 0,8442 * 100 = 84,42\%$$

De acuerdo a lo obtenido, se estima que BIOALIMENTAR CÍA. LTDA. mantiene un porcentaje de 84,42% de efectividad total en su proceso mantiene un porcentaje aceptable, indicando que la empresa presenta ligeras pérdidas económicas, la maquinaria no está siendo utilizada con la efectividad necesaria que requiere la demanda, pero puede mejorarse en el caso de que se encuentre en proceso de mejora continua.

Fase 1: Planificación

- **Compromiso de Alta dirección**

Es de suma importancia que los directores de las áreas involucradas como el gerente de producción y mantenimiento como el gerente de calidad estén al tanto de las pérdidas económicas que se generan por una falta de mantenimiento de las maquinarias, para lo cual deberán participar en las actividades necesarias para la eliminación de fallos, tiempos muertos o defectos que se producen por maquinaria.

- **Compromiso de los trabajadores**

Los trabajadores también deben comprometerse a realizar las actividades previstas por mantenimiento con el fin de llevar el seguimiento de las operaciones, como también en el mantenimiento de las maquinarias de acuerdo a lo que se proponga en las actividades.

- **Planificación de las actividades**

Como primer paso de esta fase es importante realizar la planificación de las actividades, ayudándose con un plan de trabajo basado en el ciclo PHVA de la gestión TPM, con lo que se obtiene la figura 43:



Figura 43. Ciclo PHVA sobre implementación TPM

- **Capacitaciones**

Es necesario la capacitación de los operarios para que puedan realizar las actividades de mantenimiento correspondientes, alerten de posibles paros de maquinaria por fallos y tener en cuenta la relevancia de la jornada laboral.

Fase 2: Ejecución

- **Plan de mantenimiento autónomo**

El plan de mantenimiento productivo total de las maquinarias deben hacerse con respecto a llevar a cabo un objetivo claro, y es mantener cero averías, cero pérdidas y cero accidentes dentro de las máquinas donde se realizará este plan.

Las máquinas disponibles para realizar el plan de mantenimiento se encuentran las principales dentro del proceso productivo. La máquina mezcladora, extrusora, secadora y embolsadora son donde se realizarán el mantenimiento. En la figura 44 se

especifica la máquina mezcladora y en la tabla 95 se reconocen las partes de esta máquina.

- ***Máquina mezcladora***



Figura 44. Máquina mezcladora

- Limpieza de alrededores de la máquina mezcladora: El operario debe limpiar de forma correcta la máquina para evitar contaminaciones por polvo y partículas.
- Limpieza de rodillos de la máquina: El operario debe limpiar los rodillos para evitar mermas y contaminaciones en el producto principal.
- Revisión de las mangueras, medidores y sensores de la máquina: El operario debe indicar el estado de sensores y medidores, como también el estado de las tuberías.
- Revisión de motores: Lubricar y limpiar motores de todo el sistema.

Tabla 95. Plan de mantenimiento para Mezcladora

Reconocimiento de partes de máquina mezcladora		BIOALIMENTAR <i>Pasión por nutrición</i>
Figura		
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desconectar la máquina antes de realizar el mantenimiento. Una vez realizado, es necesario el chequeo de las bombas y motores, como también el sistema de manqeras y tuberías que ayudan a la inyección de aceites y grasas. 2. Revisar el sistema de alimentación donde principal desde la zona que llega la materia prima. Tomar en cuenta tornillos y que la brida principal se encuentre en buen estado. 3. Limpiar el tanque mezclador y también las aspas internas que permiten el movimiento y se mezcle la materia prima. Además, es preciso revisar el sistema de motor principal que se encuentra fuera del contenedor. 4. Realizar el chequeo permanente de los parámetros e índices que marca la mezcladora para conocer el estado actual del equipo de forma más rápida. 5. Lubricar motores y bombas del sistema de inyección de líquidos hacia la mezcladora (OKS 3770–Aceite hidráulico para la industria alimenticia). 6. Comprobar el buen estado de las bridas, tornillos y tuberías fuera del equipo. 	

En la figura 45 se especifica la máquina mezcladora y en la tabla 96 se reconocen las partes de esta máquina.

- *Máquina extrusora*



Figura 45. Máquina extrusora

- Limpieza de alrededores de la máquina extrusora: El operario debe limpiar de forma correcta la máquina para evitar contaminaciones por polvo y partículas.
- Limpieza de tornillo de cocción de la máquina: El operario debe limpiar los rodillos para evitar mermas y contaminaciones en el producto principal.
- Revisión de sensores, cribas y matrices: El operario debe indicar el estado de sensores y medidores, como también limpiar cribas y matrices dentro del producto.
- Revisión de motores y PLC: El operario debe limpiar y lubricar los motores, también se debe encargarse de revisar el estado del PLC para comprobar calibración

Tabla 96. Plan de mantenimiento para Extrusora




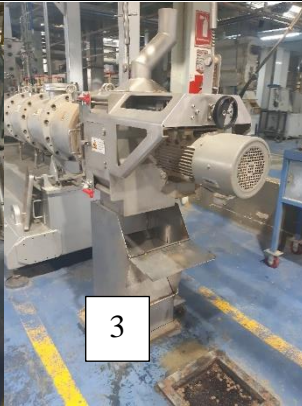

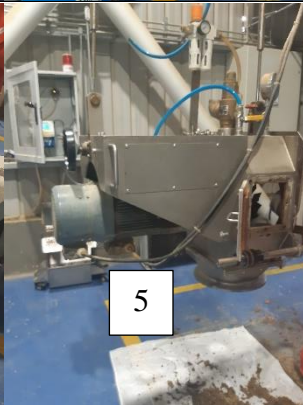
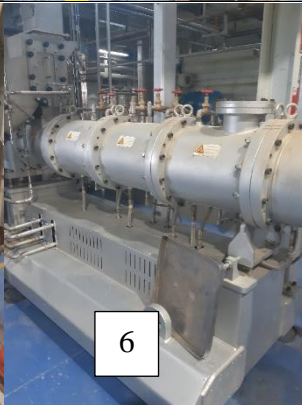

Reconocimiento de partes de máquina extrusora		 <i>Pasión por nutrición</i>	
Figura	 1	 2	 3
	 4	 5	 6
	 7		

Tabla 96. Plan de mantenimiento para Extrusora (continuación)

Reconocimiento de partes de máquina extrusora		BIOALIMENTAR <i>Pasión por nutrición</i>
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Detener la maquinaria para realizar el mantenimiento, donde será necesario intervenir en el motor del tornillo de cocción y detectar anomalías como falta de lubricación o desgaste de piezas internas. 2. Realizar mantenimiento en tuberías de la caldera de agua y vapor con el fin de evitar fugas y pérdidas de energía. Se considera la revisión de las bridas y tornillos. 3. Verificar el estado del motor de corte de croquetas, inspeccionando la lubricación interna del motor, el estado eléctrico y las piezas internas. 4. Limpiar la tolva de croquetas de forma correcta para evitar contaminaciones y acumulación de mermas. 5. Revisar la máquina de corte de croquetas en el sistema actual para comprobar el estado del sistema, donde se necesita realizar cambio de cuchillas y colocar de forma correcta las piezas de acuerdo con el tamaño de la croqueta. 6. Identificar anomalías dentro del tornillo de cocción mecánica, como también la parte exterior como bridas y tuberías. 7. Por último, revisar los indicadores del sistema en las pantallas HMI y comprobar el estado del PLC para calibrar y programar de forma correcta a la máquina. 	

En la figura 46 se especifica la máquina mezcladora y en la tabla 97 se reconocen las partes de esta máquina.

- **Máquina secadora**




Figura 46. Máquina secadora

- Limpieza de alrededores de la máquina secadora: El operario debe limpiar de forma correcta la máquina para evitar contaminaciones por polvo y partículas.
- Limpieza de interiores de la máquina: El operario debe indicar el estado de sensores y medidores, como también limpiar el interior de la máquina.
- Revisión de los ventiladores, calefactores y sensores de la máquina: El operario debe verificar el estado de los actuadores de la máquina para identificar posibles anomalías.
- Revisión de motores: Lubricar y limpiar motores de todo el sistema.

Tabla 97. Plan de mantenimiento para Secadora



Tabla 97. Plan de mantenimiento para Secadora (continuación)

Reconocimiento de partes de máquina Secadora		
Descripción	<ol style="list-style-type: none">1. Se debe desconectar de alimentación al secador para realizar la operación de mantenimiento, por lo cual se necesita revisar el sistema de alimentación mediante cinta transportadora, donde interviene el motor y la cinta de desplazamiento.2. Revisar el sistema de descarga de producto terminado en proceso para identificar posibles contaminaciones o mermas.3. Limpiar el contenedor principal para evitar las contaminaciones y restos de producto. También se necesita revisar el sistema de secado como ventiladores y calefactores que permiten el correcto secado del producto.4. Lubricar los motores y chequeo de las piezas internas para evitar desgaste del motor (OKS 3770–Aceite hidráulico para la industria alimenticia).5. Por último, realizar limpieza alrededor de la máquina para evitar contaminaciones externas en motores y el contenedor por exceso de polvo y partículas pequeñas.	

En la figura 47 se especifica la máquina mezcladora y en la tabla 98 se reconocen las partes de esta máquina.

- **Máquina embolsadora**



Figura 47. Máquina embolsadora

- Limpieza de alrededores de la máquina embolsadora: El operario debe limpiar de forma correcta la máquina para evitar contaminaciones por polvo y partículas.
- Limpieza de bandas y puesto de trabajo: El operario debe limpiar la banda transportadora y su puesto de trabajo para mantener prolijidad.
- Revisión de las rodillos y cinta transportadora: El operario debe revisar la cinta y rodillos mecánicos para evitar interferencias.
- Revisión de motores: Lubricar y limpiar motores de todo el sistema.
- Revisión de sacos y rollos de hilos de la máquina: El operario debe identificar la calidad de los sacos y rollos de hilos para evitar rupturas.

Tabla 98. Plan de mantenimiento para Embolsadora



Tabla 98. Plan de mantenimiento para Embolsadora (continuación)

Reconocimiento de partes de máquina embolsadora	
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apagar la máquina en su totalidad antes de realizar el mantenimiento. Una vez realizado, se debe verificar la cinta transportadora de los sacos llenos, limpiando y verificando la cinta. 2. Verificar los hilos de la maquila para sellado de costales, comprobando el estado de los hilos, como también el estado de la máquina de coser, las piezas internas y las agujas. 3. Limpiar la máquina embolsadora y la tolva de descarga. Comprobar el estado de los controles y sensores de la máquina mediante los indicadores que se encuentran al costado de la máquina. 4. Lubricar y limpiar los motores de las bandas (OKS 3770–Aceite hidráulico para la industria alimenticia). 5. Limpiar la rampa de sacos terminados como también los rodillos de movimiento.

- **Normas de mantenimiento para operarios**

- El operario debe encargarse de realizar las operaciones con el procedimiento correcto.
- El operario debe limpiar la máquina y sus alrededores antes de empezar con las operaciones.
- El operario debe comunicar cualquier anomalía que se presente en la máquina.
- El operario debe mantener los suministros para la máquina.

- **Plan de mantenimiento preventivo**

Para realizar el plan de mantenimiento preventivo, es necesario conocer que se debe realizar sobre las especificaciones de cada máquina, ya que cada una necesita un diferente tratamiento y consideraciones para que funcione de mejor forma y aumentar su vida útil.

Cuando se busca la conservación ideal de una máquina, se necesitan establecer medidas preventivas de manera diaria, realizar planes de acción preventivos ante cualquier anomalía, controlar el stock de repuestos que necesite la máquina en caso de fallo y perfeccionar el análisis y diagnóstico que se realice ante la prevención de averías.

A continuación en la tabla 99 a la 102, se establecen consideraciones para el mantenimiento preventivo de cada máquina a analizar.

Tabla 99. Plan de mantenimiento preventivo para mezcladora


Mantenimiento preventivo de la máquina mezcladora				
Máquina:	Mezcladora	Fecha:	30/11/22	 <i>Pasión por nutrición</i>
Área:	Extrusión	Responsable:	Operario	
Revisión previa	El operario debe apagar la fuente de alimentación de la máquina, como también percatarse de que se encuentre desconectado de la corriente. Deberá esperar al menos 3 minutos para estar seguros de que se encuentre apagado y evitar riesgos para el operario.			Quincenal
	El operario necesitará de herramientas con las cuales pueda realizar su trabajo, de ser necesario un cinturón con herramientas básicas, y en caso de necesitar el reemplazo de alguna pieza, tener una caja de herramientas con instrumentos más específicos. También deberá tener materiales de limpieza.			Siempre
Limpieza	El operario debe realizar la limpieza correcta, primero de los alrededores de la máquina con una escoba y pala para recoger desperdicios, y también con un trapo limpiar grasas y residuos que puedan pegarse a tuberías y carcasa de la máquina.			Diario
	El operario deberá limpiar dentro de la máquina la tubería principal que alimenta con materia prima a la máquina, como también la carcasa y las aspas del interior de la máquina que permiten realizar la operación.			Semanal
Lubricación	El operario deberá lubricar los motores de la máquina			Semanal
	El operario deberá lubricar los cilindros neumáticos			Semanal
Inspección	El operario deberá revisar las bridas de la máquina			Mensual
	El operario deberá revisar las tuberías de la máquina			Semanal
	El operario deberá revisar los inyectores de la máquina			Semanal
	El operario deberá revisar los indicadores de los sensores de la máquina			Diario
	El operario deberá revisar la tubería principal de alimentación de materia prima de la máquina			Mensual

Tabla 100. Plan de mantenimiento preventivo para extrusora


Mantenimiento preventivo de la máquina extrusora				
Máquina:	Extrusor	Fecha:	30/11/22	
Área:	Extrusión	Responsable:	Operario	
Revisión previa	El operario debe apagar la fuente de alimentación de la máquina, como también percatarse de que se encuentre desconectado de la corriente. Deberá esperar al menos 3 minutos para estar seguros de que se encuentre apagado y evitar riesgos para el operario.			Quincenal
	El operario necesitará de herramientas con las cuales pueda realizar su trabajo, de ser necesario un cinturón con herramientas básicas, y en caso de necesitar el reemplazo de alguna pieza, tener una caja de herramientas con instrumentos más específicos. También deberá tener materiales de limpieza.			Siempre
Limpieza	El operario debe realizar la limpieza correcta, primero de los alrededores de la máquina con una escoba y pala para recoger desperdicios, y también con un trapo limpiar grasas y residuos que puedan pegarse a tuberías y carcasa de la máquina.			Diario
	El operario deberá limpiar la máquina desarmando las partes del extrusor, como la alimentación, la tolva de ingreso, el tornillo de cocción mecánica, la cortadora de croquetas y la tolva de producto terminado.			Semanal
Lubricación	El operario deberá lubricar los motores de la máquina			Semanal
	El operario deberá lubricar los cilindros neumáticos			Semanal
	El operario deberá lubricar los ejes de la máquina			Semanal
Inspección	El operario deberá revisar las bridas de la máquina			Mensual
	El operario deberá revisar las tuberías de la máquina			Semanal
	El operario deberá revisar los inyectores de la máquina			Semanal
	El operario deberá revisar los indicadores de los sensores de la máquina			Diario
	El operario deberá revisar la tubería principal de alimentación de materia prima de la máquina			Mensual

Tabla 101. Plan de mantenimiento preventivo para secadora



Mantenimiento preventivo de la máquina secadora				
Máquina:	Secador	Fecha:	30/11/22	
Área:	Extrusión	Responsable:	Operario	
Revisión previa	El operario debe apagar la fuente de alimentación de la máquina, como también percatarse de que se encuentre desconectado de la corriente. Deberá esperar al menos 3 minutos para estar seguros de que se encuentre apagado y evitar riesgos para el operario.			Quincenal
	El operario necesitará de herramientas con las cuales pueda realizar su trabajo, de ser necesario un cinturón con herramientas básicas, y en caso de necesitar el reemplazo de alguna pieza, tener una caja de herramientas con instrumentos más específicos. También deberá tener materiales de limpieza.			Siempre
Limpieza	El operario debe realizar la limpieza correcta, primero de los alrededores de la máquina con una escoba y pala para recoger desperdicios, y también con un trapo limpiar grasas y residuos que puedan pegarse a tuberías y carcaza de la máquina.			Diario
	El operario deberá limpiar dentro de la máquina la tubería principal que alimenta con materia prima a la máquina, como también la carcaza y las aspas del interior de la máquina que permiten realizar la operación.			Semanal
Lubricación	El operario deberá lubricar los motores de la máquina			Semanal
	El operario deberá lubricar los cilindros neumáticos			Semanal
	El operario deberá lubricar la cinta transportadora			Semanal
Inspección	El operario deberá revisar las bridas de la máquina			Mensual
	El operario deberá revisar las tuberías de la máquina			Semanal
	El operario deberá revisar los motores de la máquina			Semanal
	El operario deberá revisar los secadores, ventiladores y PLC de la máquina			Diario
	El operario deberá revisar la tubería principal de alimentación de materia prima de la máquina			Mensual


Tabla 102. Plan de mantenimiento preventivo para embolsadora

Mantenimiento preventivo de la máquina embolsadora				
Máquina:	Embolsador	Fecha:	30/11/22	
Área:	Extrusión	Responsable:	Operario	
Revisión previa	El operario debe apagar la fuente de alimentación de la máquina, como también percatarse de que se encuentre desconectado de la corriente. Deberá esperar al menos 3 minutos para estar seguros de que se encuentre apagado y evitar riesgos para el operario.			Quincenal
	El operario necesitará de herramientas con las cuales pueda realizar su trabajo, de ser necesario un cinturón con herramientas básicas, y en caso de necesitar el reemplazo de alguna pieza, tener una caja de herramientas con instrumentos más específicos. También deberá tener materiales de limpieza.			Siempre
Limpieza	El operario debe realizar la limpieza correcta, primero de los alrededores de la máquina con una escoba y pala para recoger desperdicios, y también con un trapo limpiar grasas y residuos que puedan pegarse a tuberías y carcaza de la máquina.			Diario
	El operario deberá limpiar dentro de la máquina la tubería principal que alimenta con materia prima a la máquina, como también la carcaza y las aspas del interior de la máquina que permiten realizar la operación.			Semanal
Lubricación	El operario deberá lubricar los motores de la máquina			Semanal
	El operario deberá lubricar los cilindros neumáticos			Semanal
	El operario deberá lubricar las cintas transportadores			Semanal
Inspección	El operario deberá revisar las bridas de la máquina			Mensual
	El operario deberá revisar las tolvas de la máquina			Semanal
	El operario deberá revisar las cintas transportadoras			Semanal
	El operario deberá revisar los indicadores de los sensores de la máquina y computadora			Diario
	El operario deberá revisar la tubería principal de alimentación de materia prima de la máquina			Mensual

Fase 3: Seguimiento y mejora

El preciso que el seguimiento se realice mediante una matriz propuesta en la tabla 103 y mantener un registro de actividades.


Tabla 103. Registro de mantenimiento de actividades

Registro de mantenimiento		BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.  <i>Pasión por nutrición</i>		Registro N° 01	
Fecha	20/11/22	Responsable	-----		
Registrar con un ✓ si las actividades se han realizado de forma correcta, caso contrario colocar una x					
Ítems	Día				
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Limpieza del área	✓	✓	X	✓	✓
Limpieza interna	X	-	-	X	✓
Lubricación motores	✓	✓	✓	X	✓
Revisar tuberías	✓	-	-	✓	✓
Revisar sensores	✓	✓	X	✓	✓
Revisar cintas transportadores y elevadores	X	-	-	X	✓
Revisar sistema eléctrico	✓	✓	✓	✓	✓
Observaciones					
Revisado por:			Aprobado por:		

- **Indicadores**

El seguimiento de las actividades de mantenimiento es de suma importancia para mantener la disciplina y el orden en las máquinas, con el fin de prolongar la vida útil de la maquinaria. Para lograr el objetivo, es necesario plantear un objetivo que se debe mejorar a lo largo de todo el proceso, para ello se propone el indicador OEE mediante el siguiente esquema en la tabla 104:

Tabla 104. Indicador para sostenibilidad TPM


 BIOALIMENTAR <i>Pasión por nutrición</i>	Índice OEE
Nombre	Efectividad total de la planta OEE
Definición	Métrica para conocer la efectividad de la planta
Fórmula	$OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad$
Unidad	%
Meta	100%
Responsable	Gerente de producción y mantenimiento
Frecuencia	Mensual

El proceso para realizar la métrica necesita de un seguimiento constante, donde no se permita la reducción del porcentaje anterior para mantener la efectividad de la métrica y mejorar el proceso.

- **Cronograma de capacitaciones**

Es importante que se comparta toda la información del plan de mantenimiento a todos los operarios, para que tengan conocimiento sobre todos los resultados y se realicen las actividades propuestas, para ello se propone realizar una capacitación a los operarios durante un periodo de dos meses, donde se distribuya los materiales y capacitaciones necesarias por parte del gerente de producción. En la tabla 105 se especifica el cronograma para la capacitación TPM de los trabajadores.

Tabla 105. Cronograma de capacitaciones TPM

Cronograma de actividades					 BIOALIMENTAR <i>Pasión por nutrición</i>				
N°	Actividad	Mes 1				Mes 2			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1	Presentación de la propuesta								
2	Plan de mantenimiento autónomo								
3	Plan de mantenimiento preventivo								
4	Control y seguimiento de actividades								
5	Discusión de resultados								

- **Presupuesto**

Se presenta el presupuesto para la implementación de la herramienta TPM en la tabla 106, tomando en cuenta el mantenimiento que se debe realizar a cada máquina, donde

se destinará \$3.135,95 al año para realizar las actividades de detección de mantenimiento.

Tabla 106. Presupuesto de aplicación de TPM

Elemento	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Repuestos	3	\$ 18,00	\$ 54,00
Costo de M. autónomo	54	\$ 25,00	\$ 1.350,00
Costo de M. preventivo	12	\$ 100,00	\$ 1.200,00
Capacitaciones	27	\$ 15,00	\$ 405,00
Cuchillas	6	\$ 2,00	\$ 12,00
Cribas	3	\$ 20,00	\$ 60,00
Aceite lubricante	1	\$ 49,95	\$ 49,95
Cepillos	5	\$ 1,00	\$ 5,00
SUMA			\$ 3.135,95

El presupuesto va destinado a la identificación rápida de los materiales que se necesita para realizar el mantenimiento de las máquinas, como repuestos y elementos importantes para el funcionamiento y mantenimiento, este mantenimiento estaría enfocado en los 12 meses y 54 semanas que tiene un año. Las capacitaciones de igual forma son importantes para los operarios de extrusión y mantenimiento, para que tengan una comunicación inmediata e identificar de forma rápida el mantenimiento que se deba realizar a cada una de las máquinas principales.

Metodologías aplicadas para la eliminación de procesamientos incorrectos

Metodología 5'S

La metodología 5'S contribuye de gran forma a la mitigación de los procesamientos incorrectos por parte de los operarios, estando disponible para mejorar el ambiente laboral en la eliminación de desperdicios materiales, movimientos y tiempos innecesarios que se producen al no estandarizar el proceso de manera adecuada. Esta filosofía se basa en 5 principios básicos que cumplen un ciclo para así mantener persistente la limpieza y el orden en los puestos de trabajo. En la figura 48 se muestra el ciclo que se debe cumplir para establecer la metodología eficientemente en un proceso, por lo que hay pasos a seguir para identificar la situación de la empresa.

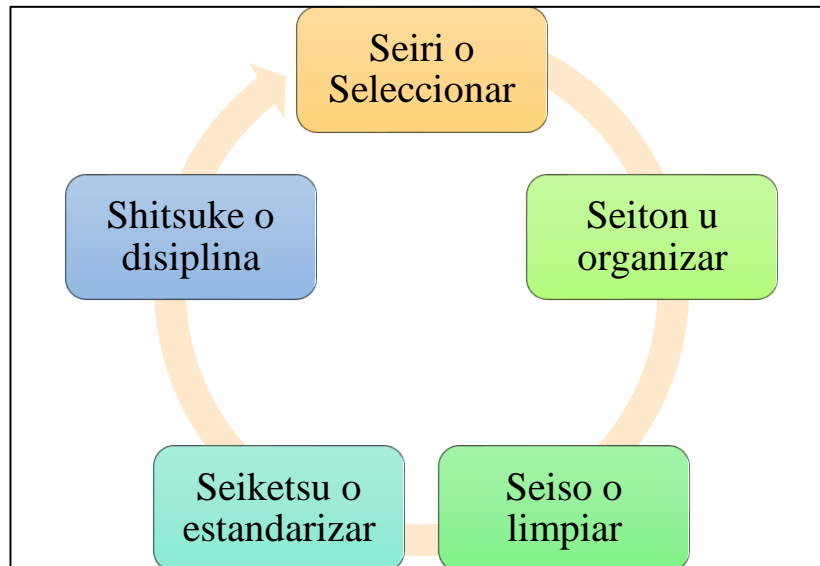


Figura 48. Ciclo de las 5'S

Se debe realizar una auditoría interna que se presenta en la tabla 107. Esta auditoría interna permite conocer y verificar el nivel actual de aplicación de las 5'S en la planta productiva, gracias al uso de una lista de chequeo donde se deben responder preguntas relacionadas sobre cada S de la metodología.

La forma en la que se aplica es mediante el cumplimiento de la pregunta, siendo preguntas sencillas que buscan determinar el nivel de aplicación de las 5'S. esta auditoría se debe realizar mediante una visualización exhaustiva y real de la situación actual de la zona de producción.

Tabla 107. Auditoría de aplicación sobre las 5'S

Evaluación de Organización			
N°	Pregunta	Sí	No
1	¿Los objetos considerados necesarios para el desarrollo de las actividades del área se encuentran organizados?	X	
2	¿Se observan objetos dañados?		X
3	En caso de observarse objetos dañados ¿Se han catalogado cómo útiles o inútiles? ¿Existe un plan de acción para repararlos o se encuentran separados y rotulados?		X
4	¿Existen objetos obsoletos?	X	
5	En caso de observarse objetos obsoletos ¿Están debidamente identificados como tal, se encuentran separados y existe un plan de acción para ser descartados?		X
6	¿Se observan objetos de más, es decir que no son necesarios para el desarrollo de las actividades del área?	X	

Tabla 107. Auditoría de aplicación sobre las 5'S (continuación)

7	En caso de observarse objetos de más ¿Están debidamente identificados como tal, existe un plan de acción para ser transferidos a un área que los requiera?		X
TOTAL		3	4
Evaluación de Orden			
N°	Pregunta	Sí	No
1	¿Se dispone de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario? ¿Cada cosa en su lugar?	X	
2	¿Se dispone de sitios debidamente identificados para elementos que se utilizan con poca frecuencia?		X
3	¿Utiliza la identificación visual, de tal manera que les permita a las personas ajenas al área realizar una correcta disposición de los objetos de espacio?		X
4	¿La disposición de los elementos es acorde al grado de utilización de estos? Entre más frecuente más cercano.	X	
5	¿Considera que los elementos dispuestos se encuentran en una cantidad ideal?	X	
6	¿Existen medios para que cada elemento retorne a su lugar de disposición?		X
7	¿Hacen uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación?	X	
TOTAL		4	3
Evaluación de Limpieza			
N°	Pregunta	Sí	No
1	¿El área de trabajo se percibe como absolutamente limpia?		X
2	¿Los operarios del área y en su totalidad se encuentran limpios, de acuerdo con sus actividades y a sus posibilidades de asearse?	X	
3	¿Se han eliminado las fuentes de contaminación? No solo la suciedad		X
4	¿Existe una rutina de limpieza por parte de los operarios del área?	X	
5	¿Existen espacios y elementos para disponer de la basura?		X
TOTAL		2	3
Evaluación de Estandarización			
N°	Pregunta	Sí	No
1	¿Existen herramientas de estandarización para mantener la organización, el orden y la limpieza identificados?	X	
2	¿Se utiliza evidencia visual respecto al mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?		X
3	¿Se utilizan moldes o plantillas para conservar el orden?		X
4	¿Se cuenta con un cronograma de análisis de utilidad, obsolescencia y estado de elementos?		X
5	¿En el período de evaluación, se han presentado propuestas de mejora en el área?	X	
6	¿Se han desarrollado lecciones de un punto o procedimientos operativos estándar?	X	
TOTAL		3	3

Tabla 107. Auditoría de aplicación sobre las 5'S (continuación)

Evaluación de Disciplina			
N°	Pregunta	Sí	No
1	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza?	X	
2	¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología 5'S?		X
3	¿Se conocen situaciones dentro del período de la evaluación, no necesariamente al momento de diligenciar este formato, que afecten los principios 5'S?	X	
4	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología?	X	
TOTAL		3	1

De acuerdo con la evaluación realizada en la zona de extrusión de BIOALIMENTAR CÍA. LTDA. se obtuvieron los siguientes resultados presentados en la tabla 108.

Tabla 108. Resumen de auditoría 5'S

Herramienta	Valoración		Cumplimiento
	SI	NO	
Seiri (Seleccionar)	3	4	71%
Seiton (Ordenar)	4	3	43%
Seiso (Limpieza)	2	3	60%
Seiketsu (estandarizar)	3	3	50%
Shitsuke (Disciplina)	3	1	50%
TOTAL	15	14	55%
Visión General			55%

Gracias a la auditoría inicial de las 5'S, se obtuvo como resultado que la planta cumple con un 55% de la estandarización y organización de los procesos mediante la utilización de las 5'S, por lo que el 45% de la empresa no se encuentra dentro de los parámetros de las 5'S, a lo cual se propone realizar la implementación completa de la herramienta para la empresa BIOALIMENTAR CÍA. LTDA. en la zona de extrusión para Mambo Adulto 30 kg.

Para una representación más acertada de los datos del resumen, se implementó el uso de una gráfica de radar sobre el nivel de cumplimiento en la figura 49. Sobre el gráfico se puede interpretar que se encuentra bastante balanceado a pesar de cumplir tan solo

con el 55%, donde se ve que la organización se encuentra presente pero falta de estandarización para que se pueda cumplir correctamente con la parte del proceso.

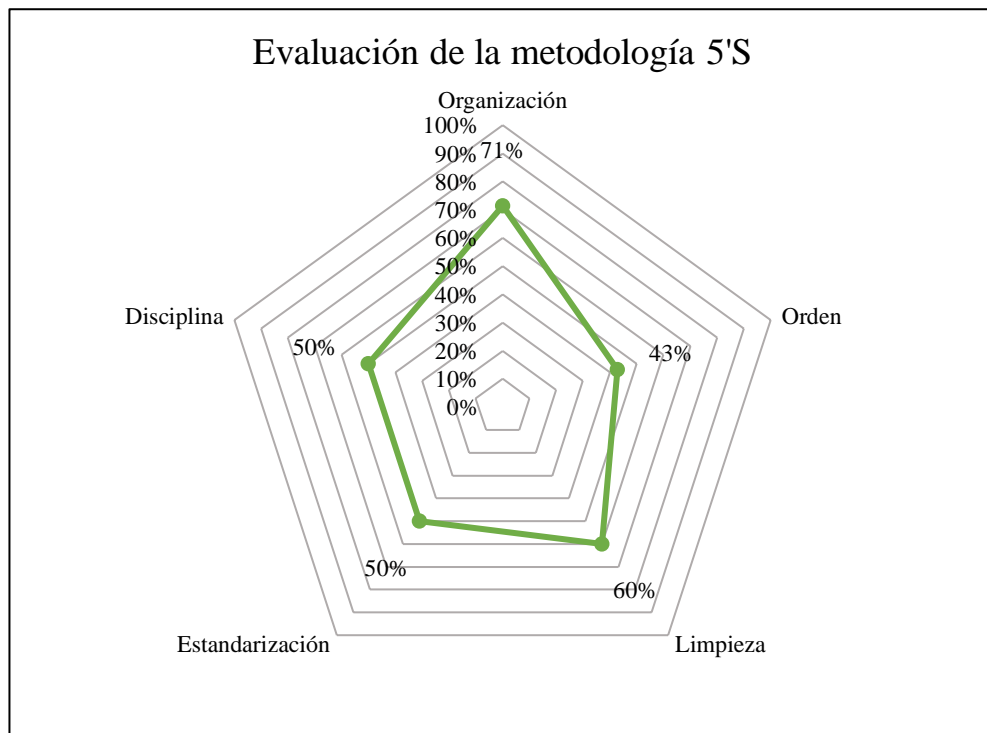


Figura 49. Gráfica radar de la aplicación de las 5'S

Análisis Seiri (Seleccionar)

Dentro de esta consideración sobre la selección entre los artículos necesarios de los innecesarios en el puesto de trabajo, se evidencia que cumplen con un 71% del cumplimiento total, donde las consideraciones importantes a tomar en cuenta tratan de la identificación apropiada de objetos útiles y obsoletos en el área de trabajo, donde se considera sería necesario la utilización de identificadores y establecer reglas para la identificación de este tipo de materiales. Al porcentaje observado se lo puede considerar dentro de un rango aceptable que se puede mejorar a largo plazo, aumentando la efectividad del primer paso de aplicación de las 5'S.

Análisis Seiton (Ordenar)

Dentro del análisis de la segunda S de la metodología, se encuentra al orden dentro de los puestos de trabajo, considerando que se obtuvo un porcentaje del 43%, se puede tomar en cuenta como un proceso deficiente de aplicación de este paso, ya que no cumple con la mitad de los requisitos correspondientes y presenta deficiencias en el

lugar donde se colocan los objetos donde se desarrollan las actividades como herramientas o instrumentos de limpieza, con lo cual es necesario realizar un control sobre este punto.

Análisis Seiso (Limpieza)

Seiso es la tercera S que trata sobre la limpieza dentro del puesto de trabajo, en el cual se debe considerar que, en los puestos de trabajo, debido al proceso de molienda y descarga de harinas o material granulada finamente, se presenta mucha suciedad como polvo y mermas en el suelo siendo producto del proceso en sí. En esta S se da un cumplimiento del 60%, en el cual se considera mejorar la limpieza constante y la ubicación de la basura en lugares específicos para evitar riegos o dispersión posterior de esta basura. Con esta consideración se podría llegar a un porcentaje aceptable.

Análisis Seiketsu (Estandarizar)

La estandarización siendo la cuarta S a cumplir, es de los puntos más flojos de los puestos de trabajo, ya que falta un control e inspección por parte de un comité de limpieza que se encargue del seguimiento de las actividades de cumplimiento de las 5'S, por lo cual cumple el 50% del total, en donde se mejoraría el proceso mediante asignación de responsabilidades y la creación de registros para el control constante de los desperdicios, ubicaciones ideales de los instrumentos de trabajo y limpieza de áreas de trabajo.

Análisis Shitsuke (Disciplina)

Para finalizar con los análisis actuales de las S, se considera como último a la disciplina, donde interviene de gran manera la filosofía y valores de la empresa que otorgan a los trabajadores responsabilidad sobre el mantenimiento correcto de las zonas de trabajo. En este caso cumple con el 50%, donde podría mejorar al realizar inspecciones que obliguen al trabajador a mantener estable su área de trabajo. En el área de extrusión es donde se debe aplicar de gran forma debido a todo el desperdicio que se puede generar por la cantidad de producto que se produce en el día.

Propuesta Seiri (Seleccionar)

Para la propuesta de Seiri, hay que tomar en cuenta que este paso trata de la selección y clasificación de todo producto que no sea necesario dentro del proceso, pero también

en identificar todo producto que se utilice como materia prima, equipamiento, herramientas, utensilios, equipos, producto terminado y el residuo que queda del proceso. En el proceso de extrusión de alimento para mascotas en BIOALIMENTAR CÍA. LTDA., los operarios utilizan ciertas herramientas e instrumentos para su trabajo.




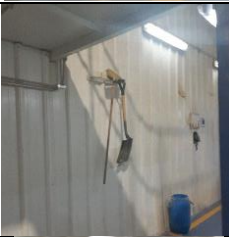

Los operarios se encargan principalmente de la limpieza pre-operación, también el acondicionamiento de la máquina y el control de los estándares normales de la maquinaria mediante supervisión de pantallas de control. Los instrumentos y herramientas que utilizan los operarios por lo general son herramientas básicas como destornilladores, alicates, tornillos, cuchillas, etc.

El objetivo de lograr clasificar de gran manera todos los materiales dentro del proceso es para la eliminación de desperdicios que se puedan generar, como también evitar contaminaciones en el proceso, pérdida de tiempo por búsqueda de herramientas o piezas clave para el proceso (en este caso para el proceso de extrusión son las cribas, mallas, cuchillas y matrices). Con ello se destina a cada elemento dentro de un grupo para ser transferido a una zona donde se necesite ese material o herramienta, o desechar el material y así evitar la ocupación de producto innecesario, es por lo que se necesita la identificación ideal de los materiales mediante el listado propuesto en la tabla 69 para que los operarios tengan la capacidad de la identificación de productos o materiales obsoletos dentro del proceso.

Es importante considerar que no todos los elementos innecesarios se pueden desechar, ya que podrían ser transferidos a otras áreas en donde se pueda encontrar utilidad, especialmente en reprocesos de materiales o si se trata de herramientas, buscar un espacio dentro de otra zona o guardarlo en bodega de herramientas para uso posterior.

Con lo cual se produce la siguiente tabla 109 sobre la clasificación de los materiales:

Tabla 109. Clasificación de materiales obsoletos en el proceso

Clasificación	Descripción	Fotografía
Desechos	Envases vacíos, sacos de polvo residual y mermas de zona de extrusión	
Sacos de materia prima	Sacos que se encuentran en lugares que no son apropiados y deberían ser retirados de los procesos	
Baldes	Baldes que contienen mermas del producto, pero se encuentran en lugares donde no corresponden y que molesta el paso normal para patines de carga pesada y operarios	
Material de limpieza	Escobas, trapeadores, trapos y líquidos de limpieza en lugares donde no están establecidos para su ubicación de manera adecuada	
Patines de carga pesada	Se usan para levantamiento de carga pesada pero que no se ubican de forma correcta para evitar tropiezos o accidentes, además que utiliza zonas donde se podría colocar producto terminado o sacos de materia prima para operaciones a posterior	

- Propuesta de aplicación de tarjeta roja

La tarjeta roja es una herramienta dentro de Seiri capaz de la identificación de materiales, donde se pueden identificar si son desperdicios o innecesarios para realizar una acción con dicho objeto, ya sea eliminarlo o tomar otra acción correctiva.

Con esta propuesta se da el cumplimiento de la identificación y clasificación de elementos necesarios e innecesarios en el proceso, donde se identifican de forma rápida para que operarios y supervisores se encarguen de la identificación eficaz.

En la tarjeta se especifican las fechas, área donde se encontró el producto, el nombre del producto y el responsable de identificación. Posteriormente se encuentra otra sección para identificar el tipo de material, después la razón por la que se colocó al objeto la tarjeta roja y por último la acción correctiva a tomar, por lo que se obtiene la figura 50 de la tarjeta roja para el proceso.

Tarjeta Roja 5'S BIO ALIMENTAR

Propuesta por: _____ N° _____

Área/Dpto: _____

Artículo: _____

Categoría

<input type="checkbox"/> Máquina/equipo	<input type="checkbox"/> Materia Prima
<input type="checkbox"/> Herramienta	<input type="checkbox"/> Trabajo en proceso
<input type="checkbox"/> Instrumento	<input type="checkbox"/> Producto Terminado
<input type="checkbox"/> Mermas	<input type="checkbox"/> Prod. limpieza
<input type="checkbox"/> Partes Mecánicas	Otro: _____

Razón de la tarjeta

<input type="checkbox"/> Innecesario	<input type="checkbox"/> Defectuoso
<input type="checkbox"/> Fuera de especificación	<input type="checkbox"/> Otro

Otro: _____

Acción requerida

<input type="checkbox"/> Eliminar
<input type="checkbox"/> Agrupar en espacio separado
<input type="checkbox"/> Retornar

Otro: _____

Fecha inicio: ___ / ___ / ___ Fecha fin: ___ / ___ / ___

Figura 50. Propuesta de tarjeta roja de clasificación 5'S

Esta tarjeta especifica que el producto donde se colocó necesita una revisión que se especifica en el siguiente ejemplo de la figura 51 sobre un elemento innecesario en la planta de trabajo:

Tarjeta Roja 5'S <small>BIO ALIMENTARIA</small>	Tarjeta Roja 5'S <small>BIO ALIMENTARIA</small>
Propuesta por: <u>G. Andaluz</u> N° <u>01</u>	Propuesta por: <u>G. Andaluz</u> N° <u>02</u>
Área/Dpto: <u>Piso 1-Embalsado</u>	Área/Dpto: <u>Piso 3-Posicionado</u>
Artículo: <u>Balde</u>	Artículo: <u>Piso y bolsa</u>
<p>Categoría</p> <input type="checkbox"/> Máquina/equipo <input type="checkbox"/> Materia Prima <input type="checkbox"/> Herramienta <input type="checkbox"/> Trabajo en proceso <input type="checkbox"/> Instrumento <input type="checkbox"/> Producto Terminado <input type="checkbox"/> Mermas <input checked="" type="checkbox"/> Prod. limpieza <input type="checkbox"/> Partes Mecánicas Otro: _____	<p>Categoría</p> <input type="checkbox"/> Máquina/equipo <input type="checkbox"/> Materia Prima <input checked="" type="checkbox"/> Herramienta <input type="checkbox"/> Trabajo en proceso <input type="checkbox"/> Instrumento <input type="checkbox"/> Producto Terminado <input type="checkbox"/> Mermas <input type="checkbox"/> Prod. limpieza <input type="checkbox"/> Partes Mecánicas Otro: _____
<p>Razón de la tarjeta</p> <input checked="" type="checkbox"/> Innesario <input type="checkbox"/> Defectuoso <input type="checkbox"/> Fuera de especificación <input type="checkbox"/> Otro Otro: _____	<p>Razón de la tarjeta</p> <input type="checkbox"/> Innesario <input type="checkbox"/> Defectuoso <input checked="" type="checkbox"/> Fuera de especificación <input type="checkbox"/> Otro Otro: _____
<p>Acción requerida</p> <input type="checkbox"/> Eliminar <input checked="" type="checkbox"/> Agrupar en espacio separado <input type="checkbox"/> Retornar Otro: _____	<p>Acción requerida</p> <input type="checkbox"/> Eliminar <input checked="" type="checkbox"/> Agrupar en espacio separado <input type="checkbox"/> Retornar Otro: _____
Fecha inicio: <u>17/11/22</u> Fecha fin: <u>18/11/22</u>	Fecha inicio: <u>17/11/22</u> Fecha fin: <u>18/11/22</u>

Figura 51. Ejemplo de tarjeta roja de clasificación 5'S



Figura 52. Propuesta de aplicación de tarjeta roja 5'S

En la figura 52 se especifica el ejemplo aplicado para el objeto, el cual necesita de un registro de identificación de tarjetas rojas en la zona de trabajo mediante el siguiente ejemplo de la tabla 110:

Tabla 110. Modelo de registro de tarjetas rojas

Reg N°	01	BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.  <i>Pasión por nutrición</i>				
REGISTRO DE TARJETAS ROJAS						
N° tarjeta	Fecha		Objeto	Ubicación	Acción	Responsable
	Inicio	Fin				
001	17/11/22	18/11/22	Balde	Dosificado	Eliminar	-----
002	17/11/22	18/11/22	Pala	Extrusión	Separar	-----
Revisado por:.....				Aprobado por:.....		

La empresa cuenta con basureros clasificadores que serán de suma utilidad para la disposición de elementos innecesarios que deben ser eliminados.

Propuesta Seiton (Ordenar)

Después de la clasificación y registro de los materiales que no pertenecen a la zona productiva, se considera realizar un estudio sobre control visual dentro del área para identificar las zonas donde se podrían colocar ciertas señaléticas para el control y ordenamiento.

La filosofía de seiton trata de ordenar todos los materiales ya sean necesarios o innecesarios en el proceso, buscando un lugar específico para todos los materiales que intervienen en el proceso, por lo que es de suma importancia reconocer los espacios disponibles dentro de la empresa para la disposición.

Para el reconocimiento y disposición ideal de los materiales, hay que tomar en cuenta dos factores muy importantes, siendo la frecuencia con la que se utiliza el material, como también la ubicación en la que se dispone. Los criterios se describen en la siguiente tabla 111. Desde las tablas 112 a la 119 se presentan las propuestas para los elementos mal identificados o que no corresponden a su zona, haciendo uso de control visual para ayudar a los operarios a la identificación rápida de las herramientas.

Tabla 111. Criterios para la ubicación de material

Por frecuencia	Por ubicación
Uso de elementos muchas veces al día	Lo más cerca posible del trabajador
Uso de elementos varias veces al día	Cerca del trabajador
Uso de elementos varias veces a la semana	Cerca del puesto de trabajo
Uso de elementos algunas veces al mes	Lugar identificado
Elementos no utilizados en el proceso, pero con un fin diferente	Ubicarlo en un área para los elementos en específico

Tabla 112. Propuesta 1 de Seiton



Propuesta N° 1		BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.  <i>Pasión por nutrición</i>	
Lugar		Piso 2 - Extrusión	
Definición Situación	Imagen	Descripción	
Actual		Costales que no pertenecen al proceso y se encuentran cerca del ascensor puede impedir la movilidad normal para los patines de carga de pallets con sacos. Se evidencia que igual se encuentra material que no son de la misma clase y que por la suciedad puede llegar a contaminar la zona de extrusión.	
Propuesta		Se propone colocar una disposición cercana al lugar de extrusión donde va el material de reproceso, para que el operario tenga en cuenta y además permita un mejor paso del material dentro de la planta. La disposición se realizará de forma ordenada y bajo control donde solo irá ese tipo de material.	

Tabla 113. Propuesta 2 de Seiton




Propuesta N° 2		BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.  <i>Pasión por nutrición</i>	
Lugar		Piso 2 - Extrusión	
Definición Situación		Imagen	Descripción
Actual			Esta mesa está dispuesta para que se realice el cambio de cuchillas y limpieza de cribas, por lo que es necesario que los materiales y herramientas se encuentren a disposición de los operarios. La mesa se encuentra sin ninguna descripción a pesar de que se encuentra en una buena disposición, y podría mejorar.
Propuesta			La propuesta trata de mejorar la mesa de trabajo mediante una descripción y agregar un portaherramientas para realizar de forma más eficaz el cambio de cuchillas del extrusor y escobillas para la limpieza de las cribas y matrices. También se puede rodear con señalización la mesa para que no se mueva del lugar.

Tabla 114. Propuesta 3 de Seiton



Propuesta N° 3		BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.  <i>Pasión por nutrición</i>	
Lugar		Piso 1 - Secador	
Definición Situación		Imagen	Descripción
Actual			Estas son las herramientas que se encuentran fuera de lugar, que a pesar de que no quitan demasiado espacio, se encuentran demasiadas herramientas en lugares no especificados que se podrían necesitar en otros lugares. También están herramientas dañadas que podrían arreglarse para un segundo uso o deshacerse del material.

Tabla 114. Propuesta 3 de Seiton (continuación)



Propuesta N° 3	BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.  <i>Pasión por nutrición</i>	
Lugar	Piso 1 - Secador	
Definición Situación	Imagen	Descripción
Propuesta		La propuesta consta de identificar de manera inicial los materiales útiles, dañados e innecesarios para clasificarlos de forma rápida y tomar acciones necesarias. A los elementos innecesarios se tendrían que reubicar y a los dañados pero útiles se podrían arreglar.

Tabla 115. Propuesta 4 de Seiton




Propuesta N° 4	BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.  <i>Pasión por nutrición</i>	
Lugar	Piso 3 - Extrusor	
Definición Situación	Imagen	Descripción
Actual		En la asignación actual se observa una distribución uniforme que puede ser favorecedor para el trabajador, debido a que está bien distribuido y en un lugar cercano al puesto de trabajo.
Propuesta		Como solución se propone colocar letreros con los nombres de cada tipo de criba dependiendo de la forma que se le da a la croqueta, por lo que debe identificarse los elementos con características similares para ser agrupadas. También como recomendación se puede colocar en la parte de abajo material de limpieza para las cribas.

Tabla 116. Propuesta 5 de Seiton




Propuesta N° 5		BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.  <i>Pasión por nutrición</i>	
Lugar		Piso 3 - Extrusor	
Definición Situación		Imagen	Descripción
Actual			En la zona de ingreso al piso 3 se encuentran baldes que contienen basura, pero no se encuentra ninguna descripción, además que están mal ubicados lo que interviene en el ingreso normal a la zona. Debido a la basura que contiene genera desperdicios como se evidencia en el suelo como polvos de residuos del molino.
Propuesta			Los contenedores deberían ser reubicados en la zona indicada, además que sería propicio colocar un letrero que indique la función de los contenedores y que sea más eficiente para los trabajadores. También deberían ser cambiados los contenedores por unos más adecuados a la zona.

Tabla 117. Propuesta 6 de Seiton



Propuesta N° 6		BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.  <i>Pasión por nutrición</i>	
Lugar		Piso 5 - Zarandeo	
Definición Situación		Imagen	Descripción
Actual			Las mallas que se presentan en la imagen corresponden a las que se utiliza en el proceso de zarandeo, pero se encuentra mal ubicada cerca de una columna de la planta de procesamiento, con lo que debería ser reubicada.

Tabla 117. Propuesta 6 de Seiton (continuación)

Propuesta N° 6	BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.  <i>Pasión por nutrición</i>	
Lugar	Piso 5 - Zarandeo	
Definición Situación	Imagen	Descripción
Propuesta		En la propuesta se muestran espacios vacíos y señalizados donde podrían ir las mallas ya mencionadas, por lo que se utilizaría el espacio desperdiciado y se tendría el material mucho más cerca de la zona de trabajo para ayudar al operario y evitar desplazamientos.

Tabla 118. Propuesta 7 de Seiton







Propuesta N° 7	BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.  <i>Pasión por nutrición</i>	
Lugar	Piso 2 - Extrusor	
Definición Situación	Imagen	Descripción
Actual		En la imagen se identifican artículos varios y de forma desordenada en la repisa. Los objetos son pallets para la carga pesada y también sacos llenos y vacíos de materia prima. También se encuentran plásticos que no forman parte del proceso.
Propuesta		Como propuesta se debería colocar letreros de pallets en la parte de arriba de la repisa y en la parte de abajo los sacos de materia prima y en el otro extremo se colocarían los sacos vacíos.

Tabla 119. Propuesta 8 de Seiton

Propuesta N° 8	BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.  <i>Pasión por nutrición</i>	
Lugar	Piso 2 - Extrusor	
Definición Situación	Imagen	Descripción
Actual		<p>Las cribas se encuentran de forma desorganizada y sin ninguna especificación que identifiquen el uso de cada una de estas. Ocupan un espacio considerable debido al tamaño de estas herramientas, pero no invaden espacio debido a que se encuentran rodeados de un barandal.</p>
Propuesta		<p>Se podría colocar letreros específicos de las cribas que contengan características específicas de un grupo de cribas, así ayudaría al operario a agilizar el trabajo de buscar elementos de este tipo.</p>

Propuesta Seiso (Limpieza)

Seiso es la parte de la metodología que trata de buscar solución a desperdicios que se generan en la planta. En las anteriores S de la herramienta se aplicaron la clasificación y propuestas de reubicación de los materiales, por lo que una vez realizado lo anterior, se tendrían que limpiar desperdicios que no sean herramientas u objetos que se pueden eliminar del proceso.

Debido a que se realiza la producción de alimento para mascotas, se debe mantener limpia las zonas de producción claves del proceso, para evitar contaminaciones dentro del proceso y mantener la calidad del producto durante todo el proceso, por lo que algunos de los objetivos clave de Seiso es:

- Controlar contaminaciones que se generen como bacterias, microbios o parásitos que pueden generar enfermedades a los animales consumidores de los productos.
- Mantener la limpieza, orden y estandarización de los materiales y equipos dentro de la planta de producción.
- Eliminar suciedad como mermas, polvos de harina en molienda, croquetas con baja calidad y residuos de sacos o contenedores.

Se deben analizar los tipos de residuos que se generan en la planta por los procesos que se realiza en la zona de extrusión de la planta, los mismos se describen en la tabla 120 sobre los residuos que genera la máquina extrusora, en la tabla 121 los residuos que se generan en la zona de dosificado, y por último la tabla 122 que se refiere a residuos varios que se encuentran en la planta.

Tabla 120. Residuos de extrusora

Residuos de molienda	Residuos de máquina extrusora	Residuos de acondicionador
		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Los residuos de la máquina de molienda que se encuentra después de la zona de dosificado, presenta muchos residuos debido al proceso que realiza, ya que necesita de la pulverización de la mezcla que se realiza en el proceso anterior. Este tipo de residuos son lo más contaminantes en la zona de producción debido a su volatilidad y se puede encontrar en casi toda la empresa. 2. Los residuos de la máquina extrusora lo conocen como mermas, y se debe a la maza de la máquina que se queda en partes del tornillo mecánico y de la matriz que da forma a la croquetas. Las mermas se limpian de forma constante y deben ser ubicadas en un contenedor para ser desechados. 3. Se necesita retirar las mermas por cocción del tornillo. 		

Tabla 121. Residuos de dosificado




Pallets sin uso	Residuos de sacos vacíos	Sacos llenos de basura
		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Los pallets y otro tipo de elemento usado para la transportación de los materia prima deben ser reubicados o eliminados debido al mal estado que algunos presentan. 2. Existen sacos vacíos de materia prima que se encuentran tirados en el piso de la zona de dosificación que deben ser recogidos para reutilizarlos. Por lo general estos sacos tienen residuos de materia prima que ensucian la zona de producción. 3. También se encuentran sacos llenos de residuos que se localizan en zonas no especificadas y necesitan ser reubicados. En el caso de que este tipo de sacos no se encuentre bien ubicados o sellados, genera más residuos y suciedad. 		

Tabla 122. Residuos varios



Residuos en baldes	Sacos en barandales	Alfombras en barandales
		

Tabla 122. Residuos varios (continuación)

<ol style="list-style-type: none"> 1. Existen baldes utilizados para la recolección de mermas del tornillo pero que al ser muy pequeños llegan a regar el material por lo bordes, por lo que se necesitaría de un contenedor más grande para esta operación. 2. A lo largo de la empresa existen sacos vacíos ubicados en barandales y en zonas que no corresponden, donde deberían ser desechados o puestos en una zona de reutilización de los mismos. 3. También se encuentran alfombras en barandales que no cumplen con su objetivo, ya que estando en la parte correspondiente ayudaría a evitar una contaminación por basura que se encuentre en zapatos de trabajadores.





Propuesta de mejora

Como parte de los procesos de mejora propuestos para solucionar problemas de suciedad, se realiza las siguientes recomendaciones:

Recipientes de basura

Los recipientes de basura deben ser debidamente identificados de acuerdo con el tipo de basura que se genera, siendo de la siguiente manera la forma en la que se podría clasificar la basura dentro del sistema productivo. En la tabla 123 se propone distintos basureros para los residuos siendo de colores diferentes dependiendo del tipo de desperdicio.

Tabla 123. Tipos de residuos en la zona de extrusión

Clasificación de residuos y basura BIOALIMENTAR CÍA. LTDA 		
Plástico	Orgánico	Papel
		
<ul style="list-style-type: none"> - Fundas de materia prima. - Sacos. - Plástico de cuchillas. - Envolturas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mermas de proceso. - Harinas pulverizadas. - Aceites y grasas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Órdenes de producción terminadas. - Sacos de papel. - Cartones de materiales.

Manual de limpieza

En los siguientes manuales de limpieza de la tabla 124 a la 126 se establecen los procedimientos necesarios para realizar la eliminación de suciedad de forma correcta para los distintos tipos de residuos que se encuentran en el proceso.

Tabla 124. Manual de limpieza para residuos de extrusora


Manual de limpieza		BIOALIMENTAR CÍA. LTDA. 	
Encargado: Operarios de extrusión Supervisor: Comité de limpieza		Objeto o sitio para limpiar: Molinos de dosificado, tornillo de cocción, acondicionador, extrusor.	
Riesgos por trabajo en lugar sucio:	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación de producto final - Agentes patógenos en el producto final - Grasas en el piso. 		
Procedimiento:	<ul style="list-style-type: none"> - Los operarios deben equiparse de forma correcta todos los EPP para evitar accidentes laborales. - Preparar las herramientas necesarias para el proceso. - Retirar piezas mediante destornilladores del extrusor y el molino. - Limpiar las cribas, cuchillas y matrices después de retirarlas de las máquinas. - Cepillas de forma minuciosa para retirar de forma correcta los desperdicios. - Utilizar un trapo con quita grasas o jabón para eliminar grasas. - Armar nuevamente con las nuevas cuchillas y matrices. - Enjuagar en agua abundante los materiales de limpieza. - Colocar los materiales utilizados en los respectivos puestos de trabajo y registrar hora de limpieza y novedades encontradas. 		
Materiales:	Materiales	EPP	Químicos
	<ul style="list-style-type: none"> - Escobas. - Escobillas. - Cepillos. - Palas. - Fundas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Botas antideslizantes. - Guantes. - Mascarilla. - Overol o delantal 	<ul style="list-style-type: none"> - Quita grasas. - Jabones líquidos.
Frecuencia:	Diario después de orden de producción o cambio de matriz productiva		

Tabla 125. Manual de limpieza para residuos de dosificado



Manual de limpieza		BIOALIMENTAR CÍA. LTDA. 		
Encargado: Operarios de dosificado Supervisor: Comité de limpieza		Objeto o sitio para limpiar: Piso 2 de dosificado, retiro de sacos y plásticos		
Riesgos por trabajo en lugar sucio:	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación de la materia prima y del producto final. - Agentes patógenos en el producto. - Grasa en el piso. - Resbalones y caídas. 			
Procedimiento:	<ul style="list-style-type: none"> - Los operarios deben equiparse de forma correcta todos los EPP para evitar accidentes laborales. - Preparar las herramientas necesarias para el proceso. - Barrer de forma minuciosa el piso de dosificado en las zonas cruciales donde se encuentran las máquinas. - Identificar materiales innecesarios y desechables en el proceso como sacos y cartones. - Reubicarlos o eliminarlos de acuerdo con especificaciones. - Enjuagar en agua abundante los materiales de limpieza como escobas y trapos. - Colocar los materiales utilizados en los respectivos puestos de trabajo y registrar hora de limpieza y novedades encontradas. 			
Materiales:	Materiales	EPP	Químicos	
	<ul style="list-style-type: none"> - Escobas. - Escobillas. - Cepillos. - Palas. - Fundas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Botas antideslizantes. - Guantes. - Mascarilla. - Overol o delantal 	<ul style="list-style-type: none"> - Quita grasas. 	
Frecuencia:	Diario al final de cada jornada			

Tabla 126. Manual de limpieza para otros residuos

Manual de limpieza		BIOALIMENTAR CÍA. LTDA. 		
Encargado: Operarios de extrusión Supervisor: Comité de limpieza		Objeto o sitio para limpiar: Eliminación de baldes, sacos y materiales que no correspondan		
Riesgos por trabajo en lugar sucio:	<ul style="list-style-type: none"> - Tropezones o caídas. - Contaminaciones en el proceso por plásticos. - Derrame de desperdicios por contenedores mal ubicados. 			
Procedimiento:	<ul style="list-style-type: none"> - Los operarios deben equiparse de forma correcta todos los EPP para evitar accidentes laborales. - Preparar las herramientas necesarias para el proceso. - Identificar las zonas donde se encuentren materiales que necesiten deshacerse. - Los elementos seleccionados que puedan servir para otro proceso deben limpiarse. - Utilizar cepillos y quita grasa para eliminación de residuos. - Eliminar residuos colocándose en los recipientes correspondientes. - Elementos que no se necesiten deben ser eliminados como baldes, cartones o envolturas plásticas. - Enjuagar en agua abundante los materiales de limpieza. - Colocar los materiales utilizados en los respectivos puestos de trabajo y registrar hora de limpieza y novedades encontradas. 			
Materiales:	Materiales	EPP	Químicos	
	<ul style="list-style-type: none"> - Escobas. - Escobillas. - Cepillos. - Palas. - Fundas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Botas antideslizantes. - Guantes. - Mascarilla. - Overol o delantal 	<ul style="list-style-type: none"> - Quita grasas. - Jabones líquidos. 	
Frecuencia:	Semanal			

Propuesta Seiketsu (Estandarizar)

La S correspondiente a Seiketsu trata de mantener todos los procesos ya realizados en las anteriores tres S, por lo que este paso requiere de mucho compromiso por parte de los trabajadores, como también de la parte administrativa. Esta S va más allá de implementar una metodología, sino en establecer una filosofía interna en la empresa que permita la implementación constante por parte de los trabajadores.

Con esta S se propone la socialización de las herramientas anteriormente propuestas, también en la asignación de un comité que registre novedades que puedan ocurrir en la planta, y por último en promover la cultura de la limpieza y disciplina a operarios.

Fase 1: Socialización de la metodología 5'S

Para promover una socialización eficaz de la 5'S tanto a operarios como a la parte administrativa de la planta, es preciso que la comunicación sea muy concisa en cuando lo que necesita emitir a todos los presentes dentro de la reunión. También se realizará este tipo de socializaciones con el fin de responder dudas y tener una retroalimentación que permita encontrar errores o fallas. Dentro de la socialización se tendrán que cumplir con los siguientes puntos:

- Enviar un mensaje a los gerentes de las áreas involucradas para que comuniquen a sus trabajadores sobre la socialización de las 5'S en el puesto de trabajo, ayudando a emitir un mensaje sobre la reunión con respecto a la propuesta.
- Socializar con los obreros y el personal que se encuentra involucrado de forma directa con el proceso y establecer la importancia de la limpieza, el orden y disciplina en el área de trabajo.
- Realizar una ronda de preguntas a los asistentes y comprobar que la idea se haya entendido, además de poder solventar dudas sobre los procedimientos que se realizarán.

Fase 2: Asignación de comité de limpieza

Para la asignación de responsabilidades, es de suma importancia crear un comité que se encargue del seguimiento de la metodología propuesta. Deben procurar que todo el equipo de trabajo trabaje con funcionalidad. El comité debe estar conformado por el siguiente organigrama de la figura 53.

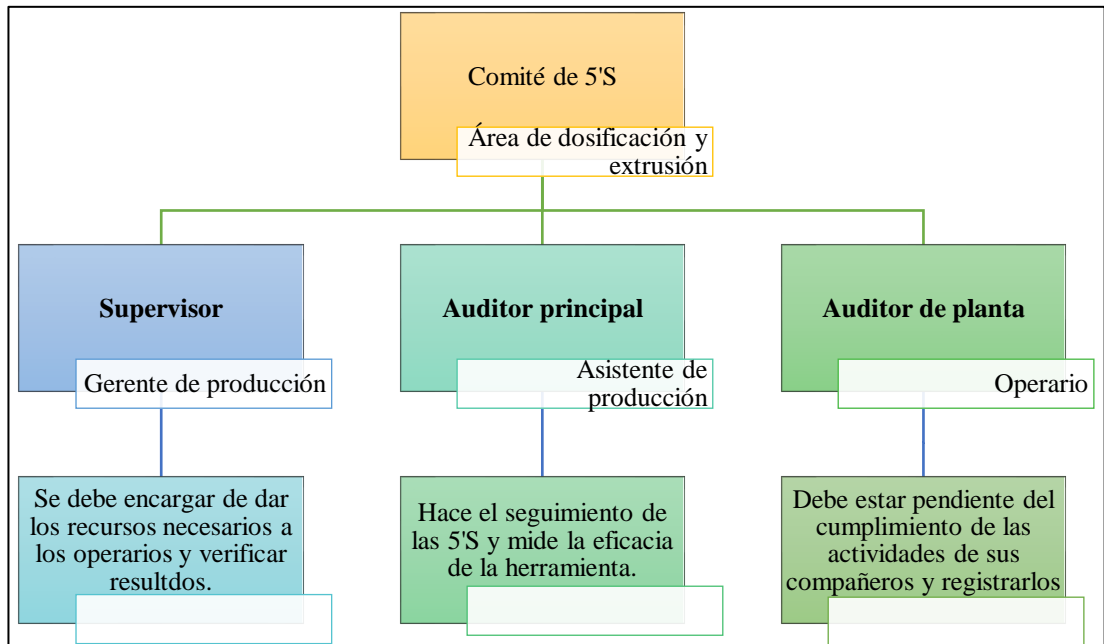


Figura 53. Organigrama de comité de 5'S


Para el registro de las actividades y la asignación de las responsabilidades, será preciso el uso de la tabla 127 que contenga la información completa para el registro de las actividades, y se muestra en el siguiente recuadro.

Tabla 127. Registro de limpieza

Registro	01	BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.			
Nº página	01	Registro de limpieza			
Fecha	Hora	Responsable	Área	Faltante	Observaciones
17/11/22	09h45	-----	Extrusión	Extruder	
17/11/22	13h30	-----	Dosificado	Piso	
Revisado por:.....		Aprobado por:.....			

También será necesario un registro para el auditor principal, y que se registre un seguimiento de las actividades de limpieza y orden en cada área de corresponda, donde se utilizaría la tabla 128 para el registro:

Tabla 128. Registro de cumplimiento de actividades

Registro del cumplimiento de las actividades		BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.  <i>Pasión por nutrición</i>		Registro N° 01	
Fecha	20/11/22	Responsable	-----		
Registrar con un ✓ si las actividades se han realizado de forma correcta, caso contrario colocar una x					
		Día			
Ítems	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Pasillos	✓	✓	X	✓	✓
Extrusor	X	-	-	X	✓
Molinos	✓	✓	✓	X	✓
Puestos de trabajo	✓	-	-	✓	✓
Embolsadoras	✓	✓	✓	✓	✓
Revisado por:		Aprobado por:			

Fase 3: Promover cultura de limpieza y orden

Para que se dé el cumplimiento de todas las actividades, primero se debe otorgar los medios e instrumentos necesarios especificados en las tablas 124, 125 y 126 referentes a los manuales, donde se especifican los materiales a utilizar. También es importante brindar capacitaciones constantes donde los operarios puedan aclarar sus dudas con respecto al procedimiento, y que sirva como retroalimentación para los auditores.

Hay que incentivar a los operarios a trabajar en un ambiente limpio y libre de contaminantes, donde se verán beneficiados tanto los operarios como el producto final, para lo que es importante dar un tiempo siempre al final de la jornada para realizar la limpieza de las estaciones de trabajo, para llevar los registros de mantenimiento de y de limpieza en orden.

Como punto final, los responsables y miembros del comité deberán exigir el cumplimiento de las actividades y limpieza, además de incentivar para que los trabajadores realicen este tipo de actividades sin necesidad de llamados de atención o problemas del mismo estilo.

Propuesta Shitsuke (Disciplina)

Como parte final de la aplicación de la metodología de las 5'S está la disciplina o Shitsuke, donde busca que los operarios sean educados para dar el cumplimiento de todas las S propuestas en la investigación. Para el mantenimiento de la disciplina se debe tomar en cuenta los aspectos mostrados en la figura 54:

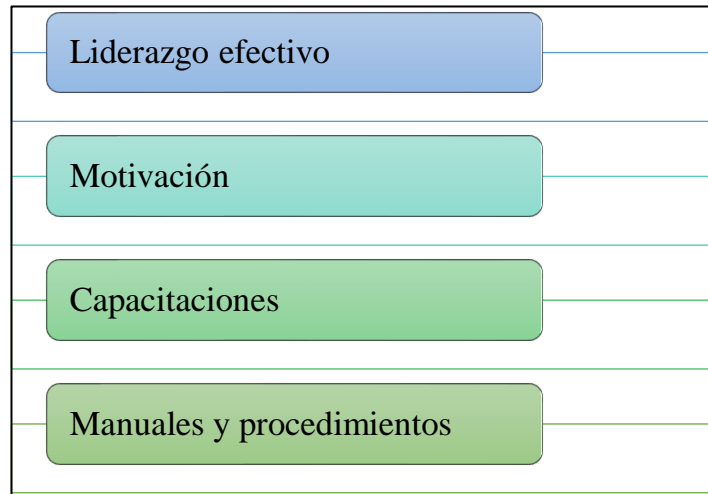


Figura 54. Factores para mantener la disciplina


Esta S debe ser aplicada de forma diaria por lo que siempre se debe realizar un seguimiento para conocer si se cumple o no con la aplicación de la herramienta, con lo cual se tienen las siguientes estrategias:

Registro de cumplimiento:

El registro de cumplimiento de las 5'S es de las partes más importantes cuando necesita implementar disciplina en los trabajadores. Para dar cumplimiento, se necesita establecer actividades para que se cumplan, con el fin de determinar fallas que se puedan corregir a posterior. Se pretende que las S posteriores tengan su debida observación y en caso de no cumplir, se deberán tomar acciones correctivas con respecto al comité de limpieza o 5'S.

Primero se debe tomar en cuenta que las tres S más importantes son las primeras (Seiri, Seiton y Seiso) debido a que tienen actividades necesarias para el control del orden y suciedad en la planta de producción, por lo que son las que se deben seguir y cumplir para que las dos S siguientes (Seiketsu y Shitsuke). Con lo que se propone la tabla 129 para el registro eficaz del cumplimiento de las tres primeras S.

Tabla 129. Registro de cumplimiento de Seiri, Seiton y Seiso

Registro del cumplimiento de las actividades		BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.  <i>Pasión por nutrición</i>			Registro N° 01	
Fecha	20/11/22	Responsable	-----			
Registrar con un <i>S</i> si las actividades se han realizado de forma correcta, caso contrario colocar una <i>N</i> y si es de forma parcial o en ejecución colocar la <i>P</i>						
ítems		Día				
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Seiri (Clasificar)						
Objetos completos		S	S	N	S	S
Seiton (Ordenar)						
Objetos ordenados		N	N	S	N	S
Seiso (Limpiar)						
Maquinaria y equipos		S	S	S	S	S
Herramientas y materiales		S	S	N	S	S
Pasillos y puestos de trabajo		S	S	S	N	S
Revisado por:			Aprobado por:			


Dentro del Anexo 2 se encuentra un documento que permitirá realizar una auditoría 5'S de forma más clara para quien sea el inspector y realice el seguimiento adecuado de la metodología en la empresa.

Indicadores:

Para el seguimiento del supervisor y de los auditores del comité de las 5'S, es importante mantener el registro de las actividades, pero también conocer en ciertos periodos si la metodología aplicada mejora o empeora con el tiempo. Estos indicadores ayudan a conocer la efectividad de la herramienta y deben ser calculados en ciertos periodos de tiempo para tomar acciones correctivas.

Los indicadores hacen seguimiento a las 3 primeras S, con lo que se conoce a estos indicadores como iSeiri, iSeiton e iSeiso, teniendo las siguientes fórmulas de las tablas 130, 131 y 132:

Tabla 130. Registro de iseiri

Registro	01	BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.  <i>Pasión por nutrición</i>			
N° página	01	Registro de cumplimiento Seiri			
Fecha	Hora	Área	Objeto	Exceso	Observaciones
20/11/22	10h30	Dosificado	150	15	Sacos
21/11/22	12h00	Extrusión	270	20	Herramientas
Revisado por:.....			Aprobado por:.....		

$$iSeiri = \frac{\text{Elementos excedentes}}{\text{Elementos máximos}} * 100 \quad (7)$$

$$iSeiri = \frac{35}{420} * 100 = 8,33\%$$


Tabla 131. Registro de iseiton

Registro	01	BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.  <i>Pasión por nutrición</i>			
N° página	01	Registro de cumplimiento Seiton			
Fecha	Hora	Área	Objetos	Fuera de lugar	Observaciones
20/11/22	10h30	Dosificado	150	30	Herramientas
21/11/22	12h00	Extrusión	270	45	Utensilios de limpieza
Revisado por:.....			Aprobado por:.....		

$$iSeiton = \frac{\text{Elementos fuera de lugar} + \text{Elementos faltantes}}{\text{Elementos máximos}} * 100 \quad (8)$$

$$iSeiton = \frac{75}{420} * 100 = 17,85\%$$

Tabla 132. Registro de iseiso

Registro	01	BIOALIMENTAR CÍA. LTDA.  <i>Pasión por nutrición</i>			
N° página	01	Registro de cumplimiento Seiso			
Fecha	Hora	Área	Objetos	Ob. Sucio	Observaciones
20/11/22	10h30	Dosificado	150	40	Polvo en herramientas
21/11/22	12h00	Extrusión	270	50	Mermas en cribas
Revisado por:.....			Aprobado por:.....		

$$iSeiso = \frac{\text{Elementos sucios}}{\text{Elementos máximos}} * 100 \quad (9)$$

$$iSeiso = \frac{90}{420} * 100 = 21,43\%$$

Presupuesto

Se presenta el presupuesto para la implementación de la herramienta 5'S en la tabla 133, tomando en cuenta la limpieza y seguimiento que se debe realizar, donde se destinará \$478,50 al año para realizar las actividades limpieza.

Tabla 133. Presupuesto de aplicación de 5'S

Elemento	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Materiales de limpieza	6	\$ 5,00	\$ 30,00
Costo de implementación	1	\$ 100,00	\$ 100,00
Capacitaciones	27	\$ 10,00	\$ 270,00
Etiquetas rojas	100	\$ 0,25	\$ 25,00
Letreros	8	\$ 2,00	\$ 16,00
Basureros	3	\$ 10,00	\$ 30,00
Escobas	5	\$ 1,50	\$ 7,50
SUMA			\$ 478,50

El presupuesto va destinado a la compra de materiales de limpieza como escobas, quita grasa, soluciones químicas de limpieza, palas, basureros, etc. También se necesita capacitar a los operarios con el fin de que sepan utilizar de forma adecuada las etiquetas

rojas y sepan registrarlas de forma adecuada. Por último, es importante ubicar los letreros de identificación y gestión visual que se propone.

VSM propuesto

De acuerdo con los resultados de la aplicación teórica de las herramientas propuestas en el VSM actual, se obtuvieron resultados positivos dispuestos en la tabla 134 donde se presentan los cambios con respecto a los tiempos de ciclo y al takt time.

Tabla 134. Propuesta de tiempos y capacidades

Operación	Ts/lote (min)	Cp (Lotes)	Cpr (Lotes)	Tc real (min)	Tm (min)
Dosificado	16,52	29,06	7	72	55,35
Molienda	12,04	39,87	7	72	59,83
Extrusión	54,85	8,75	7	72	17,02
Secado	44,78	10,72	7	72	27,09
Mezclado	39,13	12,27	7	72	32,74
Clasificación	10,23	46,92	7	72	61,64
Embolsado	71,87	6,68	7	72	0,00

De acuerdo con estos resultados, se evidencia que la capacidad de producción de la línea de extrusión aumenta de 6,63 a 6,68 lote/jornada. El proceso de extrusión de igual forma a aumentado su capacidad, siendo de 6,63 a 8,75 lote/jornada el aumento que se ha podido percibir.

La demanda puede llegar a cumplirse debido a la propuesta de la eliminación de tiempos de paro de maquinaria, donde se prepara a las máquinas para que sean capaces de trabajar sin supervisión de los operarios mientras ellos realizan tareas indistintas al trabajo normal, por lo que siempre es importante tomar en cuenta que la empresa en su mayoría se encuentra automatizada, lo que permite que se puedan realizar este tipo de cambios.

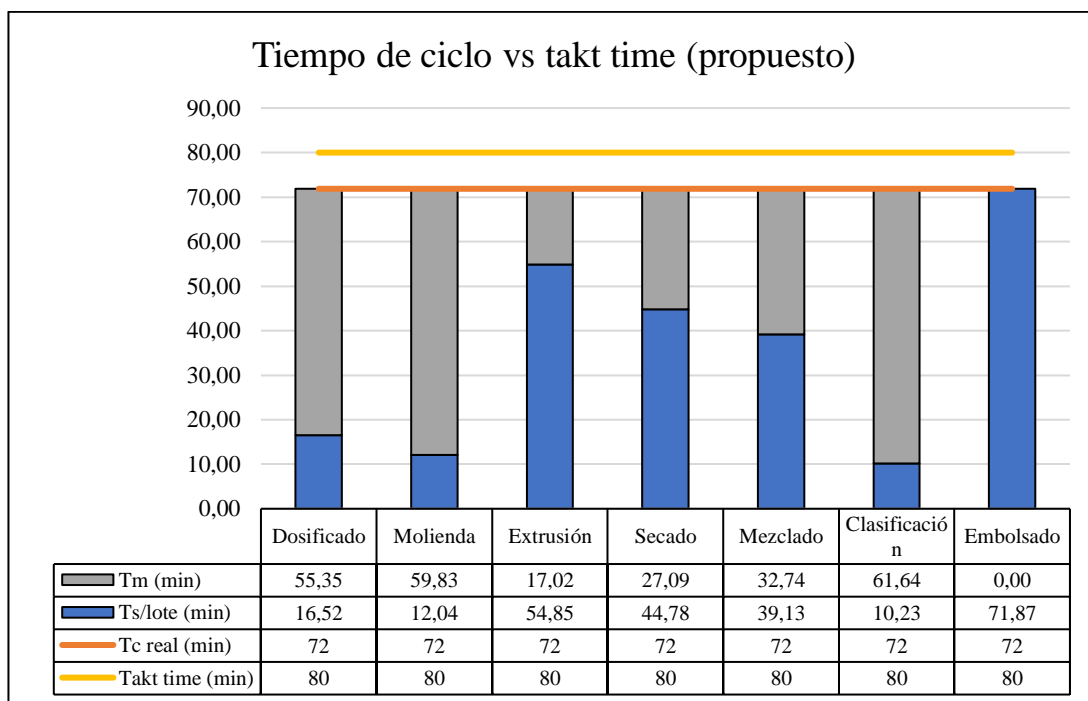


Figura 55. Takt Time vs Tiempo propuesto

Gracias a la figura 55 se distingue que el tiempo de ciclo se mantiene en 80 min/lote, pero existe una reducción del tiempo de ciclo de 76 a 72 min/lote, por lo que se considera que ha existido una mejora con respecto a las metodologías propuestas. También

En la tabla 135 están dispuestos los datos necesarios para la elaboración del mapa VSM propuesto de la figura 56, tomando en cuenta los cambios realizados por la aplicación teórica de las herramientas de manufactura esbelta.

Tabla 135. Datos para construcción de VSM propuesto

Situación Propuesta		
Turno de trabajo	8	Horas
Descanso	30	minutos
Jornada Laboral	20	Días/mes
Demanda mensual	370	Ton/mes
Tamaño de lote	4,6	Ton
Lote diario	7	Lote/día
Jornada	480	Min
Min perdidos	0	Min
Tiempo disponible	480	Min
Takt time	80	min/lote
	4800	s/lote

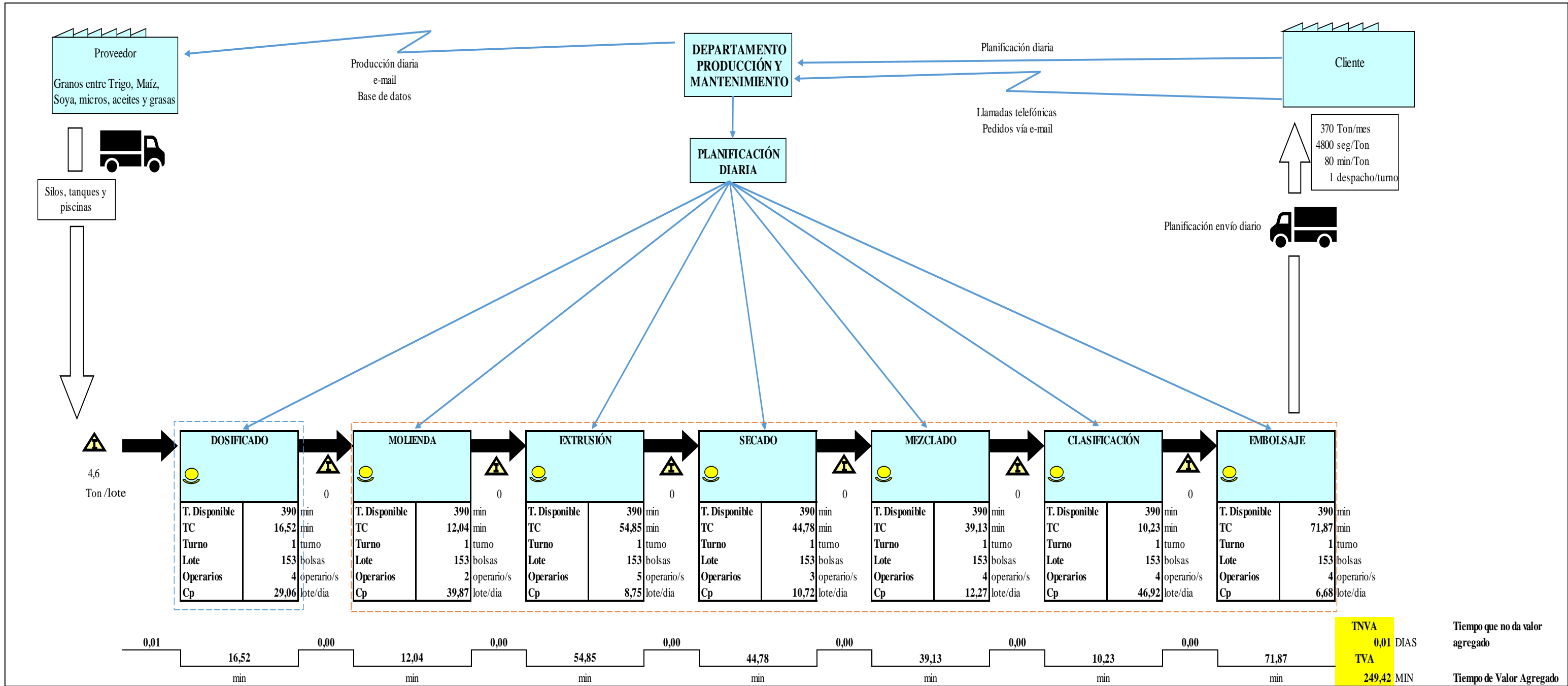


Figura 56. VSMpropuesto

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Mediante el análisis de tiempos y movimientos realizado en la línea de extrusión de alimento para mascotas en la empresa BIOALIMENTAR CÍA. LTDA, se determinó que no existen procesos de demora o inactividad, pero las actividades realizadas por los operarios llegan a tardar mucho. El problema se encuentra en los tiempos de producción demasiado largos, donde para elaborar un lote de producción se necesita de 324,44 minutos. De acuerdo con la ratio de operaciones que se realizó, da un resultado de 65,45% de actividades que aportan con el producto final, y un 34,55% de las actividades se realizan por un mal procesamiento y falta de estandarización por parte de los operarios. La capacidad actual de la empresa es de 6 lotes/día con un tiempo de ciclo de 75,87 min/lote, que indica que cumple con la demanda debido a que el takt time es de 80 min/lote.
- Gracias a la etapa de diagnóstico se realizó un mapa VSM para la identificación de los desperdicios dentro de esta línea, donde se reconocieron a las demoras o esperas, a los defectos de producción y a los procesamientos incorrectos como los principales errores que se dan en producción. De acuerdo con el uso de la herramienta de identificación, se propuso herramientas para dar soluciones a partir de las técnicas de manufactura esbelta como SMED para solucionar las demoras, TPM, Jidoka y Andon para eliminar los defectos de producción y las 5'S para evitar los procesamientos incorrectos.
- Para la eliminación de las demoras en el proceso se necesitó de la aplicación de la herramienta SMED que determinó que existen varios procesos que podrían ser incluidos y evitar operaciones que restan tiempo en el procesamiento del producto, donde actualmente existen 39 operaciones internas y 16 externas, donde gracias a la propuesta realizada, se reduce el número de operaciones internas a 18 y las externas a 37. Se obtuvo como resultado de la propuesta que el tiempo total en realizar un lote de producción es de 249,42 minutos, reduciendo al tiempo actual en 74,98 minutos, habiendo una mejora del 23,11% del proceso total si se aplica la metodología SMED.

- La eliminación de los defectos de producción se puede lograr gracias a la propuesta de dos herramientas importantes como Jidoka y TPM. La primera herramienta dio como resultado mejorar la estandarización de los procesos cuando existe una anomalía, gracias a las actividades que se deben realizar cuando se haya identificado errores en la producción, siendo las más comunes el mal sellado de las bolsas de alimento, el porcentaje de humedad que existe en las croquetas, y también la mala formulación en dosificado que no cumple con los estándares de calidad establecidos. Por otro lado, TPM ayudaría a la eliminación de los defectos que se den por fallos de la maquinaria, ya que esta al ser en gran parte automatizada, es importante que los elementos que se utilizan para la producción estén correctamente adecuados y así evitar defectos como en la línea de extrusión o en la de embolsado, donde se presentaron mayor parte de problemas por falta de mantenimiento.
- La aplicación de la herramienta 5'S permite la eliminación de los procesamientos incorrectos por parte de los operarios, donde se encuentra la mayor parte de los defectos por falta de conocimiento y estandarización cuando realizan su trabajo. De acuerdo con la auditoría realizada, se encontró que el cumplimiento de Seiri es de 71%, Seiton con 43%, Seiso con 60%, Seiketsu con 50% y Shitsuke con 50%. Se obtuvo como resultado la necesidad de la implementación de programas de limpieza eficaces para que no existan fallas; el seguimiento de estas actividades de 5'S también se debe realizar para conocer el avance de la herramienta ya que permite estandarizar y evitar la mayoría de las fallas que se presenten como las esperas, procesamientos incorrectos y los defectos en producción.
- El VSM propuesto se compone de los nuevos tiempos establecidos mediante la propuesta de las cuatro herramientas anteriores, reduciendo el tiempo de ciclo de 76 a 72 min/lote y aumentando la capacidad de la línea de 6,63 a 6,68 lote/jornada, logrando la mejora del proceso productivo gracias a la reducción de tiempos de procesamiento, eliminando los errores que puedan existir en el sellado y elaboración de las bolsas de Mambo Adulto 30 kg, dando como resultado un VSM ideal para el cumplimiento de la demanda.

4.2. Recomendaciones

- Realizar la aplicación de las herramientas propuestas dentro de la empresa BIOALIMENTAR CÍA. LTDA. en el proceso de extrusión de alimento para mascotas. Es importante que durante todo el proceso se realice el seguimiento para comprobar si ha existido una mejora del proceso. Esto se lo podría realizar mediante la aplicación de los indicadores propuestos por cada herramienta.
- Elaboración de un plan de capacitación ideal para dar a conocer la aplicación de las herramientas que se han propuesto en el trabajo de investigación, iniciando con la metodología 5'S, después con TPM y Jidoka y finalmente con SMED, con el fin de estandarizar los procedimientos que realicen los operarios.
- Preparación de un control estadístico de la producción en la zona de embolsado para reducir los errores que se puedan encontrar en el producto final.

Referencias Bibliográficas

- [1] Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, Informe sobre el desarrollo industrial 2022-Resumen, Ginebra: Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, 2021.
- [2] M. P. A. Villa, «Estudio de la oferta y la demanda de productos de mascotas relacionados con la alimentación y los accesorios en la ciudad de Medellín para determinar oportunidades de innovación y desarrollo de nuevos productos,» Universidad EAFIT, Medellín, 2017.
- [3] Mordor Intelligence, Mercado de alimentos para mascotas: crecimiento, tendencias, impacto de Covid-19 y pronósticos, Nueva York: Mordor Intelligence, 2021.
- [4] A. Jaramillo, «Noticias Actuales y Globales de la Industria de alimento para Mascotas,» *PETFOOD Latinoamérica*, p. 6, 2019.
- [5] Ekos, «BIOALIMENTAR CIA. LTDA.,» Ekos, 2020. [En línea]. Available: <https://www.ekosnegocios.com/empresa/bioalimentar-cia-ltda>.
- [6] A. Palange y P. Dhattrak, Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing, Scopus, 2021.
- [7] A. Mazelan, S. Ali y M. Huda, Lecture Notes in Mechanical Engineering - Intelligent Manufacturing and Mechatronics, Scopus, 2021.
- [8] W. D. Pereira Espinoza y W. H. Sarmiento Espinoza, Modelo de negocios para una pyme de venta de alimentos para mascotas en la provincia de El Oro, Dominio de las ciencias, 2021.
- [9] Z. E. Avellaneda, M. P. Moure, N. Chotyakul, J. Torres, J. W. Chanes y C. P. Lamela, Benefits and limitations of food processing by high pressure technologies, Dialnet, 2020.

- [10] I. Zaidi, M. Khan, M. Bukhsh, R. Yaseen y S. Shaikh, Implementation of lean manufacturing practices in diverse manufacturing industries, Scopus, 2021.
- [11] F. P. Lobo, N. T. C. Sánchez, C. E. I. Colmenares y M. U. Maldonado, Manufactura esbelta en la PYME. Pequeños cambios grandes resultados, Dialnet, 2019.
- [12] I. A. Boderó, G. S. Espinoza y N. C. Pérez, Aplicación de la manufactura aditiva en el procesamiento de alimentos, Dialnet, 2021.
- [13] O. Cruz-Mejía y E. N. O. Pérez, Manufactura esbelta y responsabilidad social empresarial: ¿coadyuvantes o antagonistas?, Scielo, 2019.
- [14] C. Cuggia-Jiménez, E. Orozco-Acosta y D. Mendoza-Galvis, Manufactura esbelta: una revisión sistemática en la industria de alimentos, Scielo, 2020.
- [15] G. Eliseo y F. N. D. Moreno, Propuesta del mejoramiento de la metodología de Manufactura Esbelta por medio de optimización de sistemas de manufactura y modelación de eventos discretos., Dialnet, 2020.
- [16] N. C. Apaza, Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmeccánica, Scielo, 2021.
- [17] S. Rojas-Benites, A. Castro-Arroyo, G. Viacava, V. Aparicio y C. Del Carpio, Reduction of Waste in an SME in the Meat Sector in Peru through a Lean Manufacturing Approach Using a Model Based on 5S, Standardization, Demand Forecasting and Kanban, Scopus, 2021.
- [18] U. Kumar y R. Shankar, Application of Value Stream Mapping for Lean Operation: An Indian Case Study of a Dairy Firm, Scopus, 2022.
- [19] J. V. Moya, E. M. Déleg, C. V. Sánchez y N. R. Vásquez, Implementation of lean manufacturing in a food enterprise, Scielo, 2018.

- [20] R. Somasundaram, P. Sundharesalingam, P. Vidhya Priya y P. Renuka, Effectiveness of implementation of 5S tool in food industry during COVID 19, Scopus, 2021.
- [21] M. K. I. F. Herrera, M. T. Escobedo-Portillo, R. Romero-López y J. A. Hernández-Gómez, Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización: modelo conceptual propuesto, Scielo, 2019.
- [22] J. N. C. Mora y F. A. B. Silva, Revisión sistemática de la Mejora Continua y Manufactura Esbelta, Dialnet, 2019.
- [23] F. N. D. Moreno, E. G. Albarracín y J. Díaz, Estado actual de la filosofía de manufactura esbelta como estrategia de mejoramiento continuo en el desarrollo empresarial de Bucaramanga, Dialnet, 2020.
- [24] E. G. R. Guevara, Identificación de prácticas en la gestión de la cadena de suministro sostenible para la industria alimenticia, Dialnet, 2018.
- [25] A. M. Paredes-Rodriguez, V. L. Chud-Pantoja y C. C. Peña-Montoya, Gestión de riesgos operacionales en cadenas de suministro agroalimentarias bajo un enfoque de manufactura esbelta, Scielo, 2022.
- [26] A. V. Contreras y E. G. Cota, Manual de Lean Manufacturing. Guía Básica, Monterrey, México: Editorial LIMUSA, S.A. de C.V., 2007.
- [27] L. Socconini, Lean Manufacturing, México: ALFAOMEGA MARGE BOOKS, 2019.
- [28] N. A. O. Ávila, Diagramas para el estudio del trabajo, Quito: Departamento de Ingeniería, 2013.
- [29] Software DELSOL, Estudio de tiempos y movimientos, México: Software DELSOL, 2019.
- [30] J. A. C. Sabogal y P. A. P. Gil, estudio de métodos y tiempos para la empresa papeles primavera a los productos de papel regalo y cartulina plana, Bogotá: UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS, 2017.

- [31] Ministerio de trabajo, migraciones y seguridad social, Ritmo de trabajo, España: Ministerio de trabajo, migraciones y seguridad social, 2019.
- [32] B. S. López, Cálculo del tiempo estándar o tiempo tipo, México: ingeniería industrial online, 2019.
- [33] Organización Internacional de Trabajo, Tiempo de trabajo-Holguras, México: Organización Internacional de Trabajo, 2021.
- [34] M. Cajigas, E. Ramirez y D. Ramirez, Capacidad de producción y sostenibilidad en empresas nuevas, México: Revista Espacios, 2019.
- [35] L. G. E. Zárate y M. Á. R. Lozada, Beneficios de utilizar el Análisis ABC en la administración de inventarios en una Pequeña y Mediana Empresa (PyME) comercializadora en Tlaxcala, México, México: Instituto Tecnológico de Apizaco, 2020.
- [36] Universidad Autónoma de Nuevo León, Diagrama de Flujo, Monterrey: Universidad Autónoma de Nuevo León, 2018.
- [37] ResearchGate, Adaptación de Casa Toyota, ResearchGate, 2015.
- [38] R. Cabrera, Value Stream Mapping, México: UNAM, 2019.
- [39] Asociación española de normalización y certificación, Lean certification: certificación de un sistema de gestión lean, España: AENOR , 2012.
- [40] J. F. P. Herrera, ¿ Qué es Andon?, México: Lean Construction México, 2020.
- [41] J. Rodriguez, OEE “el indicador clave del rendimiento de un proceso”, México: SPC, 2019.
- [42] N. T. D. d. León, Población y Muestra, México: Universidad Autónoma del Estado de México, 2018.
- [43] Google, «Google Maps,» 2023. [En línea].

Anexos

ANEXO 1: Selección de documentación mediante metodología PRISMA

Código	Título	Base de datos	Año	VP	Autores	Objetivos
P1	Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing	Scopus	2021	VP1	<ul style="list-style-type: none"> Palange, A., Dhattrak, P. 	Identifica los beneficios que se encuentran al implementar manufactura esbelta en cualquier tipo de empresa, siempre que sea mantenido un estricto seguimiento y cambio de mentalidad
P2	Lecture Notes in Mechanical Engineering - Intelligent Manufacturing and Mechatronics	Scopus	2021	VP1	<ul style="list-style-type: none"> Mazelan, A.H., Ali, S.A.S., Huda, M.S.S. 	Describe el uso de las herramientas de Manufactura Esbelta y principios de ingeniería en la industria procesadora de alimento
P3	Implementation of lean manufacturing practices in diverse manufacturing industries	Scopus	2021	VP1	<ul style="list-style-type: none"> Zaidi, I.H., Khan, M.A., Bukhsh, M., Yaseen, R., Shaikh, S.A. 	Trata sobre la implementación de diversas prácticas de manufactura esbelta en industrias manufactureras
P4	Reduction of Waste in an SME in the Meat Sector in Peru through a Lean Manufacturing Approach Using a Model Based on 5S, Standardization, Demand Forecasting and Kanban	Scopus	2021	VP1	<ul style="list-style-type: none"> Rojas-Benites, S., Castro-Arroyo, A., Viacava, G., Aparicio, V., Del Carpio, C. 	Describe la forma eficaz de la identificación de desperdicios que se encuentran en las empresas de producción de Carne en Perú basándose en herramientas de Manufactura Esbelta como 5S, Estandarización y KANBAN
P5	Application of Value Stream Mapping for Lean Operation: An Indian Case Study of a Dairy Firm	Scopus	2022	VP2	<ul style="list-style-type: none"> Kumar, U., Shankar, R. 	Este caso de estudio es de importancia debido a que se enfoca dentro de la producción de alimentos que servirá para la aplicación de un mapa VSM
P6	Effectiveness of implementation of 5S tool in food industry during COVID 19	Scopus	2021	VP2	<ul style="list-style-type: none"> Somasundaram, R., Sundharesalingam, P., Vidhya Priya, P., Renuka, P. 	Trata de la implementación de las 5S dentro de la industria alimenticia, enfocándose en la industria alimenticia que servirá como referencia para realizar el trabajo
P7	Implementación de la metodología TPM Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmeccánica	Scielo	2021	VP2	<ul style="list-style-type: none"> Nohemy Carahua Apaza 	Utiliza 2 herramientas importantes como el TPM (Mantenimiento Productivo Total) y el OEE como índice que mide la eficiencia de la empresa
P8	Gestión de riesgos operacionales en cadenas de suministro agroalimentarias bajo un enfoque de manufactura esbelta	Scielo	2022	VP1	<ul style="list-style-type: none"> Andrés M. Paredes-Rodriguez Vivian L. Chud-Pantoja Claudia C. Peña-Montoya 	Busca soluciones mediante manufactura esbelta sobre ciertas dificultades dentro de las operaciones de la gestión en una empresa agroalimentaria
P9	Manufactura esbelta: una revisión sistemática en la industria de alimentos	Scielo	2020	VP3	<ul style="list-style-type: none"> Cynthia Cuggia-Jiménez Erick Orozco-Acosta Darwin Mendoza-Galvis 	Ayuda como fuente de funcionamiento de la industria alimentaria donde se enfoca el proyecto de investigación

P10	Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización: modelo conceptual propuesto	Scielo	2019	VP2	<ul style="list-style-type: none"> • Marie Karen Issamar Favela-Herrera • María Teresa Escobedo-Portillo • Roberto Romero-López • Jesús Andrés Hernández-Gómez 	Propone un modelo muy importante sobre el uso de la metodología de Manufactura Esbelta pero lo enmarca para ser enfocado a cualquier tipo de organización en diferentes enfoques productivos o de servicio, entendiéndolo que se puede aplicar a cualquier tipo de empresas
P11	Implementation of lean manufacturing in a food enterprise	Scielo	2018	VP1	<ul style="list-style-type: none"> • Jorge Viteri Moya • Edison Matute Déleg • Cristina Viteri Sánchez • Nadya Rivera Vásquez 	Se enfoca directamente en la implementación de toda la metodología de la casa Toyota enfocado directamente en las empresas y procesamiento de alimentos
P12	Manufactura esbelta y responsabilidad social empresarial: ¿coadyuvantes o antagonistas?	Scielo	2019	VP3	<ul style="list-style-type: none"> • Oliverio Cruz-Mejía • Elsie Noemí Olvera Pérez 	Trata aspectos psicológicos que ayudan a la fundamentación de implementar la mentalidad de Lean Manufacturing, enfocándose en dos puntos de vista apropiados con lo que genera varios enfoques de la metodología
P13	Modelo de negocios para una pyme de venta de alimentos para mascotas en la provincia de El Oro	Dialnet	2021	VP1	<ul style="list-style-type: none"> • Pereira-Espinoza, • Wilson Daniel; • Sarmiento-Espinoza, • William Henry 	Ayuda a entender que se puede aplicar la metodología no tan solo dentro de empresas grandes, sino también en empresas en vía de desarrollo que son el primer paso para crecer de gran manera y evitar desperdicios a tiempo.
P14	Revisión sistemática de la Mejora Continua y Manufactura Esbelta.	Dialnet	2019	VP3	<ul style="list-style-type: none"> • José Nicolás Cardona Mora, • Francisco Arturo Bribiescas Silva 	Trata dos aspectos importantes para llegar a la calidad total de la empresa mediante manufactura esbelta y la mejora continua, enfocándose en el cambio de sistema de operaciones y mentalidad de todo el organigrama
P15	Manufactura esbelta en la PYME. Pequeños cambios grandes resultados	Dialnet	2019	VP3	<ul style="list-style-type: none"> • Freddy Pérez Lobo, • Neyda T. Cardozo Sánchez, • Cora E. Infante Colmenares, • Marta Ugueto Maldonado 	Muestra resultados sobre la aplicación de manufactura esbelta en PYMES y como han cambiado mediante este cambio de mentalidad
P16	Estado actual de la filosofía de manufactura esbelta como estrategia de mejoramiento continuo en el desarrollo empresarial de Bucaramanga	Dialnet	2020	VP1	<ul style="list-style-type: none"> • Delgado Moreno, Frank Nicolás; • Gallo Albarracín, Eliseo; • Díaz, Jaime 	Muestra el desarrollo empresarial que se ve enfocado más en la filosofía de la empresa y aplicación en las personas para conservar el cambio
P17	Propuesta del mejoramiento de la metodología de Manufactura Esbelta por medio de optimización de sistemas de manufactura y modelación de eventos discretos.	Dialnet	2020	VP1	<ul style="list-style-type: none"> • Delgado Moreno, Frank Nicolas; • Gallo, Eliseo 	Usa simuladores computacionales capaces de demostrar mediante modelos matemáticos el mejoramiento de una empresa que use Manufactura Esbelta
P18	Identificación de prácticas en la gestión de la cadena de suministro sostenible para la industria alimenticia	Dialnet	2018	VP1	<ul style="list-style-type: none"> • Edgar Guillermo Rodríguez Guevara 	Busca a la cadena de suministros como una de las partes más importantes para el correcto desarrollo de la calidad
P19	Aplicación de la manufactura aditiva en el procesamiento de alimentos	Dialnet	2021	VP1	<ul style="list-style-type: none"> • Almeida-Bodero, Ingrid; • Sotomínguez-Espinoza, Gladys; • Cisneros-Pérez, Nelson 	La manufactura aditiva siendo un modelo de producción, ayuda a empresas de alimentos en sus procesos para

						aumento de la calidad en la elaboración de productos únicos
P20	Benefits and limitations of food processing by high-pressure technologies	Dialnet	2020	VP2	<ul style="list-style-type: none"> • Zamantha Escobedo Avellana, • Mirian Pateiro Moure, • Nattapom Chotyakul, • J. Antonio Torres, • J. Weltri Chanes, • Concepción Pérez Lamela 	Habla de las tecnologías como métodos de apoyo para hablar de los beneficios y limitaciones al momento del procesamiento de alimentos, enfocándose estas soluciones en las empresas que han aplicado lean manufacturing
P21	Manual de Lean Manufacturing. Guía Básica	Repositorio LIMUSA	2007	VP3	<ul style="list-style-type: none"> • A. V. Contreras • E. G. Cota 	Es un libro que trata sobre las metodologías que involucran a toda la metodología de manufactura esbelta, que cuenta con una guía de implementación de las herramientas en un entorno de trabajo
P22	Lean Manufacturing	Repositorio AlfaOmega	2019	VP3	<ul style="list-style-type: none"> • L. Socconini 	Libro que contiene las especificaciones y pasos a seguir para la buena aplicación de la manufactura esbelta dentro de una planta industrial
P23	Diagramas para el estudio del trabajo	Repositorio EPN	2013	VP3	<ul style="list-style-type: none"> • N. A. O. Ávila 	Propone una explicación del estudio de trabajo, además de los diagramas que se pueden utilizar para la aplicación de este estudio. Los diagramas de flujo, ensamble y recorrido se describen en este sitio web de forma muy clara
P24	Estudio de tiempos y movimientos	Repositorio Delsol	2019	VP3	<ul style="list-style-type: none"> • Software DELSOL 	Explica de forma concreta el estudio de los tiempos y movimientos que se pueden dar en una empresa, como también la aplicación y uso de este diagrama para la mejora de los procesos
P25	Estudio de métodos y tiempos para la empresa papeles primavera a los productos de papel regalo y cartulina plana	Repositorio Universidad Distrital Francisco José de Caldas	2017	VP3	<ul style="list-style-type: none"> • J. A. C. Sabogal • P. A. P. Gil 	Explica la forma de muestreo para la toma de tiempos dentro de la planta industrial basados en la metodología de aplicación de General Electric para determinar el número de observaciones en base al tiempo preliminar observado
P26	Ritmo de trabajo	Repositorio Ministerio de Trabajo España	2019	VP3	<ul style="list-style-type: none"> • Ministerio de trabajo, migraciones y seguridad social España 	Muestra el ritmo de trabajo que se produce en la empresa donde toma en cuenta el tipo de actividad que realiza el operario, que ayuda a la determinación del estudio preliminar del tiempo de trabajo de operarios en planta
P27	Cálculo del tiempo estándar o tiempo tipo	Repositorio UTA	2019	VP3	<ul style="list-style-type: none"> • B. S. López 	El tiempo estándar y tiempo tipo son muy importantes para el estudio de tiempo y el reconocimiento del estado actual de la empresa, en donde el artículo expresa de forma muy clara la fórmula de cálculo, como el lugar donde se pueden encontrar los datos de forma más clara
P28	Tiempo de trabajo-Holguras	Repositorio OIT	2021	VP3	<ul style="list-style-type: none"> • Organización Internacional de Trabajo 	La Organización Internacional de Trabajo establece ciertas holguras de tiempo que deben considerarse cuando se tomen los tiempos en la planta productiva, donde son los constantes y variables

P29	Capacidad de producción y sostenibilidad en empresas nuevas	Repositorio Revista Espacios	2019	VP3	<ul style="list-style-type: none"> • M.Cajigas, • E. Ramirez y • D. Ramirez 	Explica el uso de la capacidad de producción para determinar cuellos de botella y comprender si la empresa es capaz de satisfacer demandas y planificaciones de producción
P30	Beneficios de utilizar el Análisis ABC en la administración de inventarios en una Pequeña y Mediana Empresa (PyME) comercializadora en Tlaxcala, México	Repositorio Instituto Tecnológico de Apizaco	2020	VP3	<ul style="list-style-type: none"> • L. G. E. Zárate y • M. Á. R. Lozada 	El análisis ABC ayuda a comprender problemas más relevantes y las soluciones, aclarando y clasificando en tres partes la representación del mercado de cada producto.
P31	Diagrama de Flujo	Repositorio Universidad Autónoma de Nuevo León	2018	VP3	<ul style="list-style-type: none"> • Universidad Autónoma de Nuevo León 	Explica la construcción de los diagramas de flujo, recorrido y de proceso, como también los símbolos que intervienen para entender de mejor forma
P32	Adaptación de Casa Toyota	Repositorio ResearchGate	2015	VP3	<ul style="list-style-type: none"> • ResearchGate 	La casa Toyota de la calidad total se basa en parámetros de la manufactura esbelta, clasificando a sus herramientas de formas en las que se puede utilizar de forma clara para construir la calidad total en la empresa
P33	Value Stream Mapping	Repositorio UNAM	2015	VP3	<ul style="list-style-type: none"> • R. Cabrera 	El sitio explica la forma de construcción del VSM, la utilidad que tiene en el proceso y también los símbolos involucrados al momento de entender y comprender este tipo de herramientas de visualización
P34	Lean certification: certificación de un sistema de gestión lean	Repositorio Ministerio de Trabajo España	2012	VP3	<ul style="list-style-type: none"> • Asociación española de normalización y certificación 	El documento explica de forma muy clara todas las herramientas de manufactura esbelta, en este caso se tomó en cuenta a las 5's, SMED, TPM, Gestión Visual y los KPI's

ANEXO 2: Selección de documentación mediante metodología PRISMA

Formulario para seguimiento de 5'S:

<https://utaedu->


[my.sharepoint.com/:x/g/personal/bandaluz7168_uta_edu_ec/ESwvQGajHYxJhR4hr
TpolZYB1VfvUU5LBcNp_q1fC7RJYw?e=FZVehm](https://my.sharepoint.com/:x/g/personal/bandaluz7168_uta_edu_ec/ESwvQGajHYxJhR4hrTpolZyB1VfvUU5LBcNp_q1fC7RJYw?e=FZVehm)


ANEXO 3: Estudio de tiempos y movimiento

Área de Extrusión

Suplementos y tiempos en Molienda


Se realiza la estimación de los suplementos para la operación de molienda y la toma de tiempos de acuerdo con la muestra en la tabla.


Estimación de Suplementos		 <small>Pasión por nutrición</small>	
Área	Extrusión		
Operación	Molienda		
Suplementos		Operario	
		M	F
Constantes	Necesidades personales	5	....
	Fatiga	4	....
Variables	Por trabajo de pie	2	....
	Postura anormal	0	....
	Uso de fuerza o energía muscular	3	....
	Mala iluminación	0	....
	Condiciones atmosféricas	0	....
	Concentración intensa	2	....
	Ruido	0	....
	Tensión mental	1	....
	Monotonía	0	....
	Tedioso	0	....
Total		17	....
S		0,17	....

Estudio de tiempos				 BIOALIMENTAR <i>Pasión por nutrición</i>				Fecha:		07/11/2022	
Área	Extrusión				Estudio				2		
Operación	Molienda				Operario				Hombre		
Tiempo	Minutos				Hora inicio				8:30 am		
Investigador	Gonzalo Andaluz				Hora fin				10:00 am		
Actividades de molienda	1	2	3	4	5	TT	TP	Vd	TN	S	Ts
B1	13,67	12,98	13,45	13,89	12,87	66,86	13,37	1,00	13,37	0,17	15,65
B2	5,12	5,60	5,40	5,02	4,98	26,12	5,22	1,00	5,22	0,17	6,11
B3	0,75	0,76	0,78	0,81	0,76	3,86	0,77	1,00	0,77	....	0,77
B4	2,54	2,34	2,65	2,76	2,54	12,83	2,57	1,00	2,57	0,17	3,00
B5	1,14	1,15	1,12	1,22	1,19	5,82	1,16	1,00	1,16	0,17	1,36
B6	0,81	0,80	0,80	0,82	0,78	4,01	0,80	1,00	0,80	....	0,80
TOTAL											27,7
TT: tiempo total TP: Tempo promedio Vd: Valoración de desempeño TN: Tiempo normal S: Suplementos Ts: Tiempo estándar											

Suplementos y tiempos en Extrusión


Se realiza la estimación de los suplementos para la operación de extrusión y la toma de tiempos de acuerdo con la muestra en la tabla.


Estimación de Suplementos		 <small>Pasión por nutrición</small>	
Área	Extrusión		
Operación	Extrusión		
Suplementos		Operario	
		M	F
Constantes	Necesidades personales	5	....
	Fatiga	4	....
Variables	Por trabajo de pie	2	....
	Postura anormal	0	....
	Uso de fuerza o energía muscular	0	....
	Mala iluminación	0	....
	Condiciones atmosféricas	0	....
	Concentración intensa	2	....
	Ruido	0	....
	Tensión mental	1	....
	Monotonía	1	....
	Tedioso	0	....
Total		15	....
S		0,15	....

Estudio de tiempos			 <i>Pasión por nutrición</i>			Fecha:		07/11/2022	
Área	Extrusión			Estudio			2		
Operación	Extrusión			Operario			Hombre		
Tiempo	Minutos			Hora inicio			8:30 am		
Investigador	Gonzalo Andaluz			Hora fin			10:00 am		
Actividades de extrusión	1	2	3	TT	TP	Vd	TN	S	Ts
C1	15,72	14,35	15,08	45,15	15,05	1,00	15,05	0,15	17,31
C2	3,34	3,35	4,08	10,77	3,59	1,00	3,59	0,15	4,13
C3	1,56	1,72	1,46	4,74	1,58	1,00	1,58	0,15	1,82
C4	0,89	0,91	0,81	2,61	0,87	1,00	0,87	0,15	1,00
C5	0,89	0,83	0,92	2,64	0,88	1,00	0,88	0,15	1,01
C6	3,56	3,45	3,28	10,29	3,43	1,00	3,43	0,15	3,94
C7	45,37	43,67	48,76	137,80	45,93	1,00	45,93	....	45,93
C8	0,75	0,62	0,81	2,18	0,73	1,00	0,73	....	0,73
TOTAL									75,87
TT: tiempo total TP: Tempo promedio Vd: Valoración de desempeño TN: Tiempo normal S: Suplementos Ts: Tiempo estándar									

Suplementos y tiempos en Secado


Se realiza la estimación de los suplementos para la operación de secado y la toma de tiempos de acuerdo con la muestra en la tabla.


Estimación de Suplementos		 <small>Pasión por nutrición</small>	
Área	Extrusión		
Operación	Secado		
Suplementos		Operario	
		M	F
Constantes	Necesidades personales	5	....
	Fatiga	4	....
Variables	Por trabajo de pie	0	....
	Postura anormal	0	....
	Uso de fuerza o energía muscular	0	....
	Mala iluminación	0	....
	Condiciones atmosféricas	0	....
	Concentración intensa	0	....
	Ruido	0	....
	Tensión mental	1	....
	Monotonía	1	....
	Tedioso	0	....
Total		11	....
S		0,11	....

Estudio de tiempos						Fecha:		07/11/2022	
Área	Extrusión			Estudio			2		
Operación	Secado			Operario			Hombre		
Tiempo	Minutos			Hora inicio			8:30 am		
Investigador	Gonzalo Andaluz			Hora fin			10:00 am		
Actividades de secado	1	2	3	TT	TP	Vd	TN	S	Ts
D1	2,45	2,51	2,46	7,42	2,47	1,00	2,47	0,11	2,75
D2	2,51	2,46	2,50	7,47	2,49	1,00	2,49	0,11	2,76
D3	25,89	24,72	24,89	75,50	25,17	1,00	25,17	....	25,17
D4	12,45	12,65	12,89	37,99	12,66	1,00	12,66	0,11	14,06
D5	0,85	0,90	0,87	2,62	0,87	1,00	0,87	....	0,87
D6	2,76	2,71	2,76	8,23	2,74	1,00	2,74	0,11	3,05
D7	0,85	0,85	0,84	2,54	0,85	1,00	0,85	....	0,85
TOTAL									49,5
TT: tiempo total TP: Tempo promedio Vd: Valoración de desempeño TN: Tiempo normal S: Suplementos Ts: Tiempo estándar									

Suplementos y tiempos en Mezclado


Se realiza la estimación de los suplementos para la operación de mezclado y la toma de tiempos de acuerdo con la muestra en la tabla.


Estimación de Suplementos		 <small>Pasión por nutrición</small>	
Área	Extrusión		
Operación	Mezclado		
Suplementos		Operario	
		M	F
Constantes	Necesidades personales	5	....
	Fatiga	4	....
Variables	Por trabajo de pie	0	....
	Postura anormal	0	....
	Uso de fuerza o energía muscular	0	....
	Mala iluminación	0	....
	Condiciones atmosféricas	0	....
	Concentración intensa	0	....
	Ruido	0	....
	Tensión mental	1	....
	Monotonía	1	....
	Tedioso	0	....
Total		11	....
S		0,11	....

Estudio de tiempos						Fecha:		07/11/2022	
Área	Extrusión			Estudio			2		
Operación	Mezclado			Operario			Hombre		
Tiempo	Minutos			Hora inicio			8:30 am		
Investigador	Gonzalo Andaluz			Hora fin			10:00 am		
Actividades de mezclado	1	2	3	TT	TP	Vd	TN	S	Ts
E1	3,56	3,45	4,47	11,48	3,83	1,00	3,83	0,11	4,25
E2	2,76	2,67	2,89	8,32	2,77	1,00	2,77	0,11	3,08
E3	16,98	15,40	16,76	49,14	16,38	1,00	16,38	....	16,38
E4	5,76	5,76	5,87	17,39	5,80	1,00	5,80	....	5,80
E5	0,81	0,82	0,89	2,52	0,84	1,00	0,84	....	0,84
E6	16,87	16,06	16,56	49,49	16,50	1,00	16,50	0,11	18,31
E7	2,56	2,78	2,96	8,30	2,77	1,00	2,77	0,11	3,07
E8	1,08	1,12	1,18	3,38	1,13	1,00	1,13	....	1,13
E9	2,65	2,67	2,89	8,21	2,74	1,00	2,74	0,11	3,04
E10	0,87	0,90	0,81	2,58	0,86	1,00	0,86	....	0,86
TOTAL									56,75
TT: tiempo total TP: Tempo promedio Vd: Valoración de desempeño TN: Tiempo normal S: Suplementos Ts: Tiempo estándar									

Suplementos y tiempos en Clasificación


Se realiza la estimación de los suplementos para la operación de clasificación y la toma de tiempos de acuerdo con la muestra en la tabla.


Estimación de Suplementos		 <small>Pasión por nutrición</small>	
Área	Extrusión		
Operación	Clasificación		
Suplementos		Operario	
		M	F
Constantes	Necesidades personales	5	....
	Fatiga	4	....
Variables	Por trabajo de pie	0	....
	Postura anormal	0	....
	Uso de fuerza o energía muscular	0	....
	Mala iluminación	0	....
	Condiciones atmosféricas	0	....
	Concentración intensa	0	....
	Ruido	0	....
	Tensión mental	1	....
	Monotonía	1	....
	Tedioso	0	....
Total		11	....
S		0,11	....

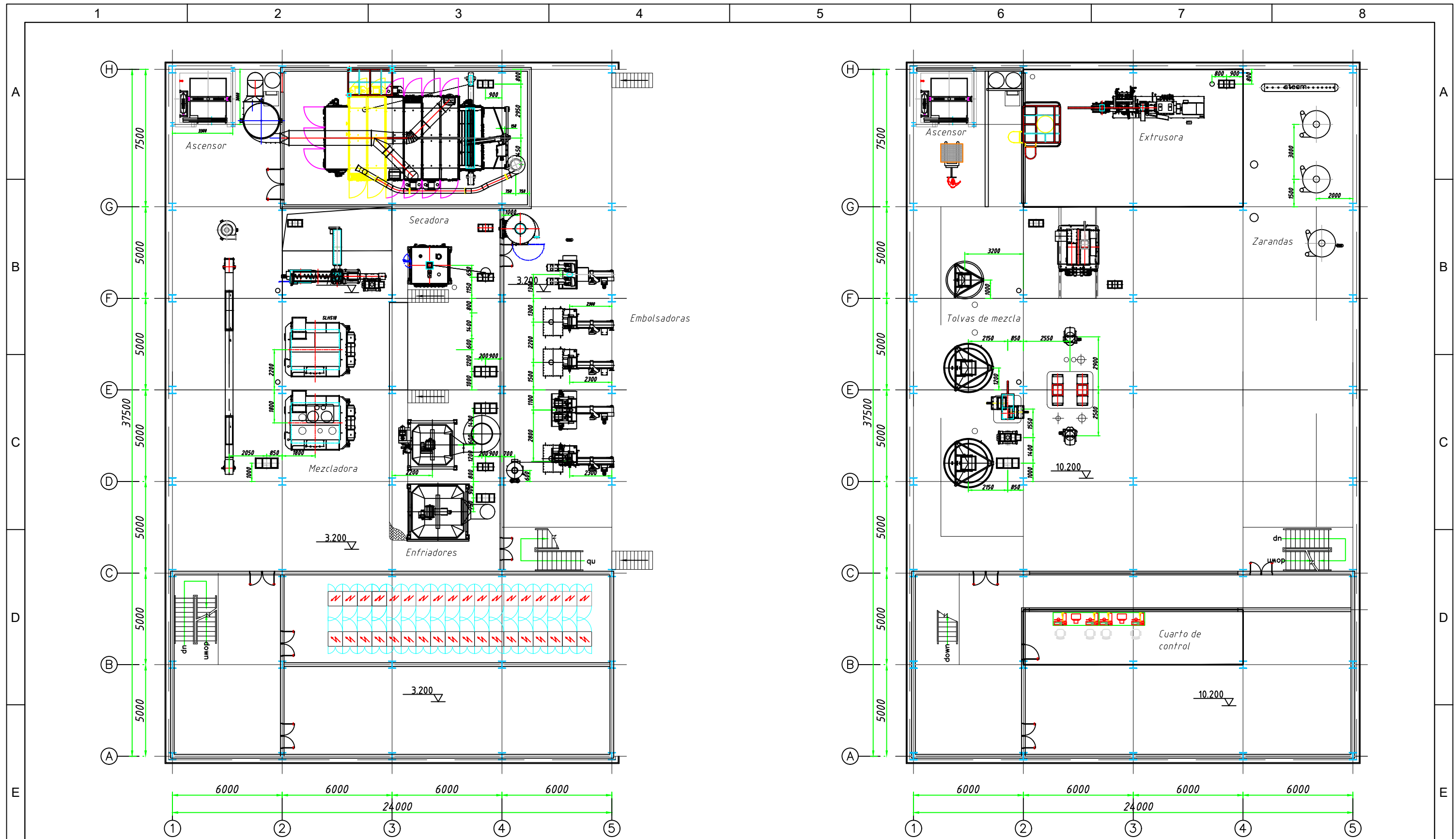
Estudio de tiempos					 <i>Pasión por nutrición</i>					Fecha:		07/11/2022		
Área	Extrusión					Estudio					2			
Operación	Clasificación					Operario					Hombre			
Tiempo	Minutos					Hora inicio					8:30 am			
Investigador	Gonzalo Andaluz					Hora fin					10:00 am			
Actividades de clasificación	1	2	3	4	5	6	7	8	TT	TP	Vd	TN	S	Ts
F1	6,58	6,46	6,78	6,45	6,50	6,39	6,71	6,60	52,47	6,56	1,00	6,56	0,11	7,28
F2	3,53	3,51	3,49	3,57	3,55	3,58	3,48	3,39	28,10	3,51	1,00	3,51	0,11	3,90
F3	2,45	2,54	2,54	2,45	2,48	2,49	2,52	2,56	20,03	2,50	1,00	2,50	....	2,50
F4	4,65	4,58	4,68	4,69	4,65	4,67	4,69	4,63	37,24	4,66	1,00	4,66	0,11	5,17
TOTAL														18,85
TT: tiempo total TP: Tempo promedio Vd: Valoración de desempeño TN: Tiempo normal S: Suplementos Ts: Tiempo estándar														

Suplementos y tiempos en Embolsado

Se realiza la estimación de los suplementos para la operación de embolsado y la toma de tiempos de acuerdo con la muestra en la tabla.

Estimación de Suplementos		 <small>Pasión por nutrición</small>	
Área	Extrusión		
Operación	Embolsado		
Suplementos		Operario	
		M	F
Constantes	Necesidades personales	5	....
	Fatiga	4	....
Variables	Por trabajo de pie	2	....
	Postura anormal	0	....
	Uso de fuerza o energía muscular	3	....
	Mala iluminación	0	....
	Condiciones atmosféricas	0	....
	Concentración intensa	2	....
	Ruido	0	....
	Tensión mental	1	....
	Monotonía	1	....
	Tedioso	2	....
Total		18	....
S		0,18	....

Estudio de tiempos			 <i>Pasión por nutrición</i>						Fecha:			07/11/2022				
Área		Extrusión						Estudio				2				
Operación		Embolsado						Operario				Hombre				
Tiempo		Minutos						Hora inicio				8:30 am				
Investigador		Gonzalo Andaluz						Hora fin				10:00 am				
Actividades de embolsado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TT	TP	Vd	TN	S	Ts
G1	0,89	0,87	0,86	0,87	0,88	0,87	0,87	0,89	0,88	0,79	8,67	0,87	1,00	0,87	0,18	1,02
G2	3,46	3,45	3,56	3,41	3,41	3,43	3,39	3,37	3,47	3,46	34,41	3,44	1,00	3,44	0,18	4,06
G3	1,06	1,07	1,11	1,05	1,09	1,11	1,10	1,05	1,08	1,05	10,77	1,08	1,00	1,08	0,18	1,27
G4	4,90	4,91	4,95	4,89	4,88	4,94	4,99	4,91	4,90	4,85	49,12	4,91	1,00	4,91	0,18	5,80
G5	9,61	9,60	9,59	9,58	9,62	9,63	9,62	9,60	9,59	9,58	96,02	9,60	1,00	9,60	0,18	11,33
G6	7,50	7,49	7,44	7,52	7,53	7,50	7,49	7,48	7,51	7,44	74,90	7,49	1,00	7,49	....	7,49
G7	7,30	7,28	7,31	7,30	7,30	7,90	7,19	7,58	7,25	7,36	73,77	7,38	1,00	7,38	0,18	8,70
G8	13,56	14,78	15,03	16,24	14,45	15,68	13,55	17,03	16,44	15,89	152,65	15,27	1,00	15,27	....	15,27
G9	17,50	17,51	17,50	17,50	17,53	17,48	17,44	17,53	17,52	17,30	174,81	17,48	1,00	17,48	0,18	20,63
TOTAL																75,56
TT: tiempo total TP: Tempo promedio Vd: Valoración de desempeño TN: Tiempo norma S: Suplementos Ts: Tiempo estándar																



				Tolerancia: ±0,1m	Peso:	Materiales:	
						Denominación: Piso 1 y 2 de proceso de extrusión	ESCALA: 1:200
				Dib. 20/12/2022	Nombre Fansum, Andaluz G.	Numero de Dibujo: 001	
				Rev. 12/01/2023	Ing. David Córdova		
				Apro. 12/01/2023	Ing. David Córdova		
				UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		Marca de Registro:	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				
						Sustitución:	